



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA – LICENCIATURA

ISABELA PAULA DA SILVA

**AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
ENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO
DE QUÍMICA DE 2008-2018**

CARUARU
2021

ISABELA PAULA DA SILVA

**AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
ENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO
DE QUÍMICA DE 2008-2018**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado de Química
Licenciatura do Campus Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para a obtenção do título
de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de
Química

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas

CARUARU

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586p Silva, Isabela Paula da.
As propriedades coligativas e as atividades investigativas envolvendo a
experimentação no Encontro Nacional de Ensino de Química de 2008-2018. / Isabela
Paula da Silva. – 2021.
73 f.; il. : 30 cm.

Orientadora: Ana Paula de Souza de Freitas.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2021.
Inclui Referências.

1. Experimentos. 2. Resolução de problemas. 3. Química – Estudo e ensino. I.
Freitas, Ana Paula de Souza de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-072)

ISABELA PAULA DA SILVA

AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
ENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO
DE QUÍMICA DE 2008-2018

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado de Química
Licenciatura do Campus Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para a obtenção do título
de Licenciado em Química.

Aprovada em: 30/04/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Souza de Freitas (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Juliana Angeiras Batista da Silva (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Dedico essa obra aos meus pais Sra, Severina Laurentina, carinhosamente “Dona Nina” e Sr. Severino Paulo carinhosamente “Sr Biu”, por todo incentivo e amor, duas pessoas que não tiveram as oportunidade que eu tive quando novos, e que mesmo assim não deixaram de acreditar que eu fosse capaz de concluir mais esse objetivo.

Aos meus irmãos Silvania, Ângela, José Paulo e Tatiana por todo apoio, e até pelos dias de silencio com os quais me presenteavam sempre que se precisava estudar. Amo vocês, e serei sempre grata por tanto amor, a nossa maneira, claro!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda coragem, forco e sabedoria que me concedeu para conquistar cada um dos meus objetivos. A minha orientadora Ana Paula Souza, por ter me acolhido e aceitado esse desafio, serei sempre grata. Aos professores com os quais convivi ao longo do curso, o meu muito obrigado, jamais me tornaria a docente de hoje sem os ensinamentos vocês.

Aos meus amigos de turma Karla, Luís, Camila, Klebson, Hellen e Natalia sou eternamente grata por todos os abraços, puxões de orelha e incentivo a nunca desistir, conseguimos! Aos meus amigos, parceiros das longas viagens diárias, Lucy, Priscila e José Carlos, por deixarem as longas horas de viagem menos estressantes com tantas boas risadas.

As meus amigos Eliomax, Rizelma, Evelly e Alexseievena obrigada pela paciência nesses últimos anos, por me escutarem e me tirarem da rotina sempre que os dias estavam cansativos demais. Por ultimo e não menos importante, ao meu noivo Khaled, por toda paciência, companheirismo, e amor comigo ao longo de todos esses anos, o meu muito obrigada.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos”.

Marie Curie

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar como as atividades investigativas, especialmente a experimentação baseada em problemas, vem sendo abordada na construção do conhecimento químico sobre as propriedades coligativas em pesquisas publicadas nos últimos dez anos (2008 á 2018) no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Sendo desenvolvida por meio de uma revisão de literatura a partir dos trabalhos publicados dentro dos últimos 10 anos deste evento. Essa pesquisa teve um caráter bibliográfico, envolvendo a análise de artigos presentes nos anais e uma abordagem qualitativa à medida que se analisou as propostas apresentadas a partir de categorias buscando analisar suas contribuições para a aprendizagem das propriedades coligativas. Iniciou-se a pesquisa nos anais utilizando palavras-chave como propriedades coligativas, crioscopia, tonoscopia, ebulioscopia e osmose, a fim de selecionar os trabalhos que se encaixavam em nosso campo de estudo. Depois de selecionados os trabalhos, estes foram classificados com relação ao formato apresentado em resumo e trabalhos completos. Em seguida, foram agrupados em quatro categorias de análise, sendo elas 1: Trabalhos que abordam a aprendizagem na educação básica; 2: Trabalhos que abordam o processo de ensino e aprendizagem a partir de ações envolvendo a formação docente; 3: Trabalhos que analisam o conteúdo em livros didáticos; e 4: Trabalhos que envolvem uma pesquisa bibliográfica sobre o conteúdo, sendo encontrados apenas quatro, três, dois e um trabalho para cada categoria, respectivamente. Como estávamos interessados na contribuição das atividades investigativas para a aprendizagem do conteúdo na educação básica, focamos nossa análise nos trabalhos apresentados na categoria 1, dentro desta, apenas um trabalho envolveu uma atividade investigativa a partir da experimentação baseada em problemas. Sendo assim, destacamos nossa preocupação diante de um quantitativo escasso de publicações quando se trata do ensino das propriedades coligativas no ensino básico por meio da experimentação baseada em problemas, a partir disso surgiu a necessidade de elaborar uma nova proposta para o ensino dessas propriedades com base nesses resultados, visto a importância da experimentação baseada em problemas para o ensino das propriedades coligativas.

Palavra-chave: Experimentação investigativa. Resolução de problemas. Propriedades coligativas.

ABSTRACT

This work aimed to analyze how problem-based experimentation has been approached in the construction of chemical knowledge about the collective properties in research published in the last ten years (2008 to 2018) at the National Meeting of Teaching Chemistry (ENEQ). The research had a bibliographic character, carried out through articles present in the annals and qualitative as it analyzed the proposals used from categories. It started through research in the annals with keywords such as colligative properties, cryoscopy, tonoscopy, ebullioscopy and osmosis, to select the works that fit our field of study. After selecting the works, we have classified them when the summary and complete works by edition, and within the four proposed classes of analysis, thus separating them in relation to basic education, teacher training, content analysis and bibliographic review. Through these classes, it was possible to identify how investigative activities linked to a content focusing on problem-based experimentation. It is worth mentioning that only few works were selected and categorized as: category 1 includes four works, category 2 three publications, category 3 only two and category 4 only one of the 10 works selected in total. Faced with a scarce number of publications about teaching collective properties in basic education through problem-based experimentation, the need arose to develop a new proposal for teaching these properties based on these results, given the importance of experimentation based on in problems for teaching the collective properties.

Keywords: Investigative experimentation. Problem solving. Colligative properties.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral	13
2.2	Objetivo Especifico	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Abordagem investigativa e o ensino de química	14
3.2	O processo investigativo e a resolução de problemas	18
3.3	A proposta de experimentação baseada na resolução de problemas	21
3.4	Propriedades coligativas e o Ensino de Química	24
4	METODOLÓGIA	30
4.1	Classificação da pesquisa.....	30
4.2	Sujeito e Campo da Pesquisa.....	30
4.3	Coleta de Dados.....	30
4.4	Análises dos dados.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Trabalhos envolvendo o conteúdo de Propriedades coligativas.....	33
5.2	Trabalhos que envolvem a experimentação a partir da resolução de problemas como estratégia para promover a aprendizagem do conteúdo de propriedades coligativas.....	43
5.3	Uma proposta usando a experimentação baseada em problemas para o ensino da propriedade coligativa crioscopia.....	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – Planejamento de aula.....	58
	APÊNDICE B – Questionário 1.....	61
	APÊNDICE C – Situação problema.....	63
	APÊNDICE D – Questionário 2.....	64
	ANEXO A – Material de apoio	65

1 INTRODUÇÃO

As atividades investigativas vêm ganhando espaço ao longo dos anos, entre docentes do ensino básico e superior, (SILVEIRA, 2014) por ser um método que proporciona a aprendizagem por despertar nos alunos a curiosidade incomum em aulas tradicionais, além de inseri-los ativamente no processo de aprendizagem.

Nessa forma de ensinar, a investigação baseada em problemas pode envolver um experimento e, de acordo com Azevedo (2006), esta experimentação deve proporcionar mudanças nas metodologias dos professores e alunos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, de modo que o aluno deixe de ser um mero observador das aulas, passando a ser sujeito ativo nelas, de maneira que precise pensar, argumentar, tomar decisões, deixando, assim, o papel passivo, e construindo ativamente seu conhecimento.

Sendo assim, ao se trabalhar com a metodologia de resolução de problemas, pode-se alcançar resultados satisfatórios, visto que, uma aprendizagem construída por meio da experimentação a partir de um problema permite que os alunos atuem ativamente e de forma efetiva na construção do conhecimento, pois são agora sujeitos ativos em seu objeto de estudo (AZEVEDO, 2006).

Logo, esse tipo de experimentação pode contribuir para a compreensão de conteúdos químicos, como, por exemplo, o de propriedades coligativas, e, mais especificamente de crioscopia, pois, à medida que os sujeitos se distanciam de uma postura passiva e passam a ser ativos no processo, conseguem aperfeiçoar a aprendizagem. Sendo essa prática rotineira, pode proporcionar uma maior facilidade para trabalhar com situações problemas em sala de aula e transpor para sua vida em sociedade.

A escolha do conceito de propriedades coligativas surgiu em uma passagem por um estágio supervisionado vivenciado por mim, em que observei as dificuldades dos estudantes do ensino médio em entender o conteúdo a partir de um ensino tradicional. Na medida em que foi possível identificar essa dificuldade de compreensão sobre o conceito, questionei-me sobre o porquê desses alunos não conseguirem fazer uma ponte entre o cotidiano e as propriedades coligativas estudadas em sala. Em nosso estudo, nos detemos ao conteúdo de propriedades coligativas e, mais especificamente, à crioscopia e como este vem sendo abordado, uma vez que estas propriedades estão presentes no dia a dia, sendo facilmente

observadas, como, por exemplo, no caso da crioscopia, quando utilizamos sal e gelo para gelar bebidas de forma mais rápida.

Escolhi a experimentação baseada na resolução de problemas porque ela pode contribuir para a compreensão do conceito por se tratar de uma metodologia ativa, em que o aluno tem papel ativo no processo de construção do conhecimento, se distanciando de uma postura passiva e conseguindo aperfeiçoar sua aprendizagem.

Sendo assim, a partir disso, levantamos o seguinte problema de pesquisa: De que maneira as atividades investigativas envolvendo a experimentação baseada na resolução de problemas vem sendo abordada na construção do conhecimento químico sobre as propriedades coligativas em pesquisas publicadas nos últimos dez anos no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)?

A partir desse questionamento, buscamos compreender como esse processo vem ocorrendo e sendo discutido, através de trabalhos publicados no ENEQ nos últimos dez anos (2008 a 2018), visto o crescimento de novas metodologias na última década. Dessa forma, este trabalho buscou analisar como as atividades investigativas, especialmente a experimentação baseada em problemas, vem sendo abordadas na construção do conhecimento químico sobre as propriedades coligativas em pesquisas publicadas nos últimos dez anos no ENEQ, visto que este é especialmente dedicado ao ensino da química e maior evento da área, produzido também pela SBEEnQ, sendo o mais antigo e com um grande número de participantes podendo, assim, agregar um campo maior de pesquisas relacionadas ao mesmo.

Nas seções seguintes estão apresentados os objetivos geral e específicos, como também o referencial teórico, a metodologia do TCC, a qual descreverá o campo e sujeitos da pesquisa, bem como os resultados encontrados e sua análise a partir do referencial teórico apresentado. O embasamento teórico perpassa pelos tópicos que relacionam a experimentação com o ensino da química, especificando abordagens investigativas e o ensino de química, contando um pouco do surgimento e de suas contribuições para o ensino das ciências a partir de sua utilização e suas características. O processo investigativo e a resolução de problemas. Além disso, discutiremos a proposta de experimentação baseada na resolução de problemas que faz relação destes com o cotidiano do aluno, e, por fim, trataremos das propriedades Coligativas e do seu processo de ensino e aprendizagem, buscando

compreender e analisar quais as dificuldades encontradas pelos estudantes no entendimento do conteúdo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar como as atividades investigativas, especialmente a experimentação baseada na resolução de problemas, tem contribuído para a aprendizagem do conteúdo de propriedades coligativas, por meio de uma revisão bibliográfica dos trabalhos publicados no ENEQ- Encontro nacional de ensino de química no período de 2008 a 2018.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar como o conteúdo de propriedades coligativas vem sendo abordado nas pesquisas apresentadas no ENEQ.
- Analisar como a experimentação baseada na resolução de problemas tem contribuído para o entendimento do conceito de propriedades coligativas com destaque para a crioscopia.
- Elaborar uma proposta investigativa baseada na resolução de um problema para o ensino da crioscopia usando a experimentação.

3 Referencial Teórico

3.1 Abordagens investigativas e o ensino de química

As atividades investigativas estão presentes nas discussões em estudos sobre o processo de ensino e aprendizagem como sendo uma metodologia ativa que estimula a participação efetiva do aluno em sua aprendizagem. Dentre elas, a ideia de ensino por investigação vem sendo discutida ao longo dos anos, sendo posta como uma estratégia metodológica para o ensino das ciências por John Dewey por volta do século passado (BARROW, 2006 apud VIEIRA, 2012). Dewey tratava a ciência como um método para observar e refletir as verdades de maneira que essas pudessem ser questionadas, já pensando em seu método científico ele visava “[...] criar e nutrir uma compreensão e uma plena convicção da possibilidade de direção das coisas humanas [...]” (DEWEY, 1959, p. 247 apud VIEIRA, 2012, p. 23), pensando assim em como evoluir para uma sociedade mais democrática.

Porém, mesmo com ideias inovadoras esse filósofo não conseguiu implementá-las ao sistema educacional dos Estados Unidos por conta do período econômico que o país vivia na época (VIEIRA, 2012), o que nos leva a refletir sobre como algumas ideias e propostas podem sofrer interferência do meio econômico de cada época.

Entretanto, as ideias de Dewey, quando agregadas às proposições de um professor chamado Joseph Schwab, trouxe força para o ensino das ciências por investigação, pois este trouxe consigo a ideia de ciência como construção entre conceitos e procedimentos construídos e resignificados ao longo dos tempos. Sendo assim, o ensino e a aprendizagem deveriam buscar compreender os conhecimentos científicos (SÁ, 2009 apud VIEIRA, 2012), reforçando assim a ideia da busca dos saberes por diferentes caminhos.

Por outro lado, Schwab acreditava que era de grande importância a compressão dos alunos acerca da ideia da investigação, e que este entendesse o processo como algo que acontece em conjunto, entre professor e aluno de maneira contínua, e não como uma atividade isolada realizada apenas por ele (SCHWAB, 1962 apud VIEIRA, 2012), visto que dessa maneira a investigação científica ganha novos olhares diante dos alunos, pois essa passou a ter um significado.

Uma outra forma de se utilizar atividades investigativas é por meio da aprendizagem Baseada em problemas (ABP), esta, assim como o ensino por investigação, também teve contribuições de Dewey para a matriz conceitual que a fundamenta. Segundo Boud e Feletti, (1997 apud LEITE; AFONSO, 2001), a ABP teve início na área das ciências da saúde nos Estados Unidos e Canadá, nos anos 60, devido à insatisfação encontrada com o ensino tradicional da medicina, e por conta da evolução contínua de novos métodos e tecnologias que se desenvolviam naquela época.

As contribuições de Dewey à ABP envolveram a obra *Democracia e Educação*, cuja teoria prioriza a experiência como ponto de partida para a aprendizagem, “pois desconsidera que a aprendizagem ocorra sem que haja um conhecimento prévio para o que se pretende aprender e, ainda, diz que não deve ocorrer fora do contexto das experiências” (PENAFORTE, 2001 apud ZOMPERO, 2019, p. 227). Dessa forma, os conhecimentos prévios dos alunos, são o ponto de partida para a investigação que levará a resolução do problema, pois o aluno ao chegar na escola carrega consigo o aprendizado de várias experiências vividas por ele e essas não devem ser descartadas durante a aprendizagem.

Além disso, para Dewey, a aprendizagem precisa envolver atividades que estimulem a investigação e a resolução de problemas autênticos, os quais devem provocar dúvidas e envolver conteúdos associados ao cotidiano do aluno, levando-o a refletir e promovendo uma postura ativa no processo de aprendizagem (ZOMPERO *et al.*, 2019).

Apesar de ambas as propostas de ensino se tratarem de metodologias ativas, em que o aluno é o foco do processo de ensino e aprendizagem e de se fundamentarem na resolução de problemas, o ensino por investigação aproxima-se da educação científica, preocupando-se com a aprendizagem de conceitos, mas também com os procedimentos científicos. Por outro lado, a ABP busca promover uma aprendizagem reflexiva por meio das experiências vivenciadas pelos alunos, possibilitando o uso dos seus conhecimentos prévios a partir de discussões, do trabalho colaborativo e da autonomia dos mesmos (ZOMPERO *et al.*, 2019).

