

Contribuições de uma proposta didática baseada na Resolução de Problemas para mobilização de conceitos científicos na formação de licenciandos em Química

Regina Célia Barbosa de Oliveira¹

Agilson Nascimento de Souza²

Aurelice Barbosa de Oliveira³

Resumo: É aparentemente comum observar-se práticas de ensino predominantemente conteudistas, que dificultam a aproximação dos conteúdos científicos ao contexto dos(as) estudantes que, possivelmente, são reflexos de modelos de formação docente permeados por influências acadêmicas recebidas acriticamente, deixando claro a necessidade de mudanças no processo de formação docente. Em face dessa situação, nos propomos a analisar as contribuições da resolução de problemas na formação de licenciandos em Química. Para direcionarmos nossas ações, utilizamos a Resolução de Problemas em situações didático-pedagógicas e realizamos análise documental de materiais produzidos pelos participantes enquanto trilhavam caminhos para resolução de um problema, utilizando análise de conteúdo. O estudo evidenciou a significação de conceitos científicos pela articulação entre o conhecimento científico e implicações sociais fomentada por uma situação-problema, mobilização de atitudes com respeito às implicações sociais da ciência durante o processo de resolução do problema e criticidade dos(as) licenciandos(as) quanto ao uso inapropriado de conhecimento científico.

Palavras-chave: Problematização. Formação Docente. Pensamento Reflexivo.

Contributions of a didactic proposal based on Problem Solving for the training of undergraduate students in Chemistry

Abstract: It is apparently common to observe predominantly content-based teaching practices, which make it difficult to bring scientific content closer to the context of students, which, possibly, are a reflection of teacher training models permeated by academic influences received uncritically, making clear the need for changes in the teacher training process. In view of this situation, we propose to analyze the contributions of problem solving in the training of undergraduate students in Chemistry. In order to direct our actions, we use problem solving in didactic-pedagogical situations and we carry out documental analysis of materials produced by the participants while they tread paths to solve a problem, using content analysis. The study showed the significance of scientific concepts through the articulation between scientific knowledge and social implications fostered by a problem-situation, mobilization of attitudes regarding the social implications of science during the problem-solving process and students' criticality regarding the inappropriate use of scientific knowledge.

Keywords: Problematization. Teaching Training. Reflective Thinking.

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Pernambuco, Brasil. ✉ rcbgina@gmail.com 
<https://orcid.org/0000-0001-5574-8516>.

² Secretaria de Educação de Pernambuco – Pernambuco, Brasil. ✉ nosigns@gmail.com 
<https://orcid.org/0000-0002-4772-1712>.

³ Universidade Estadual do Ceará (UECE) – Ceará, Brasil. ✉ aurelice_oliveira@yahoo.com.br 
<http://orcid.org/0000-0001-8809-6956>.

Aportes de una propuesta didáctica basada en la Resolución de Problemas para la formación de estudiantes de pregrado en Química

Resumen: Es aparentemente común observar prácticas docentes predominantemente basadas en contenidos, que dificultan acercar los contenidos científicos al contexto de los estudiantes, lo que, posiblemente, sea un reflejo de modelos de formación docente permeados por influencias académicas recibidas acríticamente, dejando clara la necesidad para los cambios en el proceso de formación docente. Ante esta situación, nos proponemos analizar los aportes de la resolución de problemas en la formación de estudiantes de pregrado en Química. Para orientar nuestras acciones utilizamos la resolución de problemas en situaciones didáctico-pedagógicas y realizamos análisis documental de materiales producidos por los participantes mientras transitan caminos para resolver un problema, usando análisis de contenido. El estudio mostró la significación de los conceptos científicos a través de la articulación entre el conocimiento científico y las implicaciones sociales propiciadas por una situación-problema, la movilización de actitudes acerca de las implicaciones sociales de la ciencia durante el proceso de resolución de problemas y la criticidad de los estudiantes frente al uso inapropiado del conocimiento científico.

Palabras clave: Problematización. Formación Docente. Pensamiento Reflexivo.

1 Introdução

Apesar de algumas iniciativas observadas em alguns cursos de formação (Silveira Júnior 2020; Monteiro; Filho; Rodrigues, 2023), nossos modelos de formação docente predominantes ainda estão bastante permeados por influências acadêmicas recebidas acríticamente, deixando claro a necessidade de mudanças no processo de formação docente, bem como no Ensino de Química. Tais modelos são replicados no Ensino Básico, em que professores(as) formados(as) nesse paradigma mantêm uma perspectiva de ensino tradicional, utilizando-se de aulas predominantemente expositivas, colocando os(as) estudantes em situação de subordinação, desconsiderando sua capacidade de refletir e de contribuir ativamente em seu processo de ensino-aprendizagem.

Acerca dessa discussão, Pereira (2012) faz uma crítica ao ensino tradicional que, segundo ele, reduz a aula a um momento regulador de submissão do(a) estudante ao rígido processo de decorar e de repetição de algumas tecnologias básicas como estratégia de treinar e formar indivíduos alheios aos anseios da sociedade. Nas palavras do referido autor, esse modelo de ensino é reflexo da organização didático-pedagógica centrada no(a) professor(a). Contudo, uma boa estruturação da aula pode se traduzir em um campo e espaço de ação estratégica para qualidade na formação universitária.

Na perspectiva de mudar essa realidade, a legislação educacional brasileira vem sofrendo mudanças ao longo dos anos, visando à melhoria da qualidade do sistema educacional, e sinaliza a necessidade de cursos de formação de professores(as) que vão muito além de oferecer ao licenciando algumas disciplinas pedagógicas, ao final de seu bacharelado. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores(as) da Educação Básica em nível superior (DCN) definidas pela Resolução NCE/CP nº 2/15, por exemplo, orientam para o rompimento do modelo disciplinarista pelo qual se pautam os cursos, dando maior ênfase às competências que às disciplinas (Brasil, 2015).

No tocante à licenciatura em Química, nosso referencial disciplinar para estudo, a região Agreste tem sido suprida de demandas antigas devido à presença institucional de ensino superior federal. Contudo, ratificamos identificar, empiricamente, a possibilidade de que alguns(umas) docentes ainda venham dando limitada atenção a aspectos práticos do cotidiano escolar, importantes para a formação docente, assim como, escolas de Ensino Básico da referida região que também inflijam no desconhecimento de acontecimentos acadêmicos de seus interesses.

Sendo assim, diante de um quadro consideravelmente passivo de melhoras, encontrado em algumas escolas do Ensino Médio no Agreste Pernambucano, das quais alguns(umas) docentes de Química têm atuado de forma improvisada, com aulas centradas na sistematização de conteúdos, sem a compreensão de que os(as) estudantes devam ser concebidos(as) como sujeitos nos processos de ensino e de aprendizagem, realizamos este estudo, que consta de um recorte de um projeto implementado em uma Instituição de Ensino Superior (IES), com foco nas implicações da inserção de metodologia ativas, como a problematização, na formação docente, em um curso de Química-Licenciatura da região supracitada. Acreditamos que a inserção dessas metodologias na formação docente, pode contribuir para materialização dos pressupostos de uma atuação docente humanizada, que favoreça à autonomia e emancipação.

Para o estudo, caracterizamos a problematização segundo as duas concepções metodológicas apresentadas por Berbel (1998b). Uma delas é a Resolução de Problemas, desenvolvida a partir das ideias de Dewey, que propõe o uso desta metodologia como forma de desencadear o pensamento reflexivo. Outra

concepção é metodologia da problematização, cujas ideias têm aporte na visão de educação libertadora, voltada para transformação social, dando ênfase à prática reflexiva. Caracterizaremos a prática reflexiva na perspectiva de Zeichner (1993), que compreende a docência como ação que deve ser consciente, politizada e voltada para questões sociais mais amplas.

Para direcionarmos nossas ações, utilizamos a Resolução de Problemas em situações didático-pedagógicas, intencionando responder ao questionamento: Como licenciandos(as) em Química mobilizam conceitos científicos na Resolução de Problemas articulada à uma postura crítica-reflexiva?

A partir desta perspectiva, este estudo teve como objetivo analisar as contribuições da Resolução de Problemas na formação de licenciandos(as) em Química, transitando entre ensino remoto e ensino híbrido. Mais especificamente, buscamos verificar se os(as) licenciandos(as) em estudo conseguem estabelecer relações de cumplicidade entre a metodologia vivenciada no processo de estudo e a construção da identidade docente, que possa se refletir na mobilização de atitudes favoráveis a uma atuação docente mais crítica e reflexiva.

2 Abordagem sobre ensino por Problematização e Resolução de Problemas

Intencionando esclarecer possibilidades de inserção da problematização na formação docente em Química, resgatamos de Berbel (1995,1998a), uma discussão acerca de duas visões teóricas: a Metodologia da Problematização e o Método de Resolução de Problemas. Conforme Berbel (1998), Na Metodologia da Problematização, enquanto alternativa de metodologia de ensino, os problemas são extraídos da realidade pela observação realizada pelos(as) estudantes. Caracteriza-se, portanto, como metodologia de ensino, de estudo e de trabalho, para ser utilizada sempre que seja oportuno, em situações em que os temas estejam relacionados com a vida em sociedade. Nesse sentido, “os sujeitos precisam instruir-se e conscientizar-se de seu papel, de seus deveres e de seus direitos na sociedade” (Berbel, 1995, p. 14).

Acerca da discussão em torno da metodologia da Problematização e o método da Resolução de Problemas, Berbel (1995) resalta alguns aspectos que diferenciam os dois caminhos metodológicos em sua concepção. Segundo a referida autora, o método da Resolução de Problema tem sua origem nas ideias de John Dewey, que propunha a Resolução de Problemas como forma de desenvolver o pensamento

reflexivo, característico do movimento Escola Nova, inserida no contexto da tendência pedagógica liberal progressista, cujas manifestações reforçam a posição de que os indivíduos têm as mesmas oportunidades e se desenvolvem segundo suas capacidades. Sobre outro aspecto, a metodologia da Problemática aporta-se, na visão de educação libertadora, voltada para transformação social. Trata-se de uma concepção que acredita na educação como uma prática social e não individual, fundamentada em Paulo Freire, Dermeval Saviani, José Carlos Libâneo, Cipriano Carlos Luckesi e outros pensadores da pedagogia histórico-crítica. (Berbel, 1995).