Para compreender como as atividades investigativas foram inseridas no planejamento atual do currículo da educação básica, iniciamos com um resgate dessas atividades dentro dos PCNS. Dessa forma, as atividades investigativas sempre fizeram parte das diretrizes curriculares como uma competência de química

nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de ciências da natureza, a ser abordada no tópico ensino “Investigação e compreensão”, o que abre um espaço amplo para o uso do ensino de química a partir de investigações no ambiente escolar. De todo modo, são poucos os professores que fazem uso dessa proposta, sejam por falta de afinidade com o ensino das ciências, ou por falta de afinidade com a experimentação, estes ainda estão distanciados, e os poucos que alegam utilizar desta proposta são instituições particulares (ZOMPERO; LABURU, 2011), mesmo que esta esteja presente nos PCN, PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) e BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

No caso dos PCN, este relaciona possíveis metodologias com as posturas que devem ser tomadas diante das habilidades que se deseja alcançar dentro de cada área das ciências naturais. Em química, por exemplo, cita diversas situações para alcançá-las, e, quando se trata da investigação, este apresenta uma série de características. No tópico “Investigação e compreensão”, relaciona aspectos que ajudariam a desenvolver habilidades sobre a investigação. Um deles fala de “Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes” (BRASIL, 2000, p.39), fazendo, assim, uma ponte com o uso das situações problema investigativas, que ajudariam o aluno a compreender o fenômeno através da investigação.

Por sua vez, o PCNEM (2006) dentro do tópico das abordagens metodológicas no ensino da química, reforça a ideia da investigação como um ponto chave para aprendizagem, relacionando assim esta com a experimentação e sua contribuição para aprendizagem, mas deixa claro que

é importante considerar que ela, por si só, não assegura a produção de conhecimentos químicos de nível teórico-conceitual significativos e duradouros, mas cumpre papel essencial, ajudando no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas de vida na sociedade e no ambiente (BRASIL, 2006, p.123)

Além disso, o PCNEM destaca a necessidade de relacionar a investigação com outras situações, para que essa não se torne uma metodologia em que os alunos apenas reproduzem experimentos sem uma real significação, aproximando-se de uma aprendizagem mais voltada para a ABP,

em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão teórico/prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens e modelos explicativos específicos que, incapazes de serem produzidos de forma direta, dependem de interações fecundas na problematização e na (re)significação conceitual pela mediação do professor (BRASIL, 2006, p.124)

Apesar das importantes orientações trazidas por esses documentos, atualmente o planejamento do currículo da Educação básica é norteado pela BNCC, a qual destaca na proposta do ensino de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio, que aprender as ciências da natureza está bem além de somente o entendimento de seus conceitos, destacando a importância do uso de práticas investigativas no processo de ensino e aprendizagem, à medida que estas possibilitam

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).

Além disso, também destaca o papel de protagonista do aluno e que este pode ser explorado “a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental” (BRASIL, 2018, p. 551). Logo, podemos perceber que os documentos oficiais dialogam entre si quando se referem ao papel do aluno e os caminhos para promover a aprendizagem.

Sendo assim, é importante que os professores entendam os fundamentos desse ensino e o seu papel de mediador do conhecimento para que seja possível utilizá-lo de forma adequada. As atividades investigativas podem ser desenvolvidas por meio de diferentes metodologias, uma delas envolve a resolução de problemas, nesse caso, os problemas precisam envolver questões que despertem o interesse dos alunos em resolvê-los.

3.2 O processo investigativo e a resolução de problemas

As diferentes atividades investigativas abrangem diversas propostas de ensino, dentre elas está a resolução de problemas e a investigação envolvendo situações do cotidiano, pois, a partir destas, pode-se fazer uma ponte para alcançar a construção do conhecimento químico. Na abordagem envolvendo a resolução de problemas destacam-se diversos autores, dentre eles: Del Carmen (1988), Olvera (1992), Zabala (1992), Gil (1993), Leite e Afonso (2001). A resolução de problemas segundo Lima, Arenas e Passos

caracteriza-se por incitar os estudantes a pensar e a criar, logo, é uma estratégia que permite aos sujeitos desenvolver uma ação ativa durante sua educação científica. Esta perspectiva de aprendizagem é uma das variantes do método Problem Based Learning (PBL) (LIMA; ARENAS; PASSOS, 2018, p.468).

Ainda sobre isso, Leite e Afonso (2001), destacam que a ABP está ligada à autonomia do aluno na construção do conhecimento e ao mesmo tempo com a cooperação que pode ocorrer durante a resolução dos problemas por um grupo. As autoras veem também a aprendizagem baseada em problema como

uma estratégia centrada no aluno e na aprendizagem, ela é pouco estruturada e flexível, requer uma grande alteração no papel do professor, nas atividades de aprendizagem e na forma de implementação das mesmas, na organização da aula e na gestão de espaços e recursos, e constitui um desafio para quem tenta implementar este tipo de ensino (LEITE; AFONSO, 2001, p. 258).

Isso reforça a importância da compreensão desse processo por parte do professor e do aluno, de maneira que se faz necessário que o professor agora pense seu papel como um mediador e o aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Sobre atividades investigativas Zompero e Laburú (2011) entendem esse processo como sendo capaz de proporcionar “o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZOMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Assim, partindo desses entendimentos alguns autores tomam como base para seu alcance, a resolução de problemas destacando algumas características dessa abordagem.

De Carmem destaca os momentos do processo, a escolha do objeto de estudo a partir do planejamento deste, demonstra também a necessidade das definições das hipóteses e do planejamento da investigação, quando trata da interpretação dos resultados obtidos valoriza a comunicação e a discussão (RODRIGUEZ *et al.*, 1995 apud ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

Para Olvera os momentos do processo iniciam-se com a escolha do objeto de estudo, seguem por meio da definição das hipóteses e seu planejamento, já a interpretação dos resultados está diretamente ligada com a comunicação e produção de trabalhos, visando também propostas de intervenção (RODRIGUEZ *et al.*, 1995 apud ZOMPERO; LABURU, 2011).

Gil segue a linha de situações problemáticas para escolha do objeto de estudo, assim como deixa clara a necessidade do problema para a construção das hipóteses que serão expressas eventualmente pelos alunos, para a interpretação dos resultados traz a ideia da relação das hipóteses com o corpo teórico, trazendo como ponto importante do processo a interação entre os grupos, assim como a produção de sínteses e esquemas que ajudem na compreensão, e possíveis aplicações (RODRIGUEZ *et al.*, 1995 apud ZOMPERO; LABURU, 2011).

Por fim, Garcia acredita que o processo começa com o contato inicial e com a formulação do problema, entende que a expressão das ideias ocorre por meio da troca de informações entre os alunos, que é necessário elaborar estratégias que sirvam para incorporar novas informações e fazer relações com as já existentes, que a recapitulação é um ponto chave para expressão dos resultados e que o processo metacognitivo tem que ser reflexivo (RODRIGUEZ *et al.*, 1995 apud ZOMPERO; LABURU, 2011).

Analisando os aspectos destacados pelos autores apresentados acima é possível perceber similaridades nas propostas envolvendo a resolução de problemas no processo investigativo, apesar de cada um fazer considerações próprias sobre esta temática.

Ainda sobre a ABP, Leite e Afonso (2001) após analisar autores, como Lopes, 1994; Duch, 1996; Chang & Barufaldi, 1999; Gandra, no prelo, destacam quatro fases para ela, as quais estão descritas a seguir:

Na primeira fase, nomeada de “selecção do contexto”, o professor é o responsável por selecionar os problemas a serem estudados, assim como os conteúdos que poderão ser trabalhados ou estão inseridos no problema, ele também

deve buscar o material necessário, seja impresso ou em mídias, visando sempre mediar o processo ao nível dos alunos, de modo que estes se interessem pelas atividades propostas (LEITE; AFONSO, 2001).

A segunda fase chamada de “formulação dos problemas”, se dá a partir dos alunos interagindo com o contexto do problema proposto. Nesta fase o professor é apenas um mediador/orientador, de maneira que os discentes terão que propor elaborações de problemas de maneira clara e objetiva. O professor poderá clarear as ideias propostas de maneira mais harmoniosa devido ao seu maior grau de experiência, e, a partir disso, poderá guiar os alunos por uma discussão que aborde a ordem com a qual eles irão tratar dos problemas (LEITE; AFONSO, 2001).

Na terceira fase chamada de “resolução do(s) problema(s)”, as autoras dizem que esta pode ser um pouco mais longa, já que os alunos agora deverão reinterpretar os problemas, buscar novas estratégias de solução e novas fontes de pesquisa. Nesta fase o professor atuará também como mediador, assegurando que os alunos tenham pelo menos o mínimo de acesso as informações necessárias para possíveis soluções (LEITE; AFONSO, 2001).

A quarta e última fase descrita é a “síntese e avaliação do processo”, nesta os alunos em conjunto com o professor deverão rever todos os processos anteriores, desde a produção dos problemas a solução deles, para assim realizarem uma discussão levando em consideração o processo de aprendizagem por meio da situação proposta (LEITE; AFONSO, 2001).

Assim, a partir dos diferentes olhares de alguns pesquisadores é possível perceber que independentes das particularidades todos destacam, à necessidade do aluno ser ativo no processo de aprendizagem durante as atividades investigativas envolvendo a resolução de problemas.

Dessa forma, percebe-se que a resolução de problemas dialoga bem com as atividades investigativas. Pensando nisso, pode-se fazer relação desta com atividades criadas num contexto investigativo do ensino de química envolvendo a experimentação como uma das estratégias para resolução, como discutido mais adiante.

3.3 A proposta de experimentação baseada na resolução de problemas

Nos últimos anos o ensino de química tem passado por várias mudanças positivas, novas metodologias vêm surgindo e ocupando o espaço das salas de aula, uma dessas tem sido a proposta de experimentação baseada na resolução de problemas, aproximando a realidade dos alunos do contexto químico ao qual se quer abordar, e distanciando-os da ideia da química como algo abstrato e distante de suas realidades (CARVALHO, 2013).

Sobre a experimentação Hodson (1988 apud KLEIN; BARIN, 2017, p.1) destaca que esta “deve visar vários objetivos, como evidenciar fenômenos e fatos estudados, coletar e investigar dados, hipóteses e observações, além de propiciar um maior contato com os materiais de laboratório”. Portanto, deve envolver um processo investigativo e este pode estar associado à resolução de um problema presente no cotidiano do aluno.

Sobre o uso da experimentação na resolução de um problema em uma atividade investigativa, Carvalho destaca que,

uma sequência de ensino que tenha por objetivo levar o aluno a construir um dado conceito deve iniciar por atividades manipulativas. Nestes casos a questão, ou o problema, precisa incluir um experimento, um jogo ou mesmo um texto. E a passagem da ação manipulativa para construção intelectual deve ser feita, agora com a ajuda do professor, quando este leva o aluno, por meio de uma série de pequenas questões a tomar consciência de como o problema foi resolvido, e porque deu certo, ou seja, a partir de suas próprias ações (CARVALHO, 2013, p. 3).

Pensando nessa sequência de ensino e em uma aprendizagem efetiva uma atividade investigativa a partir da resolução de um problema envolvendo a experimentação atende aos aspectos destacados por Carvalho, pois trata-se de “um método de aprendizagem centrado no aluno, que deixa o papel de receptor passivo do conhecimento e assume o lugar de protagonista de seu próprio aprendizado por meio da pesquisa” (SOUZA; DOURADO, 2015, p. 182). Ao passar a ter papel ativo no processo de aprendizagem, os estudantes muitas vezes se sentem instigados a buscar o conhecimento, e quando tratamos da aprendizagem de química, eles deixam de ser meros observadores, para passar a buscar o entendimento dos acontecimentos que foram apresentados nas situações problemas investigadas.

Este papel ativo do estudante também pode se fazer presente nas atividades experimentais, pois como destacam Goi e Santos (2019, p.4), “a experimentação se enquadra nessas tendências teórico-metodológicas e tem um papel relevante na aprendizagem escolar, ela instiga o aluno a pensar, a criar e a testar hipóteses, como também faz o educando se sentir atuante em sua aprendizagem”.

Além disso, as autoras destacam que as atividades experimentais assim como a resolução de problemas se desenvolvem de forma semelhante, pois envolvem

reformulação do problema, incluindo a formulação de hipóteses fundamentadas; planejamento da experiência para a verificação das hipóteses; execução da experiência, levantamento de dados e registros de forma adequada; interpretação dos dados, formulação de conclusões, tendo por referência o problema e as hipóteses formuladas; avaliação dos resultados e métodos usados tendo por referência as hipóteses e a própria formulação do problema (GOI; SANTOS, 2019, p.9).

Souza e Dourado (2015) trazem alguns autores que tem contribuído para essa temática, entre eles estão Barrows (1986), Delisle (2000), Barell (2007), Leite e Esteves (2005), entre suas contribuições estão o entendimento das situações problemas como ponto de partida, como ponto base para que os alunos criem curiosidade e busquem possíveis soluções para o que lhes for proposto, colocando o aluno como indivíduo principal e essencial da situação. Porém, para que o aluno tenha essa autonomia, o professor que está diante da turma tem que estar preparado para agir como um norteador e instigador diante do processo. Visando alcançar a aprendizagem Souza e dourado (2015) listaram algumas características e etapas para um melhor entendimento da realização desta proposta, destacando três pontos importantes.

Primeiramente, o aluno é o centro da aprendizagem na ABP. O autor analisa práticas tradicionais e como os alunos agem diante delas, a fim de reorientar e estimular os profissionais da área da educação a buscar metodologias inovadoras e instigantes. No segundo ponto enfatiza o trabalho em grupo, pois este acredita que “durante o trabalho grupal, em que o processo educativo se desenvolve, o aluno apresenta-se como um investigador reflexivo, competente, produtivo, autônomo, dinâmico e participativo” (SOUZA; DOURADO, 2015, p. 188). E no terceiro ponto se remete ao professor como tutor, de maneira que este tem como papel fundamental manter-se atualizado, dominar o conteúdo de maneira clara e ser capaz de

aproximar as situações dos conteúdos químicos programados com a realidade dos alunos, de maneira que estes consigam fazer relações significativas através das situações investigativas propostas durante as atividades.

Dentre as etapas citadas por Souza e Dourado (2015) estão presentes: a elaboração do cenário ou contexto problemático; as questões-problema; a resolução dos problemas e a apresentação do resultado e a auto avaliação; de maneira que em conjunto estas buscam uma solução eficaz para o problema proposto. Logo, usando desses pontos e etapas, os profissionais de química conseguem aproximarem-se de um ensino mais ativo, visto que é possível aplica-los no contexto químico, seja por meio da situação problema em sala ou no laboratório, de maneira que esta seja utilizada para quebrar a rotina as vezes cansativas dos roteiros de laboratório, algumas vezes, ditos como “receita de bolo”, trazendo assim o aluno para o meio do processo como sujeito ativo (CARVALHO, 2013).

Essa fala de Carvalho concorda com o que destaca Moreira, que o uso de roteiros rígidos vem sendo evitado durante as atividades experimentais investigativas, uma vez que este possibilita a fragmentação do conhecimento (MOREIRA, 1998 apud GOI; BORBA, 2019, p. 170). Ao se descartar esse tipo de roteiro as atividades experimentais podem possibilitar a realização de investigações pelos alunos por meio da resolução de problemas, aproximando-os do conhecimento científico.

Porém, mais do que apenas trabalhar com as situações problemas, e ressaltar suas características como vimos anteriormente, elas tem que estar interligadas com a proposta investigativa a qual se pretende usar. Por esse motivo Carvalho (2013) relaciona algumas etapas desse processo investigativo, e difere também o tipo de experimentação quando diz que “não podemos dizer que temos um ‘método científico’, entretanto temos etapas e raciocínios imprescindíveis em uma experimentação científica, o que a diferencia de uma experimentação espontânea. Uma dessas etapas é a elaboração e o teste de hipóteses” (CARVALHO, 2013, p. 6-7).

Sendo assim, podemos relacionar as atividades investigativas com uma situação problema, visto que muitos alunos já tem uma experimentação espontânea, a qual trata de conhecimentos prévios ou que já foram construídos anteriormente, e que lhes permitem iniciar a construção da resolução das situações problemas, sendo

capazes de realizar as experimentações e levantar suas hipóteses (CARVALHO, 2013).

Para Carvalho (2013) uma sequência investigativa deve conter atividades indispensáveis para sua realização, entre elas iniciar-se com um problema, seja ele teórico ou experimental, mas que este seja contextualizado de maneira que permita que os alunos tenham possibilidade de trabalhar com a problemática proposta. A autora ainda reforça a necessidade da sistematização do conhecimento para que assim os alunos tenham a oportunidade de rever o que foi aprendido nesta atividade. É necessário entender também, que nem sempre os alunos poderão manusear ou refazer as situações propostas pelo professor (mediante o risco que essas apresentarem), desta maneira caberá ao professor, demonstrar como o processo ocorre, mas envolvendo o aluno quando se trata de levantar hipóteses, e que estes guiem o professor a partir das ideias pensadas por eles de como poderia ser realizada tais atividades (CARVALHO, 2013)

Dessa maneira podemos pensar tanto a situação problema quanto a experimentação de três maneiras, seja ela prática experimental ou demonstrativa, levando em consideração as etapas de hipóteses e problemas, as quais foram faladas anteriormente, e também a situação com problemas não experimentais, de modo que estes “tipos de problemas, são planejados em uma SEI para criar condições de introduzir os alunos em outras linguagens da ciência, como a leitura de tabelas e gráficos” (CARVALHO, 2013, p. 14), desta maneira possibilitando trabalhar de maneira ativa mesmo sem a experimentação.

A partir do entendimento acerca da investigação e de suas aplicabilidades para o ensino, é possível utilizá-la como estratégia para abordar conteúdos químicos que estão em nosso dia a dia, como, por exemplo, no processo de ensino e aprendizagem das propriedades coligativas.

3.4 Propriedades coligativas e o Ensino de Química

A palavra “coligar vem do latim colligare e significa unir, ligar, juntar, juntar para um fim comum” (SANTOS *et al.*, 2002, p. 18). Na Físico-Química, está associado às propriedades que dependem de uma “coleção”. As propriedades coligativas são essenciais para vida, estando dispostas em quatro classes: a osmose, o aumento do ponto de ebulição do solvente (ebulioscopia), o abaixamento

da pressão de vapor do solvente (tonoscopia) e o abaixamento do ponto de congelamento do solvente (crioscopia), sendo essas mudanças decorrentes da adição de solutos não voláteis ao solvente.

No caso da propriedade coligativa denominada tonoscopia, que se refere ao abaixamento da pressão de vapor do solvente, esta foi estudada pelo cientista francês François-Marie Raoult que observou a proporcionalidade na variação da pressão de vapor do solvente com a sua fração molar em solução (ATKINS; JONES, 2012). Atualmente essa descoberta é conhecida como Lei de Raoult, descrita pela equação a seguir:

$$P = x_{\text{solvente}} P_{\text{puro}}, \quad (\text{Eq. 1})$$

em que, P é a pressão de vapor do solvente na solução, χ_{solvente} é a fração molar do solvente na solução e P_{Puro} é a pressão de vapor do solvente puro, de maneira que essa equação expressa a relação de proporcionalidade direta entre a pressão de valor da solução e a fração molar de moléculas de solvente na solução, cuja constante de proporcionalidade é a pressão de vapor do solvente puro. (ATKINS; JONES, 2012, p. 356).

Em uma solução ideal, o soluto é responsável pelo aumento da entropia do sistema, mas mantém sua entalpia sem alteração, diminuindo, assim, a energia livre de Gibbs do solvente presente, sabendo que, quando em equilíbrio, a energia de Gibbs molar de vapor terá que ser igual à da solução. Deste modo, a energia livre do vapor também diminui. Logo, na presença de um soluto não volátil a pressão de vapor de um determinado solvente será menor (ATKINS; JONES, 2012).

Quando se trata da ebulioscopia, a presença de um soluto não volátil é responsável pelo aumento do ponto de ebulição, como já mencionamos, há um aumento da entropia do sistema, provocando uma diminuição da pressão de vapor do líquido presente na solução, logo, com a pressão de vapor da solução menor que a do solvente puro, para que esta se iguale à pressão atmosférica e a solução entre em ebulição (ATKINS; JONES, 2012), será necessário aquecer mais a solução (o que não aconteceria se no sistema houvesse apenas o solvente) elevando, assim, a temperatura de ebulição.

Na osmose a interferência do soluto está associada às soluções com concentrações distintas do mesmo, sendo assim, podemos definir o processo osmótico como “o fluxo do solvente através de uma membrana para uma solução mais concentrada” (ATKINS; JONES, 2012, p. 360). Essas membranas são semipermeáveis e, por isso, possibilitam a passagem das substâncias entre elas. Quando a membrana encontra-se entre a solução e o solvente existe uma pressão a qual é exercida pela coluna de solução, para que o fluxo das moléculas seja o mesmo nas duas direções da membrana, logo o fluxo total será igual à zero, essa pressão é denominada de pressão ósmotica (ATKINS; JONES, 2012).

A osmose é uma das mais importantes propriedades coligativas, uma vez que está relacionada com os seres vivos desde o seu surgimento no planeta, pois os estudos relacionados a origem das espécies revela que estas viviam em um ambiente aquoso e salgado, ao evoluírem elas desenvolveram modos de evitar problemas de desidratação e inchaço por apresentarem uma membrana semipermeável (AMABIS; MARTHO, 1996, apud SANTOS; SANTOS, 2018, p. 209).

Sendo assim, encontram-se muitos experimentos e exemplos do dia-a-dia os quais tratam de exemplificar esse fenômeno, entre eles estão a absorção de água nos vegetais, equilíbrio hídrico em peixes (AMABIS; MARTHO, 1996 apud SANTOS; SANTOS, 2018), ou até mesmo a batata crua que as pessoas costumam colocar em suas comidas quando por algum motivo acabam salgando demais as mesmas sem intenção.

Com relação à crioscopia e suas características podemos entender que no solvente o abaixamento crioscópico acontece devido ao seu potencial químico em solução ser menor do que quando ele está puro, enquanto que a fase sólida (sendo formada apenas de solvente puro) permanece com seu potencial químico inalterado. Sendo assim para restaurar este equilíbrio entre as duas fases do solvente, a temperatura de congelamento deverá ser diminuída (HIOKA *et al.*, 2012).

Quando a temperatura baixar, acontecerá a igualdade entre os potenciais químicos das fases do solvente, que pode ser expressa através da equação

$$\mu_{A(l)}^{*(T_{f,p})} + RT \ln a_A = \mu_{A(s)}^{*(T_{f,p})} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que $\mu_{A(l)}^{*(T_{f,p})}$ é o potencial químico do solvente A, na fase líquida (l) ou sólida (s), o * indica espécies puras e a_A a atividade do solvente em solução, T a

temperatura e R a constante geral dos gases, uma vez que o lado esquerdo apresenta o potencial químico do solvente (A) em solução e o direito o potencial do sólido puro, os asteriscos indicam as espécies puras e aA , a atividade do solvente na solução, logo a diferença de potencial que aparece nessa equação, vem a ser a energia de Gibbs de fusão do solvente (HIOKA *et al.*, 2012.)

Sendo assim, podemos agora trabalhar com a ideia da energia de Gibbs, logo a fase mais estável é a sólida, pois a energia de Gibbs é mais baixa nela do que no líquido. Porém a adição de um soluto na fase líquida aumenta a entropia do sistema baixando assim a energia de Gibbs, como o soluto é apenas solúvel na fase líquida, na fase sólida a energia de Gibbs não se altera. Sendo assim o ponto de congelamento será mais baixo na presença de um soluto não volátil (ATKINS; JONES, 2012).

Assim como as outras propriedades coligativas, a crioscopia é utilizada para resolver situações problema do cotidiano, como, por exemplo, em cidades em que os invernos rigorosos juntam gelo nas calçadas e ruas, para eliminá-lo os moradores jogam sal nesses lugares a fim de que o gelo derreta por meio do abaixamento do ponto de congelamento da água, evitando possíveis acidentes. Outro exemplo está relacionado à produção de sorvetes caseiros, e no processo de conservação destes em dias quentes por vendedores e entregadores, como também na conservação de bebidas resfriadas em grandes eventos quando estas são armazenadas em caixa de isopor e com uma quantidade de gelo reduzida, sendo assim estes vendedores fazem uso do gelo mais o sal de cozinha (NaCl) para manter as bebidas congeladas por mais tempo usando da crioscopia (BARROS; MAGALHÃES, 2012).

Entretanto, apesar das propriedades coligativas estarem presentes em nosso cotidiano, o ensino das mesmas no ensino médio se dá muitas vezes de maneira isolada e de forma apenas conceitual, assim como outros conteúdos também são trabalhados da mesma maneira por professores da educação básica, seja por falta de conhecimento ou de materiais que não estão disponíveis para comunidade escolar. Além disso, alguns conteúdos apresentam uma maior complexidade em relação a outros, o que pode acarretar em uma maior dificuldade de aprendizagem se não for abordado de maneira correta.

O conceito de propriedades coligativas se enquadra dentro dos conceitos de difícil compreensão devido ao seu entendimento envolver diversas variáveis e de como essas interferem nos processos de evaporação, fusão e congelamento de uma

substância (SANTOS; WARTHA; SARMENTO, 2013). Uma das coisas que pode favorecer a falta de entendimento pelos alunos está associada à forma como o livro didático apresenta o conteúdo. Santos, Wartha e Sarmento fizeram um levantamento em livros aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático, buscando identificar possíveis aproximações e distanciamentos desse conteúdo com relação ao que é aceito pela comunidade científica, o que pode dificultar o entendimento do mesmo pelos alunos, ressaltando a importância do papel do professor para a transposição didática significativa.

Essa dificuldade de compreensão pelos alunos é evidenciada em uma pesquisa realizada por Campos e Veríssimo, em que eles investigaram as concepções de propriedades coligativas dos alunos, no trabalho estes foram convidados a responder questionários acerca da temática, depois de já terem estudado o conteúdo, apesar disso, muitos não conseguiram relacioná-las com questões atuais. Sendo assim, esses “resultados sugerem a necessidade de formulação de estratégias didáticas que promovam uma ampla discussão e aprendizagem em diferentes níveis de ensino deste conteúdo” (CAMPOS; VERÍSSIMO, 2015, p. 42).

Pensando nisto e na importância das propriedades coligativas para o ensino da química, destaca-se a necessidade de um ensino mais dinâmico por parte do aluno, dessa maneira envolvendo atividades investigativas para trabalhar este conteúdo.

Apesar das propriedades coligativas estarem presentes no cotidiano, na literatura encontram-se poucos artigos ou publicações sobre propriedades coligativas associadas ao ensino de química, especialmente quando se trata de uma das propriedades, seja no ensino médio ou superior. Dentre os trabalhos encontrados destacamos alguns.

Na pesquisa realizada por Campos e Verissimo (2015), eles propuseram que os alunos respondessem algumas questões acerca de todas as propriedades coligativas, e para avaliação das respostas foram criados critérios pelos autores como “resposta satisfatória”, pouco satisfatória”, “insatisfatória” e “nenhuma resposta”, as perguntas envolviam questões como “Quanto ao consumo humano, porque não podemos beber água do mar” (CAMPOS; VERISSIMO; 2013, p. 46) á “Dê exemplos de bebidas isotônicas”, (CAMPOS; VERISSIMO; 2013, p. 50), em nenhuma das perguntas houve um elevado nível de respostas satisfatórias,

revelando que os alunos não estão conseguindo fazer relações entre os conteúdos estudados na escola com o próprio cotidiano, por esse motivo utilizar de atividades e situações problema investigativas pode ajudar a melhorar essa realidade. Os autores ainda destacam que muitos dos alunos tem visões limitadas acerca da temática, e que é notável uma falta de conhecimentos prévios que seriam relevantes para os alunos, e ressaltam por fim a necessidade de metodologias mais ativas, que abranjam discussões em diferentes níveis de aprendizagem.

Em outro trabalho, Haroldo e Magalhães (2012), trazem a crioscopia como tema principal, no artigo, foi possível encontrar experimentos que podem ser utilizados para o ensino das propriedades coligativas no ensino médio, já que são de baixo custo, mostrando que o uso de experimentos pode fazer com que os alunos participem mais das aulas alcançando, assim, uma aprendizagem mais efetiva. Ao final do trabalho, os autores ressaltam que a participação dos alunos foi maior do que em anos anteriores, que percebeu-se também uma maior interação entre eles para tentar elaborar explicações para o efeito crioscópico, sendo assim o objetivo didático atingido.

Nesse contexto, é importante se trabalhar com uma metodologia que possibilita aos alunos fazerem uso de seus conhecimentos prévios e ao mesmo tempo promover que estes sejam sujeitos ativos no processo. A experimentação por meio da investigação pode instigá-los, visto que muitos ainda têm dificuldades em entender os aspectos conceituais das propriedades coligativas. Sendo assim, é de grande valia que o professor de química assuma um papel de mediador durante o processo de ensino e aprendizagem, propondo aos alunos a resolução de situações problema práticas que envolvam o conceito de crioscopia, proporcionado a eles pensarem de modo mais amplo e aprofundado, auxiliando no entendimento do conceito estudado.

4 METODOLOGIA

Nessa seção apresenta-se a classificação da pesquisa, o campo de estudo que a compõem, os instrumentos de coleta dos dados e o método de análise utilizado na interpretação dos resultados obtidos.

4.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza bibliográfica, que normalmente são realizadas “a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites” (FONSECA, 2002, p. 32). Nesta buscou-se fazer um levantamento sobre pesquisas já existentes envolvendo o uso de atividades investigativas a partir da resolução de problemas para promover a aprendizagem das propriedades coligativas, as quais foram publicadas no período de 2008 a 2018 nos anais do ENEQ.

Com relação à abordagem no tratamento dos resultados, a pesquisa teve uma abordagem qualitativa, pois visou analisar as propostas empregadas nos trabalhos através de categorias buscando compreender suas contribuições para a aprendizagem do conteúdo.

4.2 Campo da Pesquisa

O campo da pesquisa foi o Encontro Nacional de Ensino de Química por ser um evento dedicado a área do ensino de química, tendo abrangência nacional e apoio das principais agências de fomento do país, além de ser um espaço amplo para discussões com pesquisadores relevantes na área e tratar de publicações relacionadas ao tema investigado. A escolha dos trabalhos foi pensada de modo a atender os objetivos da pesquisa, visto que se pretendia entender como e se a experimentação investigativa está sendo utilizada para abordar as propriedades coligativas através dos trabalhos publicados para a partir disso poder lançar novas propostas.

4.3 Coleta de Dados

Foram selecionados os anais dos 10 últimos anos do ENEQ, através das páginas oficiais das edições dos congressos. Dentro delas iniciou-se a seleção dos trabalhos através do uso de palavras-chave como “propriedades coligativas,

crioscopia, tonoscopia, ebulioscopia e osmose”, para, assim, identificar aqueles relacionados ao tema em estudo, em seguida, utilizou-se de palavras como resoluções de problemas para encontrar trabalhos envolvendo o conteúdo e essa proposta de ensino especificamente. Após a coleta foi feita uma leitura flutuante a fim de estabelecer nesse momento os arquivos finais que seriam objetos do estudo.

4.4 Análises De Dados

Na análise dos dados desta pesquisa utilizou-se a análise de conteúdo, visto que buscou-se analisar as contribuições das atividades investigativas a partir da resolução de problemas por meio da experimentação para a aprendizagem das propriedades coligativas apresentadas a partir de pesquisas publicadas no ENEQ. Além disso, buscou-se identificar se a proposta apresentada nos trabalhos analisados caracteriza-se como uma atividade investigativa baseada na resolução de problemas. A análise de conteúdo se tornou a melhor opção, pois de acordo com Bardin esta é

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1997, p. 42).

Para a análise utilizou-se das três fases propostas por Bardin (1997): “1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação”.

Logo, na primeira fase a autora traz a ideia que esta possui 3 missões, sendo elas a escolha dos documentos para análise, as hipóteses e objetivos, e os possíveis indicadores que venham a fazer parte da interpretação final dos resultados (BARDIN, 1997). Fase esta que utilizamos para selecionar os artigos que estavam relacionados ao nosso campo de estudo, por meio de palavras chaves e leitura flutuante.

Na segunda fase, a autora ressalta que se a primeira for concluída levando-se em consideração todas as colocações, esta será nada mais que uma administração do que já foi decidido (BARDIN, 1997). Nesta fase após nos familiarizarmos com os dados foram elaboradas quatro categorias a posteriori, que emergiram dos resultados encontrados, a partir disso, foi possível classificar os trabalhos nelas,

sendo estas: 1. Trabalhos que envolvem a aprendizagem na educação básica; 2. Trabalhos que Abordam o processo de ensino e aprendizagem a partir de ações envolvendo a formação docente; 3. Trabalhos que analisam o conteúdo em livros didáticos; e 4. Trabalhos que envolvem uma pesquisa bibliográfica sobre o conteúdo.

A terceira e última fase, é o tratamento dos possíveis resultados, em que o analista fica responsável pela validação, síntese e interpretação com fins teóricos, e possíveis novas orientações do material obtido durante a pesquisa para novas análises (BARDIN, 1997). Nesta fase, os resultados, agora organizados nas categorias formuladas, foram analisados a luz do nosso referencial teórico, a partir do qual foi possível fazermos algumas inferências. Ao final da análise, elaboramos uma proposta de ensino pra abordar o conceito de crioscopia a partir de uma atividade investigativa baseada na resolução de um problema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta parte da nossa pesquisa apresentamos os resultados encontrados a partir de uma pesquisa bibliográfica envolvendo os anais do ENEQ. A partir desses resultados, elaboramos uma sequência didática para auxiliar na abordagem do conteúdo de propriedades coligativas utilizando como estratégia uma atividade investigativa a partir de uma situação problema.

A pesquisa bibliográfica envolveu os últimos 10 anos do evento, neste período encontramos um grande número de publicações (mais de 3 mil) voltadas a área de ensino de química. Dentro dos arquivos disponibilizados nos anais no período entre 2008 e 2018, realizou-se inicialmente uma seleção dos trabalhos que tratavam das propriedades coligativas.

5.1 Trabalhos envolvendo o conteúdo de Propriedades coligativas

Neste tópico apresentamos todos os trabalhos encontrados que envolveram de alguma forma a temática de propriedades coligativas. Na busca utilizamos palavras-chave que permitissem um melhor aproveitamento do tempo de pesquisa, foram selecionados todos os artigos que estavam relacionados com as palavras-chave “propriedades coligativas, crioscopia, tonoscopia, ebulioscopia e osmose”, em seguida realizou-se uma leitura flutuante dos trabalhos encontrados, afim de possibilitar o descarte daqueles que não tinham relação com o tema da pesquisa.

Com relação ao total de trabalhos encontrados nas edições pesquisadas, uma vez que as páginas oficiais de algumas delas estão desatualizadas, não foi possível saber o quantitativo real de trabalhos aceitos ao longo das seis edições, logo estimou-se ser mais de 6 mil publicações. Uma vez que nas edições cujas as páginas estavam atualizadas, sendo estas 2008, 2010 e 2016, foi possível determinar o total de trabalhos publicados, sendo este de 3 mil publicações. O baixo percentual de publicações nesta área de propriedades coligativas é preocupante visto a relevância para o ensino e a aprendizagem deste conteúdo. A seleção destas publicações envolveu resumos e trabalhos completos que tratavam especificamente das propriedades coligativas (de uma ou de todas).

A seguir apresentamos os títulos dos trabalhos encontrados, os quais foram identificados por letras como representado no quadro 1, a seguir.

Quadro 1. Trabalhos encontrados no período de 2008-2018.

TRABALHOS	ANO DE EDIÇÃO	TÍTULO	AUTORES – INSTITUIÇÃO
A (Trabalho Completo)	2008	PRODUZINDO APRENDIZAGENS EM QUÍMICA: SERÁ ISSO POSSÍVEL?	Jaqueline Alves de Almeida e Ana Luiza de Quadros (UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais).
B (Resumo)	2010	PROPRIEDADES COLIGATIVAS: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR ESTAGIÁRIOS DA DISCIPLINA ESTÁGIO SUPERVISIONADO	Josiane Silochi (UEM - Universidade Estadual de Maringá);
C (Resumo)	2010	TONOSCOPIA: ABORDAGENS ENCONTRADAS EM ALGUNS LIVROS DIDÁTICOS.	Wagner Alves Moreira (FASB - Faculdade São Bernardo); Claudia Maria Garcia Moreira (FAMARI - Colégio Famari);
D (Trabalho Completo)	2012	APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.	João Thiers Mendonça Santos, Edson José Wartha, Victor Hugo Vitorino Sarmiento (UFS - Universidade Federal de Sergipe);
E (Trabalho Completo)	2012	A REALIZAÇÃO DE MINICURSO COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE	João V. Escremin, Leandro Henrique Ribeiro Varão e Blyeny Hatalita

		<p>PROPRIEDADES COLIGATIVAS DENTRO DAS ATIVIDADES DO PIBID.</p>	<p>Pereira Alves (IFG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás);</p>
<p>F (Resumo)</p>	2012	<p>A UTILIZAÇÃO DE MINICURSO NA ABORDAGEM DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS DENTRO DAS ATIVIDADES DO PIBID.</p>	<p>Leandro Henrique Ribeiro Varão, Blyeny Hatalita P. Alves e Amanda Gabrielle da Silva (IFG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás);</p>
<p>G (Trabalho Completo)</p>	2016	<p>SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO TIC'S E EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS (CRIOSCOPIA E EBULIOSCOPIA).</p>	<p>Lucas Vendruscolo, Taciana Zoch e Alana Neto (UPF - Universidade de Passo Fundo);</p>
<p>H (Trabalho Completo)</p>	2016	<p>ASPECTOS EPISTÊMICOS E SEMIÓTICOS: ANÁLISE QUANTITATIVA DE UMA SEQUÊNCIA DE AULAS DA UNIDADE TEMÁTICA "PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES".</p>	<p>Joeliton Chagas Silva (CEER - Colégio Estadual Emeliano Ribeiro) e Adjane da Costa Tourinho e Silva (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática);</p>

I (Resumo)	2018	IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ESTUDANTES DA 2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO SOBRE PROPRIEDADES COLIGATIVAS.	Jean Michel dos Santos Menezes e Sidilene Aquino de Farias (UFAM - Universidade Federal do Amazonas);
J (Resumo)	2018	UMA ANÁLISE DOS TRABALHOS SUBMETIDOS AO ENEQ (2008-2016): EM FOCO O CONCEITO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS.	Miriã L. Guimarães, Karla R. Mota e Lidiane de L. S. Pereira (IFG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás);

Fonte: Dados da pesquisa.

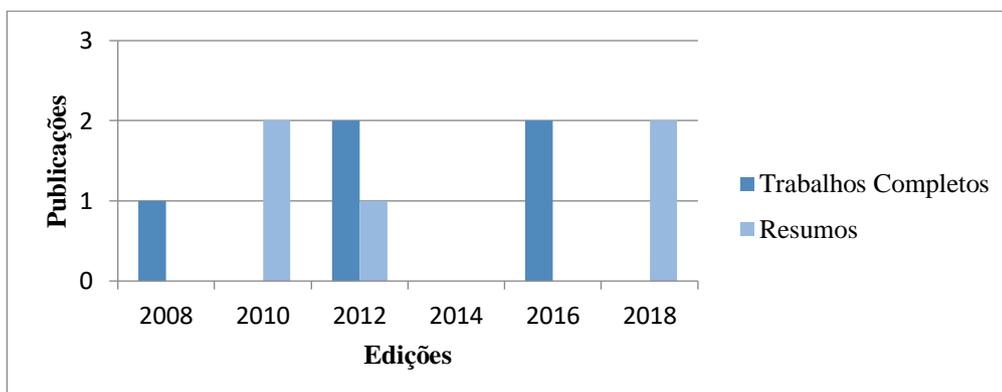
Ao longo do levantamento de dados foi possível observar a quantidade reduzida de trabalhos que trataram das propriedades coligativas nos últimos 10 anos no ENEQ, que é um congresso referência quando se fala de ensino de química. E um fator também alarmante é a falta de publicações na área em algumas edições, como, por exemplo, em 2014, que dentro do nosso campo de pesquisa não foi possível coletar nenhum resumo ou trabalho completo especificamente dentro da nossa temática.

Em 2008, após uma longa pesquisa foi possível identificar apenas uma publicação completa, que envolvia uma sequência didática que buscava compreender a evolução do conhecimento dos conceitos através de pré e pós testes a medida que realizava uma abordagem mais dialógica. Quando estendemos nossa busca a edição de 2010 encontramos um quantitativo de duas publicações na categoria de resumos, tendo a primeira seu foco no processo de ensino e aprendizagem envolvendo uma sequência didática, que incluía o conjunto de todas as propriedades coligativas, em contra partida a segunda era voltada especificamente ao estudo da tonoscopia e como esta estava apresentada em livros didáticos.

O ano de 2012 mostrou os melhores resultados quando tratamos de quantidade, apresentando três publicações acerca de nossa temática, de modo que dois desses trabalhos apresentavam versões completas e um deles na forma de resumo, porém vale destacar que o resumo apresentado e publicado é um recorte de um dos trabalhos completos dessa mesma edição.

Na edição seguinte, 2016, encontramos dois trabalhos completos. A penúltima edição, que aconteceu em 2018, nos trouxe mais dois resumos, somando assim dez trabalhos envolvendo o conteúdo de propriedades coligativas nos ENEQ dos últimos dez anos. Para um melhor entendimento representamos graficamente a distribuição dos trabalhos encontrados a seguir,

Gráfico 1. Distribuição de trabalhos completos e resumos ao longo dos 10 anos



Fonte: própria autora.

A escassez de trabalhos publicados sobre as propriedades coligativas é bastante preocupante, visto que em um evento que apresenta ao longo de 10 anos aproximadamente 6 mil publicações, apenas 10 encontram-se relacionados a esse tema. Vale ressaltar que dentro desse pequeno percentual existe uma parte ainda menor quando relacionamos as propriedades com a aprendizagem baseada em problemas. Considerando a importância das propriedades coligativas, uma vez que elas estão envolvidas em processos importantes da vida humana e em nosso dia a dia, além do fato de serem utilizados como aplicação da compreensão dos conteúdos relativos à energia de Gibbs e espontaneidade de processos, temos que pensar o que pode estar causando essa falta de interesse dos pesquisadores pelo tema.

Através dos trabalhos encontrados, foi possível observar um ponto chave, que pode ser um dos causadores desse desinteresse, seja para pesquisas ou no próprio ensino e aprendizagem dentro da sala de aula, que seriam as dificuldades na aprendizagem das propriedades coligativas, como ressalta Santos (2013), que a dificuldade de relacionar várias variáveis para poder compreender como elas interferem em processos previamente conhecidos (fusão, ebulição, evaporação), acaba muitas vezes por dificultar ainda mais a compreensão quando não trabalhada corretamente, o que pode ser consequência de diferentes fatores como, por exemplo, escassez de publicações sobre o tema, falta de situações problemas, de experimentos e até mesmo de sequências didáticas voltadas para essa temática, muitas vezes isso pode assustar quem tem pouco domínio na área, deixando, assim, o tema esquecido.

Dentro das limitações da quantidade de trabalhos encontrados e pensando na relação existente entre eles, foi possível classificá-los em quatro categorias que foram elaboradas a partir dos resultados encontrados, quadro 2.

Quadro 2. Classificação e distribuição de trabalhos por categoria

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DE CATEGORIA	Nº DE TRABALHOS POR CATEGORIA
1	Trabalhos que envolvem a aprendizagem na educação básica;	4
2	Trabalhos que abordam o processo de ensino e aprendizagem a partir de ações envolvendo a formação docente;	3
3	Trabalhos que analisam o conteúdo em livros didáticos;	2
4	Trabalhos que envolvem uma pesquisa bibliográfica sobre o conteúdo.	1

Fonte: Dados da pesquisa

Na categoria 1, enquadraram-se os trabalhos A, G, H e I, os quais abordam as propriedades coligativas no ensino básico através de sequências didáticas.

O trabalho A, trata de uma sequência didática que busca avaliar a evolução da construção do conhecimento sobre as propriedades coligativas por meio de uma abordagem dialógica, utilizando de pré-testes e pós-testes para coleta dos dados. Dessa forma, buscando entender como o processo desenvolvido contribuiu para a evolução da aprendizagem do conceito.

O trabalho G apresenta uma sequência didática que envolveu o uso das TIC's (Tecnologias da informação e comunicação) e a experimentação afim de possibilitar uma melhor compreensão do conteúdo e, por sua vez, a construção do conhecimento do aluno, isso pode ser observado no recorte a seguir,

[...] uma sequência didática foi elaborada para buscar a interação de atividades experimentais e novas tecnologias para o ensino de química. Pretendeu-se reforçar a importância da atividade experimental investigativa como forma de interação entre teoria e prática para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 5). (G)

O trabalho H apresenta um recorte de uma dissertação de mestrado que envolveu uma análise do uso de representações semióticas por um professor de química ao abordar o conteúdo de propriedades coligativas por meio de uma abordagem quantitativa, como podemos observar a seguir,

[...] buscamos analisar o uso de representações semióticas por um professor de Química em uma sala de aula de nível médio, enquanto ministrava o conteúdo químico "Propriedades Coligativas das Soluções", considerando as características das representações utilizadas e suas relações com as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, bem como com a articulação entre os aspectos particulares e generalizáveis dos fenômenos (CHAGAS; SILVA, 2016, p.01). (H)

E, por fim, o trabalho I, buscou identificar os conhecimentos prévios de estudantes do ensino médio sobre propriedades coligativas utilizando para isso questionários. A seguir apresentamos um recorte do trabalho destacando o objetivo da pesquisa

Esta pesquisa teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios de estudantes da 2ª série do Ensino Médio acerca do conteúdo químico Propriedades Coligativas. Para levantá-los foi utilizado um questionário,

onde constavam situações cotidianas relacionadas a fenômenos estudados em Propriedades Coligativas das Soluções (GUIMARÃES; MOTA; PEREIRA, 2018, p. 58). (I)

Mesmo dentro do processo de aprendizagem é possível perceber que os trabalhos seguem linhas distintas de pesquisa tendo para si o mesmo público alvo. Os trabalhos A e G, por exemplo, são os que mais se aproximam um do outro, à medida que fazem uso de sequências didáticas, ao mesmo tempo que A busca entender a evolução do processo através de uma sequência dialógica, e G busca através de sua sequência reforçar a importância da experimentação para compreensão do conteúdo, levando, assim, a construção do conhecimento dos alunos através das propostas. Por sua vez, o trabalho H tem uma visão mais quantitativa dos aspectos semióticos, à medida que aplica este conteúdo, distanciando-se um pouco do nosso foco central da experimentação baseada em problemas. Assim como o trabalho I, que traz um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as propriedades coligativas, algo que poderia ser estendido para uma pesquisa mais aprofundada, que, a partir dos resultados obtidos e tratados fosse sugerido, por exemplo, uma sequência didática que viesse a acompanhar o processo de aprendizagem, ou favorecer esse processo dentro da sala de aula.

A categoria 2, apresenta três trabalhos, sendo eles o B, E e F que estão relacionados com o processo de ensino e aprendizagem a partir de ações envolvendo a formação docente. O trabalho B trata de uma sequência de ensino realizada por estagiários, de modo que esta foi pensada em três momentos como descreve o recorte a seguir

Este trabalho trata de uma situação de ensino vivenciada na disciplina Estágio Supervisionado II, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Maringá. Em seus aspectos gerais, consiste no desdobramento de uma sequência didática desenvolvida com base nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angottie Pernambuco (2002) que se fundamentam nas tendências de estudos temáticos preconizados pelo educador Paulo Freire (SILOCHI, 2010, p.?) (B)

Os trabalhos E e F, apresentam a realização de um minicurso com ferramentas para o ensino de propriedades coligativas, sendo essas ferramentas: sínteses, roteiros, exemplos teóricos e aplicações do cotidiano, por licenciandos em química participantes do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID),

sendo o trabalho E a versão completa e o F um recorte na forma de resumo dos mesmos autores. Os Trabalhos visaram a inserção de licenciandos no cotidiano escolar possibilitando a abordagem do conteúdo por meio de práticas diferenciadas, como podemos observar a seguir

O objetivo geral foi promover a inserção dos estudantes do curso de licenciatura em Química no cotidiano de escolas da rede pública de educação, mediante realização de minicurso sobre Propriedades Coligativas, a fim de elevar a qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores. Além disso, contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, bem como auxiliar com acréscimo de novas práticas pedagógicas que visam fortalecer o vínculo entre teoria e prática (ESCREMIN; VARÃO; ALVES, 2012, p.?). (E)

O outro trabalho teve o seguinte objetivo

Alargar as relações entre teoria e prática, onde os discentes participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara, buscaram ofertar situações adicionais à construção do conhecimento [...]” (VARÃO; ALVES; SILVA, 2012, p. 1). (F)

Nos três trabalhos as atividades propostas estimulam uma mudança no papel do professor, de maneira que esse passa a ser um mediador da aprendizagem dos alunos, foi possível observar também o uso de situações problemas, seja como problematização inicial, ou como parte do processo dentro do minicurso, essa estratégia, como trazem Leite e Afonso (2001), centra a aprendizagem no aluno, o que causa grande mudança no papel do professor e este terá que se reorganizar dentro dos espaços e recursos utilizados para assim poder gerir o processo de ensino e aprendizagem.

Na categoria 3, encontramos dois trabalhos, C e D, os quais abordam as propriedades coligativas através da análise de livros didáticos, o que é uma quantidade reduzida de trabalhos, uma vez que o conteúdo é abordado a cada ano com novas turmas e encontrado facilmente nos livros didáticos.

Com relação ao trabalho C, este focou especificamente em uma das propriedades, a tonoscopia, destacando a forma como o conceito é abordado nos livros, fazendo uma crítica sobre as concepções errôneas que ainda estão presentes nesse recurso e que podem contribuir para uma construção equivocada do conceito, como o autor traz em sua fala, “A concepção ingênua de que a atração soluto/solvente causa aumento do ponto de ebulição é comum entre os estudantes

de Química. Como essa concepção está presente na maioria dos livros analisados, esses contribuem para manter essa concepção enganosa” (ALVES; MOREIRA, 2010, p. 1). (C)

Assim como o trabalho C, o D buscou, através da análise dos livros, entender as aproximações e distanciamentos do assunto de propriedades coligativas (PCs) através da transposição dos conteúdos apresentada nesse recurso didático, analisando em que se assemelham a ciência de referência e em que se distanciam, acabando, assim, por promover erros conceituais acerca da temática. Como destacado no recorte apresentado a seguir

Com base no que verificamos nos cinco LDs aprovados no PNLEM 2012, observamos a existência de três formas de explicar como surgem as PCs. Os LDEM I e IV apresentaram uma proposta de criação didática para o conceito de entropia, já os LDEM III e LDEM V, ao tentarem fazer uma criação didática (interações intermoleculares) para explicarem o surgimento das PCs, acabaram se distanciando muito da Ciência de Referência e induziram a um erro conceitual. O LDEM II apresentou uma aproximação em relação à Ciência de Referência, uma vez que se utilizou do conceito de entropia para explicar o surgimento das PCs (SANTOS; WARTHA; SARMENTO, 2012, p. 10). (D)

Estes trabalhos tiveram como objeto de estudo o livro didático, de maneira que foi possível perceber a relação direta entre eles à medida que os dois apresentam os conceitos e discutem os equívocos encontrados ao longo dos textos. O trabalho C apresentou apenas o conceito tonoscopia e as abordagens encontradas acerca desse tema nos livros, de maneira breve já que se tratava de um resumo, por outro lado o trabalho D, por se tratar de uma versão completa conseguiu explicar o porquê de acontecer equívocos sobre o conteúdo nos livros didáticos, mostrando, assim, através das propriedades coligativas as possíveis aproximações e distanciamentos do que seria uma referência base para o conteúdo.

A categoria 4 inclui trabalhos que envolveram pesquisas bibliográficas sobre o conteúdo, apenas o trabalho J enquadrou-se nesta categoria. Essa publicação apresenta-se na forma de resumo e traz uma seleção dos trabalhos publicados nos ENEQ nos anos de 2008 a 2016 envolvendo a temática de soluções aquosas e mais especificamente, as propriedades coligativas. Na pesquisa as autoras comentam o quantitativo encontrado fazendo menção, apenas, se estes são trabalhos completos ou na forma de resumo e reforçam a escassez de trabalhos apresentados como podemos observar no recorte a seguir

A análise dos dados permite afirmar que as discussões sobre a temática “Propriedades Coligativas” foram praticamente inexpressivas, dado que em mais de 3000 trabalhos apresentados ao longo das cinco edições, apenas 10 trabalhos contemplaram a discussão do conteúdo, sendo que apenas 4 aprofundaram o tema no formato de trabalho completo (GUIMARÃES; PEREIRA; MOTA, 2018, p. 58)

Apesar de se tratar de um estudo envolvendo uma pesquisa bibliográfica como o nosso, podemos observar que esse apenas teve um caráter de quantificar os trabalhos sobre o tema, sem levar em consideração a dinâmica na qual este foi abordado, como quais metodologias, recursos e estratégias de ensino foram utilizadas, além disso, estamos interessados em analisar como as atividades investigativas tem contribuído para a aprendizagem do conteúdo. Ao final desta primeira análise, encontramos apenas um trabalho que utiliza a experimentação baseada em problemas para promover a aprendizagem do conteúdo de propriedades coligativas, sendo assim, os resultados de tal análise estão descritos no tópico a seguir.

5.2 Trabalhos que envolvem a experimentação a partir da resolução de problemas como estratégia para promover a aprendizagem do conteúdo de propriedades coligativas

Quando restringimos nosso campo de pesquisa aos trabalhos que envolvem a experimentação baseada em problemas considerando uma atividade investigativa associado à aprendizagem do conteúdo foi possível perceber um campo de pesquisa ainda mais escasso. Entre as 10 publicações inicialmente encontradas, apenas o trabalho G apresenta aspectos de uma abordagem a partir da experimentação baseada na resolução de problemas, o que reforça ainda mais a necessidade de inserir essa proposta no ensino básico.

O trabalho G se trata de um trabalho completo, que nos permite uma análise mais aprofundada devido à quantidade de detalhes sobre o seu desenvolvimento. Dessa maneira tomaremos como partida alguns pontos de sua elaboração para essa discussão. Na introdução os autores apresentam a abordagem utilizada na pesquisa, podemos ver isso no seguinte trecho “uma sequência didática foi elaborada para buscar a interação de atividades experimentais e novas tecnologias

para o ensino de química” (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 1), o que reforça a experimentação como uma das bases para a construção desse trabalho, que poderia assim assemelhar-se ao nosso tema de estudo.

Uma vez trabalhando com um conteúdo e tendo como base uma abordagem investigativa, se faz necessário trazer para a discussão autores que trabalham com esses eixos, Desse modo, observou-se que o trabalho destaca autores como Carvalho e colaboradores (1999) e Barberá e Valdés (1996), levantando, assim, pontos importantes para experimentação baseada em problemas através das falas desses autores, como podemos observar no recorte a seguir

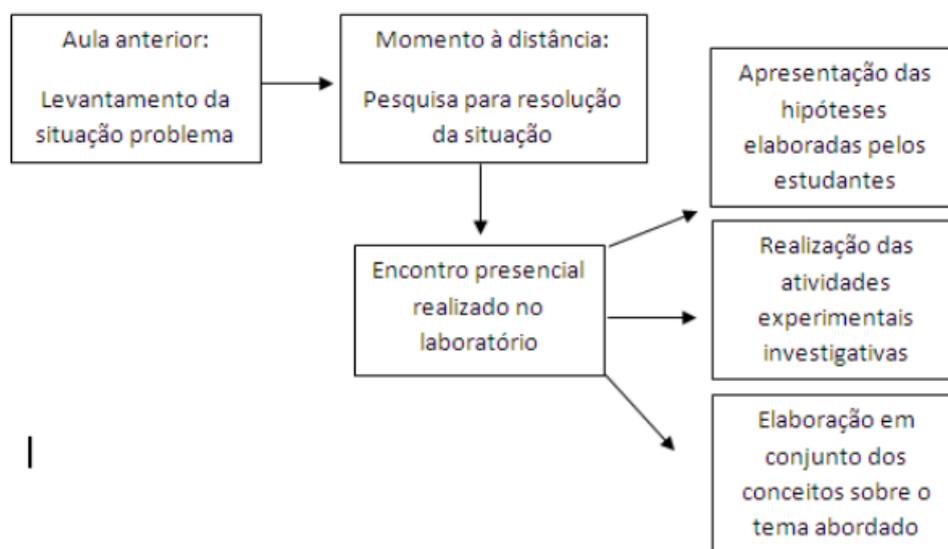
De acordo com Carvalho e colaboradores (1999), para que a atividade experimental tenha caráter investigativo e possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, a resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações características de uma investigação científica (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 4). (G)

E, também, na fala destacada por eles de “Barberá e Valdés (1996) apud Galiazzi *et al.* (2001) que as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais” (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 4).

Alguns dos autores apresentados por esse trabalho seguem a mesma linha de nossa base teórica, não todos, visto que este também faz uso das Tic's, logo apresenta outros autores dessa área, mas quando tratamos dos autores voltados a uma abordagem investigativa, podemos encontrar nele uma das autoras que usamos como referência para construção do nosso próprio referencial e que usa das ideias apresentadas para a construção de seus momentos sobre experimentação investigativa, que é o exemplo de Carvalho. Dessa maneira podemos observar o cuidado na construção da base teórica desse artigo, ao acrescentar autores que são referências para cada eixo apresentado assim como suas ideias principais.

Mediante a construção de um referencial é possível conhecer e adaptar muitas das propostas sugeridas por autores da área como base para construção de uma sequência didática válida para esse ensino. A seguir, encontra-se a sequência de momentos proposta neste trabalho analisado.

Figura 1. Sequência das atividades realizadas em cada encontro do trabalho G.



Fonte: ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 5.

Os autores apresentam nesse esquema a sequência na qual as atividades foram realizadas, dessa maneira podemos assemelhar este com os pontos destacados por Souza e Dourado (2015) que utilizam para realização desse tipo de atividade a elaboração do contexto problemático, a situação problema e sua resolução, seus resultados e sua auto avaliação. No entanto mesmo utilizando-se das ideias desses autores, Zoch, Vanz e Vendruscolo não fazem menção deles no seu referencial teórico. Em contra partida é possível observar que eles trouxeram a ideia de Carvalho (2013), tanto na proposta, quanto no referencial destacando que a resolução da situação problema deve vir atrelada à prática investigativa, de maneira que reforça a ideia do levantamento das hipóteses e das atividades experimentais, como está apresentado no esquema que foi desenvolvido presencialmente em aula por eles.

Durante essa sequência também foi possível observar algumas das situações problemas sugeridas como base inicial da investigação, como podemos ver adiante

-por que em países com inverno muito rigoroso onde ocorrem tempestades de neve, utiliza-se sal de cozinha nas ruas?, já para ebuliscopia: -quando temos água em ebulição, para cozinarmos massa, por exemplo, ao adicionarmos certa quantidade de sal de cozinha ocorre a interrupção do processo de ebulição? (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 7)

As situações problemas articulam-se bem com o conteúdo, porém quando tratamos da situação da propriedade de crioscopia, poderia ser mais interessante trazê-la para mais próximo da vivência dos alunos, visto que no nosso dia a dia não vivemos invernos tão rigorosos com geadas. Logo, ajustar a situação para o cotidiano do aluno poderá vir a despertar um interesse maior deste indivíduo diante das resoluções, pois muitas vezes, eles utilizam de sua própria vivência para levantar suas hipóteses e propor soluções para o problema.

A partir dessas situações e de sua problematização em sala, os alunos foram levados a acessar um blog de maneira remota, para buscar informações que os ajudassem a resolver os problemas propostos e compartilhá-las com os colegas de classe. Como já vimos antes, Souza e Dourado (2015) reforçam a ideia do aluno como ser atuante na construção do conhecimento neste tipo de aprendizagem baseado em problemas, mais ao mesmo tempo o professor mediador tem que dar subsídios para esses alunos. Por esse motivo, a ideia do blog se torna válida, visto que este possibilitou o desenvolvimento da autonomia dos alunos e disponibilizou neste meio, materiais alternativos que serviram como base para suas resoluções.

Vale ressaltar que antes mesmo dessa problematização sobre a resolução das situações problemas, os autores realizaram alguns experimentos sobre o conteúdo, o que inicialmente gerou dúvida quanto ao papel investigativo, de acordo com a maneira que eles descreveram

Para cada assunto foram realizadas atividades experimentais investigativas com materiais simples e de fácil aquisição, sendo que referente à crioscopia os estudantes deveriam “cortar” um cubo de gelo com o auxílio de um barbante e de cloreto de sódio (sal de cozinha). Perante os saberes de ebulioscopia mediu-se a temperatura de ebulição de 50 mL de água destilada. Após quatro amostras de mesma quantia de água foram separadas e se adicionou quantidades distintas de cloreto de sódio e sacarose em cada uma sendo medidas as temperaturas de ebulição de cada solução (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 7)

Logo após a primeira leitura não ficou claro se os alunos receberam um plano para executar o experimento ou apenas direcionamentos, porém nas falas que se seguiram foi possível identificar que o professor apenas mediou o processo deixando os alunos levantarem suas hipóteses, discutirem os resultados. Logo, o processo investigativo pode se dar de maneiras distintas, como ressalta Carvalho (2013), podendo ser elas, uma prática experimental demonstrativa ou até mesmo

situações com problemas não experimentais, o que, por vezes, pode levantar essas dúvidas, de acordo com a maneira que outra pessoa a descreve.

A coleta de dados no trabalho foi realizada a partir do desenvolvimento da experimentação e a avaliação do processo se deu de maneira contínua, e registrada através de vídeos que “deveria ser informativo, uma reportagem de jornal ou uma paródia música, onde os estudantes deveriam expressar-se de maneira clara e objetiva, dando a possibilidade de todos compreenderem os fenômenos e suas aplicações tecnológicas” (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 7), desse modo atrelando um pouco mais o uso das tic's durante o processo.

Alguns pontos chaves dos resultados devem ser ressaltados. O primeiro ponto são as respostas utilizadas pelos alunos nos questionários prévios, que, muitas vezes, são deixados de lado, o que nos despertou uma curiosidade nesse trabalho, foi perceber que muitos dos alunos, já observaram a influência do soluto no solvente, porém, ainda não tinham propriedade pra explicar quimicamente esses eventos, como foi possível observar na fala destacada pelos autores “na colocação do estudante A, quando questionado sobre o aumento da temperatura de ebulição: “deve acontecer sim, pois quando coloco açúcar no meu café ele parar de ferver um pouco” (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 8), esses dados serviram para um comparativo após a sequência didática, ajudando a compreender o andamento da construção do conhecimento pelos alunos.

Um segundo ponto que vale apenas ressaltar é o uso do blog, de maneira que a ideia, era servir como base de materiais e compartilhamento de informações, no entanto, não mostrou resultados satisfatórios inicialmente, como assim destacou os próprios autores “aquisição de informações vagas e sem validade científica” (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 8). O terceiro ponto destacado foi a resolução da situação problema a partir da atividade experimental

Na atividade experimental envolvendo crioscopia notou-se a dificuldade de elaborar hipóteses para os fenômenos que seriam realizados, onde a maioria apenas queria “ver” o que iria ocorrer. Durante a realização da atividade, os resultados foram anotados nos cadernos dos estudantes, mas estes não conseguiam interpretar os mesmos para posterior discussão, sendo que o professor colaborou para análise de dados e discussão da teoria sobre o abaixamento da temperatura de fusão [...] (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 8).

Essa dificuldade dos alunos pode ter sido gerada pela falta de direcionamento durante a própria realização, o professor como mediador, deve estar sempre atendo a instigar esses alunos durante a prática, com perguntas, suposições, de maneira a levar o aluno a buscar resolver essas dúvidas que apareçam no meio do processo. Não podemos descartar também a possibilidade desse aluno nunca ter trabalhado antes nesse papel ativo, e tudo isso leva um tempo para que este se situe dentro dessa nova proposta.

O quarto e último ponto relevante, nos leva a considerar a importância do ensino baseado em problemas para a aprendizagem das propriedades coligativas. Trataremos aqui apenas da crioscopia, nesse momento, de maneira que é possível observar como esse processo ocorre à medida que analisamos os resultados apresentados pelos autores. Inicialmente foi possível notar a dificuldade e resistência inicial apresentada pelos alunos quando se atrelou a situação problema ao conteúdo

pode-se observar a dificuldade dos estudantes em buscar e elaborar uma explicação científica para a situação problema levantada, isso se deve ao fato de os mesmos sempre receberam conceitos prontos precisando apenas decorá-los e reproduzi-los (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 8).

Esse trecho mostra que é compreensível diante da nova proposta adotada. Logo, também é possível observar que

Na atividade experimental envolvendo crioscopia notou-se a dificuldade de elaborar hipóteses para os fenômenos que seriam realizados, onde a maioria apenas queria “ver” o que iria ocorrer. Durante a realização da atividade, os resultados foram anotados nos cadernos dos estudantes, mas estes não conseguiam interpretar os mesmos para posterior discussão, sendo que o professor colaborou para análise de dados e discussão da teoria sobre o abaixamento da temperatura de fusão, onde a interação do sal com o gelo forma uma solução e esta tem o ponto de fusão menor do que as substâncias puras (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 8).

Sendo assim, podemos perceber que alguns alunos apresentaram dificuldades de compreender o conteúdo mesmo quando envolvendo as atividades experimentais junto a situações problemas. Por esse motivo, o professor tem um papel fundamental de mediar essas atividades a fim de situar os alunos nessa nova proposta, não permitindo que estes fiquem dispersos e percam o foco na atividade. Além disso, após a resolução do problema e atividades experimentais, uma simples

discussão mediada pelo professor pode conduzir os alunos a fazer a ponte entre o conteúdo e a situação problema tratada, como é possível observar em

Após as discussões o estudante A, já referido afirmou: “estamos utilizando o sal, portanto ele está dissolvendo na água, daí temos uma solução, por isso está possibilitando cortar o gelo, eu tinha lido sobre isso no material do blog”. Pode-se perceber claramente que após a realização da atividade, os estudantes realizaram uma ligação entre os saberes práticos e teóricos estudados por eles (ZOCH; VANZ; VENDRUSCOLO, 2016, p. 9).

Dessa maneira, a sequência se torna válida, porém, para obter melhores resultados às vezes se faz necessário pequenos ajustes, situações e problemas mais detalhados, experimentos mais ativos, de maneira que estes alunos sejam responsáveis por realizá-los diretamente. Dessa maneira e através das experiências adquiridas, todos os processos podem ser reajustados.

Diante do levantamento dos dados ao longo dos 10 anos e da análise do único trabalho encontrado relacionada ao nosso tema de estudo, é notável a escassez de publicações voltadas para a área de propriedades coligativas, principalmente, quando relacionada com atividades investigativas para o ensino básico, seja por dificuldade do conteúdo ou falta de propostas de aplicabilidade. É de extrema importância que surjam novas propostas para o ensino destas propriedades, pensando nisso e com base em nossos estudos, e resultados obtidos dentro das seis últimas edições do ENEQ, elaboramos uma proposta investigativa para as propriedades coligativas, de maneira que nesse momento direcionaremos essa proposta para o ensino da crioscopia. Vale ressaltar que esta poderá ser adaptada pelos professores de acordo com a necessidade da turma e a realidade da escola.

5.3 Uma proposta usando a experimentação baseada em problemas para o ensino da propriedade coligativa crioscopia

A proposta foi criada a partir de embasamentos levantados pelos autores apresentados em nosso referencial. Para uma melhor organização, no APÊNDICE A está disponível a sequência didática elaborada na íntegra. A proposta conta com quatro momentos distintos, sendo eles realizados através de atividades escritas e experimentais ao longo dos momentos. Pensando em identificar o conhecimento prévio dos alunos para um melhor acompanhamento da construção da

aprendizagem, optamos por iniciar essa proposta com um questionário prévio (APÊNDICE B), em que uma das perguntas utilizadas está no recorte a seguir

Figura 2: Recorte questionário 1

1) Em festas de rua os vendedores que estão em locais sem refrigeradores ou freezer utilizam algumas estratégias para gelar e manter as bebidas geladas nas caixas de isopor, em qual situação descrita a seguir, você acha que as bebidas gelarão mais rapidamente e se manterão geladas por mais tempo? Justifique sua escolha.



Fonte: compilação do autor¹

Fonte: própria autora.

Nesse momento não buscamos respostas certas ou erradas, queremos apenas conhecer as concepções prévias dos alunos para, assim, identificar a compreensão deles sobre o fenômeno, entendendo como estes se saem quando atrelamos conceitos químicos ao cotidiano. Como já sabemos, as abordagens investigativas podem abranger atividades e métodos distintos, e, nesse momento, usaremos de dois deles para dar continuidade à proposta. O primeiro está relacionado à resolução de problemas e o segundo à investigação a partir de situações de nosso cotidiano. Vale ressaltar que, quando se trata de resolução de problemas, Leite e Alfonso (2001), nos recordam a mudança no papel do professor, de maneira que esse tem apenas um papel de mediador nesse processo, utilizando, por vezes, problemas do cotidiano do aluno, a fim de aproximar os alunos da situação problema. Baseando-se nisso, o segundo momento foi estruturado, e conta inicialmente com a seguinte situação problema (APÊNDICE C):

-A mãe de Pedro vende gelados e sorvetes em casa. A cidade onde ela mora está completando aniversário e a prefeitura está organizando uma festa, então ela decidiu vender seus produtos durante a festividade. Mas como ela poderá mantê-los gelados sem a freezer que tem em casa?

Ou seja, se trata de uma problemática simples, que está relacionada com o dia a dia de muitos alunos e que facilmente pode ser relacionada com um experimento, se tiver um direcionamento/mediação junto a ela. Isso nos faz recordar a fala de Carvalho (2013) quando afirma que uma sequência que busca levar o aluno a construir determinados conceitos pode e deve relacionar situações problemas com atividades manipulativas, sejam elas experimentais ou outras que tenham o mesmo contexto. Desse modo e partindo da ideia mais uma vez de professor mediador, nesse momento ele deve estimular a elaboração de hipóteses pelos alunos a partir do problema apresentado. Então, pode-se levantar questionamentos como:

O que você propõe para ajudar a mãe de Pedro? Explique o que você acha que irá acontecer com os picolés, gelados e sorvetes se a mãe dele usar a sua sugestão? E por que você acha isso?

Nesse momento e em grupo, os alunos tem que buscar uma solução viável para resolver a possível situação da mãe de Pedro, o professor fica responsável por instigar essas soluções sem resolvê-las, e os alunos precisam anotar suas hipóteses iniciais antes de iniciar a experimentação. Em seguida, o professor deve disponibilizar alguns materiais e reagentes que os alunos possam utilizar durante a investigação, dentre os quais foram sugeridos os apresentados no quadro a seguir 3.

Quadro 3. Materiais e reagentes utilizados

Materiais e reagentes
Termômetros
Bloco de notas
Recipientes plásticos ou caixas de isopor pequenas

Sal de cozinha (Cloreto de sódio)
Açúcar
Gelo
Sorvetes/Picolés

Fonte: Própria autora

A partir do material disponibilizado o professor organizará a turma em grupos, favorecendo o trabalho colaborativo entre os alunos. Os grupos não devem ser muito grandes, para que todos os alunos possam participar de forma efetiva da investigação. Em seguida, poderá conduzir os alunos da seguinte forma:

Agora, a partir dos materiais disponíveis, elabore um experimento para testar se o que você propôs realmente irá ajudar a mãe de Pedro a manter os produtos gelados. Primeiramente, descreva no bloco de notas quais materiais e reagentes você irá utilizar e como você irá fazer, depois realize o experimento e anote tudo o que foi observado.

Nesse momento, o professor ficará responsável por organizar os grupos, orientá-los no uso de algum material caso houver dúvidas, e instigar os alunos a cada nova dúvida que surgir, seu papel fundamental é de mediador do processo. E, após finalizada a experimentação, trazer a discussão dos grupos antes reservadas para o grande grupo, podendo fazer uso das perguntas:

1. *Quais foram as hipóteses elaboradas inicialmente por vocês?*
2. *Como vocês realizaram o experimento?*
3. *O que vocês observaram e como vocês explicariam o fenômeno?*
4. *Que novas hipóteses vocês formularam para explicar o que foi observado no experimento?*

Nesse momento, é importante que cada grupo descreva o que fez e as hipóteses elaboradas, pois isso irá estimular a discussão entre os grupos, principalmente entre aqueles que podem ter encontrado resultados diferentes, promovendo, assim, o desenvolvimento da habilidade de argumentação pelos alunos. A partir das colocações dos alunos o professor será capaz de dar

continuidade em sua discussão explanando, assim, os resultados encontrados pelos alunos e disponibilizando materiais alternativos que possam auxiliar na sistematização do conhecimento produzido por eles (ANEXO A). Nesse momento, o professor pode solicitar que os alunos façam um relato do que foi realizado, dos resultados obtidos e suas conclusões, relacionando, assim, o que foi desenvolvido na atividade e o conhecimento científico.

O terceiro momento proposto se trata de uma aula expositiva dialogada, de maneira que o professor discutirá as propostas que surgiram, apresentará detalhadamente as propriedades e relacionará as hipóteses com os experimentos propostos, sistematizando com a turma todo conhecimento adquirido ao longo do processo. Isso está de acordo com o que Carvalho (2013) destaca em seu trabalho, de que o momento da sistematização é um dos pontos-chaves desse processo, e nos recorda a importância desse momento para o aluno, tornando-se, assim, um momento de revisão de tudo que foi aprendido naquela atividade.

O nosso último momento envolve um processo avaliativo. Vale lembrar que a avaliação também se dá como um processo contínuo, porém buscando identificar a evolução desses alunos, pode-se aplicar um segundo questionário, APÊNDICE D, no qual algumas questões serão replicadas e adicionadas novas questões, para que a gente possa compreender como se deu o processo de aprendizagem do conteúdo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande quantitativo de trabalhos publicados durante os 10 anos reforça o importância desse evento para a área da química, porém, quando feito um levantamento acerca de conteúdos específicos, como no caso das propriedades coligativas, foi possível observar a escassez de publicações neste viés, o que torna este resultado preocupante, visto a importância do evento. Foi possível também mesmo diante de um congresso desse porte, observar que alguns pontos podem dificultar a busca de dados durante a pesquisa nesse evento, como páginas desatualizadas e arquivos não pesquisáveis são alguns exemplos dessas dificuldades, que podem vir a ser contornadas de acordo com o caminho de sua pesquisa.

O quantitativo de 10 trabalhos selecionados entre os 6 mil estimados, destacou a falta de publicações sobre propriedades coligativas, o que nos levou a tentar compreender melhor como estavam distribuídos esses trabalhos. Por esse motivo, analisamos os mesmos através de categorias, dentre as quais nos detivemos a que trata as propriedades coligativas no âmbito da educação básica, apresentando 4 trabalhos no total, no qual apenas 1 traz uma proposta de propriedades coligativas associada a uma atividade investigativa por meio de situações problemas.

Quanto à categoria de trabalhos que investigam as propriedades coligativas através de pesquisa bibliográfica, o campo foi ainda mais escasso, encontrando-se apenas um trabalho na forma de resumo, no qual apresentava-se apenas dados quantitativos quanto ao nº de publicações, não trazendo informações relevantes como, campo da pesquisa, metodologias e eixos utilizados em cada um dos trabalhos apresentados.

Sendo assim, a partir da escassez do uso de atividades investigativas envolvendo a experimentação baseada em problemas, nossa proposta se mostra válida e exclusiva (dentro do período dos 10 anos) em trabalhos apresentados no encontro nacional de ensino de química, de maneira que esta possibilitou também a criação de uma proposta de ensino para esse tipo de investigação, a fim de iniciar esse processo de novas pesquisas e propostas de ensino para o conteúdo das propriedades coligativas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A., QUADROS, A. L. Produzindo Aprendizagens Em Química: Será Isso Possível? *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**, 2008, Curitiba, PR. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/trabalhos.htm>>. Acesso em: 28, jan., 2021.
- ATKINS, P. W., JONES, L.. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: _____. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARROS, H. L. C., MAGALHÃES, W. F. **Efeito Crioscópico**: Experimentos Simples e Aspectos Atômicos-Moleculares. Química Nova na Escola, Fevereiro, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL, Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.
- CAMPOS, A. F.; VERISSIMO, V. B. Concepções dos estudantes de química sobre as propriedades coligativas das soluções. **Rev. Dynamis**, FURB, Bumenal, 2015.
- CARVALHO, A., M., P., **O ensino das ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativo**. São Paulo, 2013.
- CHAGAS; J. C.; SILVA; A. C. T. Aspectos Epistêmicos e Semióticos: Análise Quantitativa De Uma Sequência De Aulas Da Unidade Temática “Propriedades Coligativas Das Soluções”. *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**. 2016, Florianópolis - SC. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/>>. Acesso em: 02, fev., 2021.
- ESCREMIN, J. V, J.; VARÃO, L. H. R.; ALVES, B. H. P. A Realização De Minicurso Como Ferramenta No Ensino De Propriedades Coligativas Dentro Das Atividades Do Pibid. *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**. 2012, Salvador - BA. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/index>> Acesso em: 02, fev., 2021.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. UEC, Fortaleza, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999

GOI, M. E. J., BORBA, F. I. M. O. Metodologia De Resolução De Problemas Articulada À Experimentação No Ensino De Ciências: Uma Revisão De Literatura Realizada No Encontro Nacional De Ensino De Química. **Rev. Ciências & Ideias**, n.2, v.10, p. 169-189, 2019.

GOI, M. E. J., SANTOS, F. M. T. Laboratório experimental e resolução de problemas: construção do conhecimento químico. **Research, Society and Development**, n. 2, v.9, p. 1-38, 2020.

GUIMARÃES, M. L.; PEREIRA, L. L. S. Uma Análise Dos Trabalhos Submetidos Ao Eneq (2008-2016): Em Foco O Conceito De Propriedades Coligativas. *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**. 2018, Rio Branco - AC. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1Q9FAJgMEDqRkixrjKf5Li2FEYh2sE6N4/view>>. Acesso em: 03, fev., 2021.

HIOKA, N. et al. Determinação da massa molar por crioscopia: terc-butanol, um solvente extremamente adequado. **Química Nova na Escola**, n. 5, v. 25, p. 844-848, 2002.

KLEIN, V., BARIN, C. S. Experimentação Baseada Na Resolução De Problemas Para O Ensino De Química Na Modalidade Eja. Santa Maria. I Encontro nacional de ensino das ciências, **Anais**. 2017.

LEITE, L., AFONSO, A. S. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. XIV Congresso de Enciga, **Anais**. 2001.

LIMA, F. S. C., ARENAS, L. T., PASSOS, C. G. A Metodologia De Resolução De Problemas: Uma Experiência Para o Estudo Das Ligações Químicas. Porto Alegre. **Quim. Nova**, n.4, v.41, p. 468-475, 2018.

MENEZES, J. M. S.; FARIAS, A. Identificação Dos Conhecimentos Prévios De Estudantes Da 2ª Série Do Ensino Médio Sobre Propriedades Coligativas. *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**. 2018, Rio Branco - AC. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1Q9FAJgMEDqRkixrjKf5Li2FEYh2sE6N4/view>>. Acesso em: 03, fev., 2021.

MOREIRA, W. A. GARCIA, M. M. Tonoscopia: Abordagens Encontradas Em Alguns Livros Didáticos. *In*: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, **Anais**. 2010, **Brasília - DF**. Disponível em: < <http://www.sbg.org.br/eneq/xv/trabalhos.htm>>. Acesso em: 28, jan., 2021.

SANTOS, J. T. M., WARTHA, E. D., SILVA, E. L., SARMENTO, V. H. V. Propriedades Coligativas: Aproximações e Distanciamentos em Relação ao Conhecimento de Referência Presentes em Livros Didáticos de Química. **Rev. de Educação, Ciências e Matemática**, n.1, v.3, p. 1-15.

SANTOS, J. T. M.; WARTHA, E. J.; SARMENTO, V. H. V. Tonoscopia: Abordagens Encontradas Em Alguns Livros Didáticos. *In: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, Anais*. 2012, Salvador - BA. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/index>>. Acesso em: 02, fev., 2021.

SANTOS, M. G., BASTOS, W. G. Medindo a Pressão Osmótica de Soluções em Osmômetro Construído com Membrana de Ovos de Aves. São Paulo: **Química Nova Escola**, n 3, v.40 p. 209-213, 2018.

SILOCHI, J. Propriedades Coligativas: Uma Sequência De Ensino Por Estagiários Da Disciplina Estágio Supervisionado *In: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, Anais*. 2010, Brasília - DF. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/trabalhos.htm>>. Acesso em: 28, jan., 2021.

SILVEIRA, J. A.O. **Características das Atividades investigativas expressas nas monografias do curso de especialização em ensino de ciências por investigação no período de 2010-2012**. 2014. 39f. Trabalho de conclusão de curso (monografia). ENCI, Universidade Federal de Minas Gerais – UFGM, Belo Horizonte, 2014.

SOUZA, S. C., DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. HOLOS, n.31, v.5, 2015.

VARÃO, L. H. R.; ALVES, B. H. P. A.; SILVA, A. G. A Utilização De Minicurso Na Abordagem De Propriedades Coligativas Dentro Das Atividades Do Pibid. *In: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, Anais*. 2012, Salvador - BA. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/index>>. Acesso em: 02, fev., 2021.

VENDRUSCOLO, L.; ZOCH, T.; NETO, A. Sequência Didática Envolvendo Tic´S E Experimentação Para O Ensino De Propriedades Coligativas (Crioscopia e Ebulioscopia). *In: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, Anais*. 2016, Florianópolis - SC. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/>>. Acesso em: 02, fev., 2021.

VIEIRA, F. A.C. Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino, 2012. **Tese (Doutorado)**- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

ZOMPERO, A. F. et al. Ensino Por Investigação E Aproximações Com Aprendizagem Baseada Em Problemas. **Debates em Educação**, n.25, v.11, p.222-239, 2019.

ZOMPERO, A. F., LABURU, C. E. Atividades Investigativas no Ensino das Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. Belo Horizonte: **Rev. Ensaio**, n.3, v.13, p.67-80, 2011.

APÊNDICE A – Planejamento de Aula**Disciplina:** Química**Professora:** Isabela Paula**Turma/Série:** 2º ano (Ensino Médio)

Planejamento da aula nº 01		
Objetivo: Identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a propriedade coligativa crioscopia.		
Atividade nº. 1	Conteúdos Abordados	Tempo Didático
Questionário com questões do cotidiano para fazer um levantamento do conhecimento dos alunos sobre propriedades coligativas, em especial a crioscopia.	Propriedades coligativas	50 mim
Recursos didáticos	Questionário 1 (APÊNDICE B)	
Espaço físico	Sala de aula	
Organização dos alunos nas atividades	Individualmente	
Planejamento da aula nº. 02		
Objetivo: Compreender o conceito de crioscopia a partir de uma situação problema por meio da experimentação.		

Atividade nº. 2	Conteúdos Abordados	Tempo Didático
<p>1. Investigação de uma situação problema envolvendo a propriedade crioscopia para iniciar a problematização.</p> <p>2. Levantamento de hipóteses por parte dos alunos.</p> <p>3. Desenvolvimento de um experimento visando observar o fenômeno.</p> <p>3. Elaboração de novas hipóteses e socialização com a turma.</p>	<p>Ponto de congelamento, espontaneidade da transição de fase em determinadas condições de T e p, interação entre o soluto e o solvente, diminuição do ponto de congelamento do solvente.</p>	<p>1h e 40 min</p>
<p>Recursos didáticos</p>	<p>Situação problema (APÊNDICE C), recipientes plásticos, gelo, cloreto de sódio, açúcar, sorvetes, termômetros e blocos para anotações.</p>	
<p>Espaço físico</p>	<p>Laboratório de ciências ou na sala de aula.</p>	
<p>Organização dos alunos nas atividades</p>	<p>Em grupos de 4 ou 5 alunos.</p>	
<p>Planejamento da aula nº. 03</p>		
<p>Objetivo: Aplicar o conhecimento discutido na situação problema durante uma aula expositiva dialogada.</p>		

Atividade nº. 1	Conteúdos Abordados	Tempo Didático
1. Aula expositiva dialogada sobre as propriedades coligativas, com foco na crioscopia. 2. Uso de exemplos do cotidiano para reforçar o entendimento do conteúdo.	Propriedades coligativas (crioscopia) no cotidiano.	1h e 40 min
Recursos didáticos	Computador, data-show, quadro/piloto.	
Espaço físico	Sala de aula	
Organização dos alunos nas atividades	No grande grupo	
Planejamento da aula nº. 04		
Objetivo: Analisar como se deu o entendimento do conceito de crioscopia pelos alunos a partir das atividades desenvolvidas.		
Atividade nº. 1	Conteúdos Abordados	Tempo Didático
1. Aplicação de um questionário com os alunos que responderam o pré-questionário, e que participaram da resolução da situação problema.	Propriedade coligativa (crioscopia)	50 min
Recursos didáticos	Questionário 2 (APÊNDICE D)	
Espaço físico	Sala de aula	
Organização dos alunos nas atividades	Estudantes divididos individualmente.	

APÊNDICE B – Questionário 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

ORIENTANDA: ISABELA PAULA DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA SOUZA



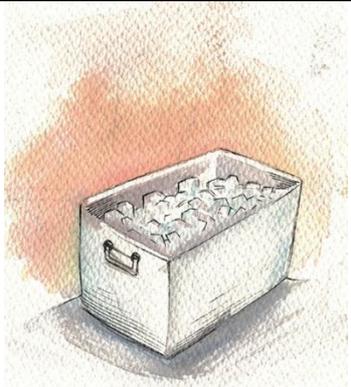
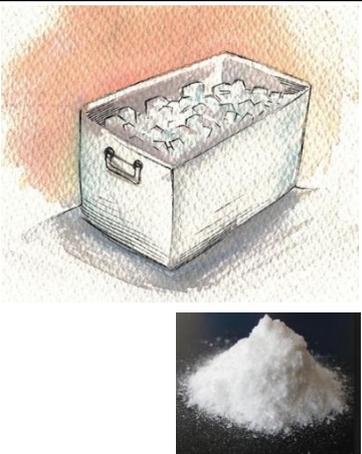
TCC: AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA DE 2008-2018

Série: _____

Aluno _____

1º Questionário

1) Em festas de rua os vendedores que estão em locais sem refrigeradores ou freezer utilizam algumas estratégias para gelar e manter as bebidas geladas nas caixas de isopor. Em qual situação descrita a seguir, você acha que as bebidas gelarão e se manterão geladas por mais tempo? Justifique sua escolha.

		
<p>A) Colocar gelo na caixa de isopor com as bebidas.</p>	<p>B) Colocar gelo e sal na caixa de isopor com as bebidas.</p>	<p>C) Colocar água gelada na caixa de isopor com as bebidas.</p>

Fonte: compilação do autor¹

¹<https://paladar.estadao.com.br/noticias/comida,como-calculer-a-quantidade-de-gelo-para-uma-festa,10000011526>
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/e-possivel-emagrecer-tomando-agua-gelada.htm>

2) Você acha que ocorrem mudanças nas propriedades físicas da água quando dissolvemos (misturamos) algo nela? Justifique sua resposta.

3) Com base nas questões 1 e 2, você poderia associar algum conceito químico? Explique brevemente com suas palavras o conceito.

APÊNDICE C – Situação Problema

1. A mãe de Pedro vende gelados e sorvetes em casa. A cidade onde ela mora está completando aniversário e a prefeitura está organizando uma festa, então, ela decidiu vender seus produtos durante a festividade. Mas como ela poderá mantê-los gelados sem a freezer que tem em casa?

2. Proponha uma estratégia para resolver esta situação, levante hipóteses e explique o que você acha que irá acontecer com os picolés, gelados e sorvetes da mãe de Pedro? E por quê?

Agora a partir dos materiais disponíveis elabore um experimento para testar se o que você propôs realmente irá ajudar a mãe de Pedro a manter os produtos gelados. Primeiramente descreva no bloco de notas quais materiais e reagentes você irá utilizar como você irá fazer, depois realize o experimento e anote tudo o que foi observado.

3. Que novas hipóteses você formulou para explicar o que você observou no experimento?

APÊNDICE D – Questionário 2**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO****ORIENTANDA: ISABELA PAULA DA SILVA****ORIENTADORA: ANA PAULA SOUZA**

TCC: AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA DE 2008-2018.

Série: _____

Aluno _____

2º Questionário

1) Certo dia na casa de praia, Maria resolveu encher uma forma de gelo com água do mar. Sem perceber, a mãe dela colocou no congelador (na qual a temperatura fica em torno de -1°C) a forma com água do mar e outras que ela havia colocado água “mineral”. Passado algum tempo, o que você acha que aconteceu? Em qual das formas a água congelou, a de Maria ou a de sua mãe? Explique como chegou a sua conclusão. Se necessário utilize dos dados a seguir para resolver esta questão. Dados: Temperatura de congelamento(água mineral = 0°C ; água do mar) $\cong -2^{\circ}\text{C}$.

2) Por que há diferenças no que aconteceu nas formas colocadas pela mãe de Maria no congelador? Justifique.

3) Você poderia associar a explicação para o fenômeno observado a qual conceito químico? Explique brevemente com suas palavras o conhecimento ao qual você relacionou essa situação.

ANEXO A - Material de Apoio

Fazer sorvete para aprender sobre abaixamento da temperatura de congelamento

Fer sorbets per aprendre sobre la disminució de la temperatura de congelació

Making ice cream to learning about the freezing temperature depression

Martha Maria Andreotti Favaro, Gustavo Giraldo Shimamoto, Celso Aparecido Bertran e Adriana Vitorino Rossi / Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química (Brasil)



resumo

O trabalho descreve um experimento versátil e acessível que utiliza materiais e produtos domésticos para ilustrar e discutir a propriedade coligativa de abaixamento da temperatura de congelamento. A abordagem é contextualizada e interdisciplinar e envolve trabalho cooperativo, o que favorece o desenvolvimento de habilidades e competências que facilitam o processo de ensino-aprendizagem, além de motivar os participantes. Esta proposta já foi aplicada com sucesso para um grupo de cinquenta estudantes e outro grupo de cinquenta professores, todos do ensino médio de escolas públicas de Campinas (São Paulo, Brasil) e região.

palavras-chave

Sorvete, propriedade coligativa, emulsão, experimentação contextualizada.

resum

A l'article es descriu un experiment que utilitza materials versàtils i assequibles i productes d'ús domèstic per il·lustrar i discutir la disminució de la propietat col·ligativa de temperatura de congelació de les mesclures. L'enfocament és interdisciplinari i contextualitzat i implica el treball cooperatiu, la qual cosa afavoreix el desenvolupament d'habilitats i competències que faciliten el procés d'ensenyament-aprenentatge, a més de motivar els participants. Aquesta proposta es va aplicar amb èxit en un grup de cinquanta estudiants i en un altre grup de cinquanta professors, tots d'ensenyament secundari de les escoles públiques de la ciutat i la regió de Campinas (São Paulo, Brasil).

paraules clau

Gelat, propietats col·ligatives, emulsió, experimentació contextualitzada.

abstract

This paper describes an accessible and versatile experiment that uses household materials and products to illustrate and discuss the colligative property of freezing temperature depression. The proposal involves context, interdisciplinary and collaborative work to enhance the development of skills and competencies that facilitate the teaching-learning process and motivate participants. This proposal has been successfully applied to a group of fifty students and another group of fifty teachers, all from public high schools of Campinas city and region (São Paulo, Brazil).

keywords

Ice cream, colligative property, emulsion, contextualized experimentation.

Introdução

Quase todo mundo aprecia um bom sorvete, cremoso e saboroso. É fácil comprá-lo na sorveteria e seria ótimo tê-lo em casa com a mesma cremosidade, mas, às vezes, isso não acontece e quando se retira o sorvete armazenado em congelador doméstico, o que se consegue é um bloco ou vários cristais grandes de gelo e a massa saborizada separada ao fundo, nem de longe parecendo o delicioso sorvete... E como aproveitar isso para ensinar e aprender química com atividade experimental?

Inspirados por uma receita de sorvete de autoria desconhecida que circula por e-mail na internet, aparentemente com mero objetivo de curiosidade culinária, desenvolvemos uma proposta educativa que pode ser realizada em escolas e espaços de educação não formal. Trata-se de um experimento abordando tema motivador, que pode ser realizado de forma demonstrativa ou ser executado por grupos de estudantes, sem necessidade de infraestrutura laboratorial. Os materiais são de baixo custo e facilmente encontrados em comércio local. A atividade envolve ação cooperativa, desenvolvimento de habilidades, aplicação de conceitos e o resultado concreto é um sorvete saboroso, que pode ser degustado pelos participantes, desde que sejam observadas as condições de higiene.

Como e por que inserir essa proposta na educação formal? Cada vez mais, ensinar ciências é desafiador para todos os níveis de escolarização e essa dificuldade se acentua quando se pretende tornar a temática da química articulada com as necessidades e os interesses dos estudantes da educação básica (Favaro et al., 2011). Isso se intensifica atualmente quando grande parte dos estudantes demonstra dificulda-

des no aprendizado de conceitos químicos, não percebem o significado e a importância do que se apresenta na escola e nem conseguem associar esses conceitos com fenômenos do dia-a-dia. Certamente, a falta de contextualização do conteúdo escolar cria ou aumenta o distanciamento entre os conceitos abordados e a realidade dos estudantes e contribuindo para gerar dificuldades de aprendizagem e compreensão, porque faltam aspectos motivacionais. Dificuldades para relacionar o conteúdo escolar com eventos cotidianos, levam alguns professores a priorizar reprodução do conhecimento, cópia e memorização, esquecendo-se de articular a teoria com a prática (Pontes et al., 2008; Cardoso e Colinviaux, 2000). Como resultado, é comum professores apontarem que seus estudantes esquecem os conteúdos após a realização de provas e testes.

Certamente, a falta de contextualização do conteúdo escolar, cria ou aumenta o distanciamento entre os conceitos abordados e a realidade dos estudantes e contribuindo para gerar dificuldades de aprendizagem e compreensão, porque faltam aspectos motivacionais

Vale destacar que a forma inicial de abordagem de um conteúdo pode influenciar em sua fixação significativa. De acordo com Anderson, Bothell e Byrne (2004), o estudante tem mais condições de recuperar uma informação quando ela é apresentada de forma articulada, numa perspectiva associativa a outras informações.

Por isso é importante buscar alternativas que favoreçam a interação cognitiva do estudante com o conteúdo, principalmente nas séries iniciais ou na introdução de conceitos abrangentes (Bunce, VandenPlas e Soulis, 2011).

Com opção para minimizar dificuldades de elaboração de diversos fenômenos discutidos nas aulas de química, as práticas experimentais representam agentes facilitadores para o aprendizado. Entretanto, fazer uso da experimentação pode esbarrar em questões relacionadas principalmente com a infraestrutura das escolas e a baixa carga horária da disciplina em escolas públicas brasileiras. Além disso, não podem ser descartadas falhas na formação dos professores. Isto remete a questões relacionadas com a estrutura de vários cursos de licenciatura no Brasil, que embora contemplem atividades experimentais, ainda têm pouca ênfase em atividades de preparo e aplicação de experimentação com fins didáticos, indispensáveis para sua prática na escola. Como tentativa de contribuição para melhorar a situação, vêm surgindo diversas propostas de experimentos simples que dispensam infraestrutura laboratorial, podendo ser executados dentro da própria sala de aula com relativa facilidade pelo professor ou pelos próprios estudantes, como pode ser observado em trabalhos publicados em diversas revistas científicas relacionadas ao ensino de ciências ou de química. Neste contexto, insere-se nossa proposta de fazer sorvete para aprender sobre uma das propriedades coligativas.

Outro foco de atenção em propostas atuais para ensino de química envolve a contextualização dos conteúdos, o que incorpora aos currículos aspectos sócio-científicos, como questões

ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e a tecnologia (Pontes et al., 2008). É importante aproveitar a experiência dos estudantes, os acontecimentos do cotidiano, a cultura, a mídia e a rotina da escola para oportunizar o necessário aprendizado pela reconstrução dos conhecimentos químicos que devem favorecer o posicionamento crítico do cidadão em formação na escola, com fundamentação também na ciência (*Parâmetros curriculares nacionais...*, 1999).

A cozinha pode representar um excelente ponto de partida para contextualização para a grande maioria das pessoas, na perspectiva de um estimulante ambiente de aplicação da ciência. É possível destacar relações que os estudantes podem reconhecer e estabelecer articulações entre os conteúdos abordados em sala de aula e os fenômenos físicos e químicos que ocorrem no preparo de algum alimento na cozinha. Cozinhar e o que acontece na cozinha podem tornar-se atos científicos que favorecem o entendimento e explicam muitos truques e segredos, passados de geração para geração, que dão o “toque especial” a muitas receitas (This, 2003).

Nosso objetivo, com este trabalho, foi elaborar e aplicar um experimento didático de baixo custo, acessível e contextualizado, para demonstrar e discutir conceitos químicos, de forma simples e lúdica. O experimento consistiu da preparação de sorvete, utilizando a propriedade coligativa de abaixamento da temperatura de congelamento do sistema gelo, água e sal de cozinha para congelar a mistura do leite ou do sorvete que contém água, gordura e ingredientes que dão seu sabor. Este é o resultado de um projeto em uma disciplina obrigatória do curso de licenciatura em Química da Universidade Estadual de Campinas,

desenvolvido no primeiro semestre de 2011 e aplicado para um grupo de cinquenta estudantes e outro grupo de cinquenta professores, todos do ensino médio de escolas públicas de região Campinas (São Paulo, Brasil).

Os conceitos abordados neste trabalho estão diretamente relacionados com a química da cozinha e o cotidiano dos estudantes, focado na questão do abaixamento da temperatura de congelamento de um líquido. Outros conceitos como substâncias puras e misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, fases, polaridade e emulsões também podem ser abordados

A experimentação contextualizada

A experimentação no ensino de química é um recurso motivacional que pode despertar o interesse dos estudantes, dispondo-os para o aprendizado, em diversos níveis de escolarização. Com esta estratégia é possível oportunizar o desenvolvimento de habilidades, causar espanto e despertar a curiosidade, o que estimula a busca por explicações lógicas e razoáveis. Assim, são criadas condições favoráveis para elaboração de hipóteses, aprimoramento de senso crítico e tomada de decisões fundamentadas em critérios objetivos e científicos. Nossa proposta prática tem opções de contextualização em diversos níveis de escolarização de acordo com a profundidade que seja discutida, isso fortalece e aprimora conceitos naturais envolvidos com a atividade que potencializam o

impacto positivo da prática (Santos et al., 2009).

No Brasil, um movimento pró-experimentação foi organizado por pesquisadores da área de educação a partir dos anos 70 para demonstrar a importância de articular a teoria com a prática. Resgatou-se, então, a prática das demonstrações experimentais em ciências nas salas de aula. A elaboração de experimentos que facilitam a aprendizagem de conceitos fundamentais contribui para mudanças de concepções, o que deve favorecer o aprendizado (Gaspar e Monteiro, 2005; Pontes et al., 2008).

Práticas experimentais não devem ser limitadas a um instrumento adicional de motivação para o estudante, mas também devem servir para proporcionar a construção e a aprendizagem de conceitos científicos. Para isso, é necessária uma dinâmica de ação em que o estudante deixe de ser um agente passivo no processo de ensino-aprendizagem e, de forma proativa, comece a relacionar o que é dito ou lido em aula com o que acontece nas atividades experimentais (Pontes et al., 2008; Cardoso e Colinvaux, 2000), que, por sua vez, relaciona-se com seu cotidiano.

Os conceitos abordados neste trabalho estão diretamente relacionados com a química da cozinha e o cotidiano dos estudantes, focado na questão do abaixamento da temperatura de congelamento de um líquido. Outros conceitos como substâncias puras e misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, fases, polaridade e emulsões também podem ser abordados, além de questões de proporcionalidade e conversão de unidades. Embora tenha sido concebido para o ensino médio, pode ser ajustado para aplicação no ensino superior, ensino fundamental ou em espaços de educação não formal.



Figura 1. a) Materiais necessários para preparar o sorvete, b) luvas descartáveis para manter a higiene e c) luvas de aparas para proteger das queimaduras por frio.



Figura 2. Estudantes preparando o sorvete.



Figura 3. Sorvetes de chocolate e morango preparados.

Parte experimental

A fig. 1 apresenta todos os materiais necessários para preparar o sorvete. A lista de materiais é descrita como uma receita para preparar um copo (cerca de 250 mL) de sorvete e serve como interessante opção para discutir conversão de unidades. Isso porque, normalmente, receitas culinárias usam medidas como colheres e xícaras, o que causa curiosidade e pode levar a erros devido à diversidade de tamanhos e formatos de xícaras, copos e colheres que podem ser encontradas. A conversão para um sistema métrico surge como opção útil e necessária.

Nos testes realizados (fig. 2), grupos de até cinco pessoas trabalharam para preparar uma receita de seu próprio sorvete, cujo sabor pode variar de acordo com a preferência do grupo, o que pode ser mais um fator motivacional.

Resultados e discussão da atividade

A fig. 3 ilustra um dos resultados obtidos para a preparação de sorvete de chocolate e morango. Na sequência, apresentamos algumas sugestões de discussões que podem servir como agentes motivadores para serem conduzidas com o experimento em momentos oportunos. Optamos por dividir a discussão em duas frentes: o sistema gelo e sal (contido no saco plástico grande) e a mistura dos ingredientes do sorvete (que ficam no saco plástico pequeno).

A mistura gelo e sal

Ao colocarmos sal numa mistura de gelo e água é possível levar essa mistura a temperaturas menores que $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ devido ao efeito crioscópico. Assim, é possível abaixar a temperatura o suficiente para solidificar a água dos ingredientes do sorvete rapidamente, sem usar uma geladei-

Materiais e produtos

Para o sorvete

- 1 xícara de chá (240 mL) de leite integral (não precisa estar gelado)
- 3 colheres de sopa (45 mL) de açúcar
- 4 colheres de sopa (60 mL) de achocolatado em pó ou 2 colheres de chá (10 mL) de refresco em pó

Para gelar

- ~1 kg de gelo picado
- 12 colheres de sopa (180 mL) de sal de cozinha
- 1 saco plástico grande (30 × 30 cm) com fecho
- 1 saco plástico pequeno (15 × 15 cm) com fecho
- Luvas de borracha ou de aparas
- Luvas descartáveis
- Copos plásticos descartáveis
- Colheres descartáveis

Procedimento

1. Com as mãos limpas e usando luvas descartáveis, colocar o leite, o açúcar e o aromatizante desejado (chocolate em pó ou suco) no saco plástico pequeno e agitar a mistura para torná-la visualmente uniforme.
2. Fechar bem este saco plástico pequeno, retirando o ar do seu interior.
3. Adicionar o gelo picado no saco plástico grande, junto com o sal de cozinha.
4. Colocar o saco pequeno fechado contendo a mistura do sorvete dentro do saco plástico maior, onde há gelo e sal.
5. Colocar as luvas de borracha ou de aparas para proteger as mãos do frio e agitar vigorosamente a mistura dentro dos dois sacos plásticos por pelo menos 5 min.
6. Quando a mistura de leite, ficar com consistência de sorvete, retirar o saco pequeno e lavá-lo externamente antes de abri-lo com cuidado.
7. Se tudo foi feito com higiene, é possível experimentar a produção e saborear o sorvete.

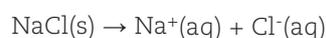
ra. O sal adicionado à mistura água e gelo reduz a temperatura de fusão do gelo. Deste modo, em vez de fundir a temperatura de 0 °C, o gelo funde à uma temperatura mais baixa, por exemplo, -5 °C. Para o gelo fundir, deve receber energia (calor) de alguma fonte e na preparação do sorvete, parte dessa energia é retirada da mistura de leite que, por isso, “congela”. Isto se relaciona com o efeito crioscópico, que é uma propriedade coligativa (Atkins e Jones, 2001; Mateus, 2003).

Trata-se de propriedades físicas de um solvente que dependem do número de partículas de um soluto na solução, mas não dependem da natureza dessas partículas. São decorrentes das ligações, ou seja, interações entre partículas do soluto e do solvente (Santos *et al.*, 2002; Ihde, 1984).

A temperatura de fusão (que é a mesma de solidificação ou de congelamento) é a temperatura na qual a pressão de vapor do solvente líquido se iguala à pressão de vapor do solvente sólido.

Ao se adicionar um soluto não volátil no solvente, ocorre uma diminuição na sua pressão de vapor e uma conseqüente diminuição na sua temperatura de fusão (Santos *et al.*, 2002; Ihde, 1984).

Escolhemos usar sal de cozinha como soluto de trabalho, pois se trata de material que não gera resíduo tóxico, é de fácil acesso e que é um sólido iônico que sofre dissociação na presença de água, separando seus íons, os quais atuam no abaixamento da temperatura de fusão. A equação é a seguinte:



Ao se analisar o efeito da adição individual de soluções de mesmas concentração em mol/L de NaCl e de sacarose (que não se dissocia), nota-se que o efeito de abaixamento da temperatura de congelamento (ou de fusão) é mais pronunciado na solução salina, ou seja, uma mesma mistura de água e gelo atinge temperaturas mais baixas. Isto ocorre porque a solução salina apresenta maior número de espécies, devido à dissociação, e as propriedades coligativas dependem do número de partículas em solução, mas não dependem da natureza dessas partículas (Santos *et al.*, 2002; Ihde, 1984).

É comum a utilização da mistura de gelo, água e sal para refrigerar de forma mais rápida e prática as bebidas para festas, mesmo num espaço livre, como praias e campos, sem necessidade de uma geladeira. Além disso, no inverno de países onde neva, é comum utilizar NaCl para facilitar o derretimento da neve e evitar que o piso de calçadas, ruas e estradas fique recoberto por uma camada de gelo que é escorregadia e causaria acidentes. Esses são alguns exemplos de aplicação direta de propriedades coligati-

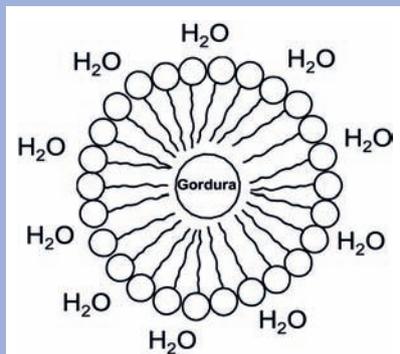


Figura 4. Representação simplificada de uma micela, a partir de gordura, detergente e água para relacionar com a atuação das proteínas no leite.



Figura 5. Representações da visualização do leite com diferentes aumentos.

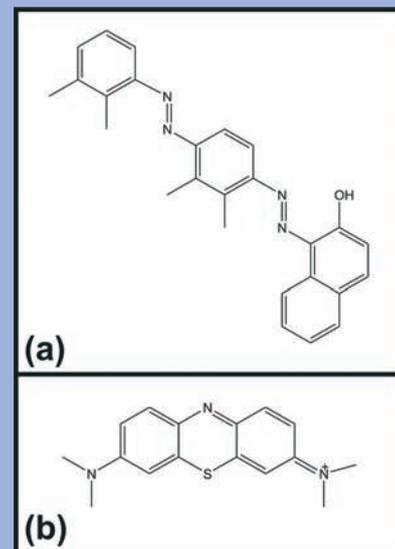


Figura 6. Fórmulas estruturais de: a) corante vermelho de graxa (lipossolúvel) e b) corante azul de metileno (hidrossolúvel).

vas, mas na maioria das vezes os conceitos envolvidos não são conhecidos nem compreendidos, embora o fenômeno seja destacado.

A mistura de ingredientes para fazer o sorvete

Um dos segredos para um bom sorvete é conseguir que os cristais de gelo formados sejam os menores possíveis e que a mistura seja resfriada a temperaturas abaixo de 0 °C. Para que isso aconteça, os ingredientes devem ser agitados vigorosamente durante o resfriamento, para impedir a formação de grandes cristais de gelo, o que resulta num sorvete cremoso. Sem a intensa agitação, os cristais de gelo formados crescem e acabam separando-se dos demais componentes da mistura. Isso é comum acontecer quando se coloca sorvete derretido de volta no congelador doméstico: aparece uma grande parte de gelo separada do resto dos demais ingredientes para decepção do consumidor. Para entender por que isso ocorre é preciso saber um pouco mais sobre o leite, que é um sistema excepcional.

O leite é uma mistura muito complexa formada principalmente por água, gorduras, carboidratos, proteínas, substâncias minerais e ácidos orgânicos, dentre outros componentes. Como água e gordura, que são componentes imiscíveis, estão juntas no leite que a olho nu é homogêneo? Sistemas coloidais respondem essa questão.

Os colóides apresentam-se como misturas heterogêneas de, pelo menos, duas fases. Uma das fases é chamada *fase dispersa* e apresenta-se finamente dividida, junto com a outra fase, a fase contínua, denominada *fase dispersante*. Quando ambas as fases são líquidas, esse sistema coloidal é chamado *de emulsão* (Shaw, 1975; Jafellicci Jr. e Varanda, 1999). Assim é o leite, que além de água e gordura (substâncias que não se dissolvem), contém também proteínas (como caseína), que apresentam estrutura semelhante a dos detergentes (uma parte polar e outra apolar). Tal como atuam as moléculas de detergente na remoção de gorduras, as moléculas de caseína contida no leite se organizam em estruturas, nas quais a parte polar, com

maior afinidade pela água direciona-se voltada para água e a parte solúvel na gordura (apolar) posiciona-se voltada para a gordura, formando essas estruturas tridimensionais chamadas *micelas*. A fig. 4 ilustra, de forma simplificada, a representação de uma micela com moléculas de detergente. Dessa maneira, nas interfaces água-gordura forma-se um revestimento (de proteínas) que delimita a matéria gordurosa presente na forma de glóbulos, estabilizando-os por mais tempo e garantindo a dispersão na água (Silva, 1997).

As duas fases de uma dispersão não são visualizadas a olho nu, uma vez que a fase dispersa está dividida em frações muitíssimo pequenas; por isso o leite é visto como um líquido aparentemente homogêneo e branco (fig. 5). Entretanto, a cor branca do leite é uma consequência de suas características coloidais: decorre da dispersão da luz refletida pelas diversas interfaces entre a água que é a fase dispersante contínua e a fase dispersa, constituída por glóbulos de gordura e partículas coloidais de proteínas e fosfato de cálcio (Silva, 1997; Shaw, 1975).

Adicionar corantes adequados é uma forma interessante de observar dispersões coloidais, como leite ou maionese, que aparentemente são sistemas homogêneos. Juntando um corante lipossolúvel (solúvel em óleo), como, por exemplo, vermelho de graxa (fig. 6a), à maionese ou ao leite e observando-se ao microscópio, é possível notar um tingimento preferencial das gotículas de óleo em relação à fase contínua, que é aquosa (fig. 7a). Já o corante azul de metileno (fig. 6b), que é hidrossolúvel (solúvel na água), tingem a fase aquosa contínua (fig. 7b). O sistema inicial, sem adição de corantes, está representado na fig. 7c.

Outra forma de observar e caracterizar o leite como um sistema coloidal é promover a separação de suas fases, o que se faz facilmente com aquecimento. Após deixar o leite aquecido repousar, sua superfície transforma-se em nata, ou seja, em uma película gordurosa (This, 2003). Com o aquecimento, os glóbulos de gordura tendem a se juntar e formar uma camada contínua na superfície do leite: a nata. Essas características podem explicar uma situação comum que ocorre na cozinha: o derramamento do leite colocado para ferver numa panela. O vapor de água que se forma no fundo da panela fica retido pela nata e a levanta, espalhando o leite fora da panela, sobre o fogão. Assim é possível

entender por que o leite derrama ao ferver, mas a água não (This, 2003).

Considerações finais

Como aspecto motivacional diferenciado, após a realização dessa atividade, é possível degustar o sorvete produzido. Portanto, é indispensável executar o experimento com materiais limpos e higienizados, o que oportuniza a introdução de importantes questões de higiene e saúde, importantes para todo cidadão. Além disso, após a conclusão do experimento, a limpeza do espaço e dos materiais utilizados também pode ser aproveitada pelo professor para estimular o trabalho cooperativo e a integração do grupo.

Num teste piloto do experimento com um grupo de cinquenta estudantes e outro grupo de cinquenta professores, todos do ensino médio de escolas públicas da cidade paulista de Campinas e região, em julho de 2011, a receptividade foi muito positiva. Como instrumentos de avaliação, foram utilizados questionários, entrevistas individuais e manifestações espontâneas, além de observações da dinâmica da atividade pelos responsáveis pelo trabalho. O experimento proposto é acessível, versátil, dispensa a necessidade de infraestrutura laboratorial, não envolve nem gera compostos tóxicos e utiliza materiais e produtos da cozinha,

numa abordagem contextualizada que permite introduzir conceitos químicos relevantes com diferentes níveis de profundidade que podem ser ajustados de acordo com o objetivo educacional. Isto aponta seu potencial didático para interessados em aplicá-lo.

Para estender o experimento, a curiosidade e o conhecimento

– Leite integral é um ingrediente indispensável ou leite desnatado também pode ser usado para preparar o sorvete? Vale a pena testar essa nova receita e discutir os resultados!

– Será que o açúcar adicionado só adoça o sorvete ou interage a nível molecular para favorecer sua formação? É interessante tentar preparar o sorvete usando algum adoçante dietético e explicar o que acontece.

– É possível provocar o efeito de abaixamento da temperatura de congelamento adicionando outras substâncias ao gelo? Quais substâncias poderiam ser utilizadas com efeito mais acentuado em comparação ao sal de cozinha?

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os participantes e membros da equipe de apoio do programa «Química em ação» (edição 2011), assim como aos monitores e à equipe do Museu Exploratório de Ciências - UNICAMP.

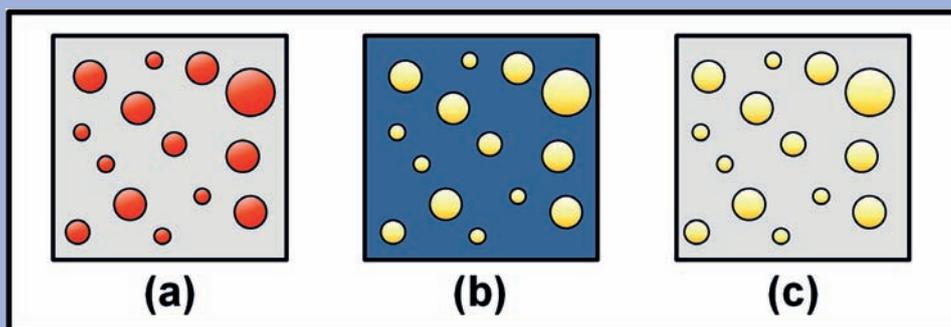


Figura 7. Ilustração de dispersão de óleo em água após adição dos corantes: a) vermelho de graxa, b) azul de metileno e c) sem adição de corante.

Referências

- ANDERSON, J. R.; BOTHELL, D.; BYRNE, M. D. (2004). «An integrated theory of the mind». *Psychological Review*, 111: 1036-1060.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. (2001). *Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman.
- BUNCE, D. M.; VANDENPLAS, J. R.; SOULLIS, C. (2011). «Decay of student knowledge in chemistry». *Journal of Chemical Education*, 88: 1231-1237.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. (2000). «Explorando a motivação para estudar química». *Química Nova*, 23(3): 401-404.
- FAVARO, M. M. A.; SHIMAMOTO, G. G.; ROSSI, A. V.; BERTRAN, C. A. (2011). *Livro de resumos VI Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química*. São Carlos: CDCC-USP, T 029.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. (2005). «Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky». *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2): 227-254.
- IHDE, A. J. (1984). *The development of modern chemistry*. Nova Iorque: Dover.
- JAFELICCI JR., M.; VARANDA, L. C. (1999). «O mundo dos colóides». *Química Nova na Escola*, 9: 9-13.
- MATEUS, A. L. (2003). *Química na cabeça: Experiências espetaculares pra você fazer em casa ou na escola*. Belo Horizonte: UFMG.
- Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio: Ciências matemáticas e da natureza e suas tecnologias* (1999). Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- PONTES, A. N.; SERRÃO, C. R. G.; FREITAS, C. K. A. de; SANTOS, D. C. P. dos; BATALHA, S. S. A. (2008). «O ensino de química no nível médio: Um olhar a respeito da motivação». Em: *Livro de resumos do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba: UFPR-DQ, 428-1.
- SANTOS, W. L. P. dos; MOL, G. S.; SILVA, R. R.; CASTRO, E. N. F. de; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. (2009). «“Química e sociedade”: Um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS». *Educação Química*, 3: 20-28.
- SANTOS, A. R. dos; VIDOTTI, E. C.; SILVA, E. L.; MAIONCHI, F.; HIOKA, N. (2002). «Determinação da massa molar por crioscopia: Terc-butanol, um solvente extremamente adequado». *Química Nova*, 25: 844-848.
- SHAW, D. J. (1975). *Introdução à química de colóides e de superfícies*. São Paulo: Edgard Blucher; Edusp.
- SILVA, P. H. F. da (1997). «Leite: Aspectos de composição e propriedades». *Química Nova na Escola*, 6: 3-5.
- THIS, H. (2003). *Um cientista na cozinha*. São Paulo: Ática.



Martha Maria Andreotti Favaro

É bacharel em Química e Química Tecnológica, licenciada e mestre em Química e doutora em Ciências na área de química analítica pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: martha@iqm.unicamp.br.



Adriana Vitorino Rossi

É docente do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), bacharel em Química Tecnológica e licenciada em Química, mestre em Química e doutora em Ciências na área de química analítica pela UNICAMP. Atua em química analítica e ensino de química e coordena o Grupo de Pesquisas em Química Analítica e Educação (GPQUAE, <http://gpquae.iqm.unicamp.br>). E-mail: adriana@iqm.unicamp.br.



Gustavo Giraldo Shimamoto

É bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Desenvolve projeto de pesquisa de mestrado na área de química analítica e atua como químico no laboratório de ressonância magnética nuclear no Instituto de Química da UNICAMP. E-mail: gustavo@iqm.unicamp.br.



Celso Aparecido Bertran

É livre docente do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), bacharel em Química, mestre em Química e doutor em Ciências na área de físico-química pela UNICAMP. Atua em físico-química de nanomateriais, biomateriais, aluminossilicatos e materiais cerâmicos. E-mail: bertran@iqm.unicamp.br.