Nesse viés, a Resolução de Problemas pode ser inserida nos processos de ensino e de aprendizagem pelo uso de situação-problema, definida por Meirieu (1998) como situações didáticas na qual são propostas aos(as) estudantes tarefas que requerem uma aprendizagem clara, que se alcança pela superação dos empecilhos à realização da tarefa. Dessa forma, o(a) estudante seria conduzido(a) durante a investigação a identificar informações e estratégias para obter a solução do problema e, com isso, construir a aprendizagem. Porém, Giani (2010) alerta que a discussão acerca de uma situação-problema nem sempre conduz à sua resolução e que o percurso metodológico escolhido seria mais importante que resolvê-la, pois nessa busca estariam envolvidos processos de reflexão que permitiriam desenvolver o raciocínio do(a) estudante, a partir de questionamentos que favoreçam a construção significativa dos conceitos. Portanto, o mais importante quanto ao uso dessa metodologia seria a verificação de que o(a) estudante conseguiu construir algum conhecimento.

Contribuindo para o debate, Suart (2014) enfatiza a importância dos processos cognitivos e argumentativos na Resolução de Problemas e Melo, Oliveira e Souza (2021) acrescentam que a articulação de conceitos químicos em contextos diversos, a partir da problematização, pode ajudar no alcance da significação conceitual de forma crítica.

Na mesma direção, Ribeiro (2022) defende a inserção do contexto social como uma maneira de favorecer o desenvolvimento de uma aprendizagem colaborativa, em que os(as) estudantes buscam construir conhecimento para resolução de um problema, que pode culminar em abstração de conceitos fundamentais para área de conhecimento abordada. Em alinhamento com Ribeiro (2022), Batinga e Teixeira (2014) propõem que a Resolução de Problemas pode viabilizar um processo de

aprendizagem pautado na reflexão, na argumentação, tomada de decisões e no trabalho coletivo.

Berbel (1995) chama atenção para ganhos na formação dos(as) estudantes, como, por exemplo, a possibilidade de discentes e docente extrapolarem os muros da universidade e aprenderem com a realidade, podendo ocorrer algum tipo de alteração nos partícipes, além de propiciar a aplicação das hipóteses de solução. Assim, entre outras possibilidades, a autora destaca possível estímulo à postura de cidadãos(ãs) mais conscientes, críticos(as) e comprometidos(as) com o seu meio. Em consonância com a referida autora, Santos e Campos (2023) observam que a Resolução de Problemas pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de atitudes que possam convergir para uma atuação social mais humana e participativa dos(as) estudantes.

3 A Problemática no contexto da formação docente

Compreendendo que a formação de professores(as) apresenta estreita relação com o contexto social e que o(a) professor(a) - formado para atuar em tal contexto - exerce importante papel na dinâmica do ensino, importa que este profissional aprimore seu estado de consciência visando a promoção do seu desenvolvimento humano em sua integralidade, fazendo cumprir o que deveriam ser os reais objetivos da escola. Entretanto, reconhecemos que os cursos de formação inicial de professores(as), tradicionalmente, têm apresentado perfil bacharelista, pela ausência de reflexões sobre o conhecimento científico produzido na sala de aula, que para Shön (1992) e Maldaner (2000) está alicerçada na racionalidade técnica. Resgatamos, nesse sentido, o pensamento de Pereira (2000), que alerta para a necessidade de romper com a visão simplista de formação de professor(a), necessidade de negar a ideia de transmissor(a) de conhecimentos e superar modelos de licenciatura baseados na sobreposição do processo de ensino pelos conteúdos.

Sendo essa uma prática pouco comum em nossos dias, a formação de professores(as) tem se apresentado em um campo fértil para pesquisas voltadas à necessidade de adotar estratégias de formação desses profissionais que compreendam o(a) estudante como sujeito nos processos de ensino e de aprendizagem, e ainda, que tais propostas estejam voltadas à compreensão de temáticas sociais, cotidianas, indispensáveis a uma boa leitura de mundo (Decker; Bouhuijs 2016; Souza; Silva; Silva, 2013; Vosgerau; Romanowski, 2014).

Em face dessa situação, intencionamos aproximar a formação docente em Química das questões sociais mais urgentes, a partir de uma proposta de ensino e aprendizagem baseada na problematização do conhecimento e alicerçada em Zeichner (1993), que orienta sua teoria para que o enfoque da prática reflexiva seja usado na análise da formação de professores(as), e que esta prática esteja atrelada ao contexto estrutural político.

No tocante à formação, Zeichner (1993, p.17) entende que “cada um deve responsabilizar-se por seu próprio desenvolvimento profissional [...] a universidade pode, quando muito, preparar o professor para começar a ensinar”. O referido autor adverte para a necessidade de envolver os(as) professores(as) nos processos de construção dos programas para a formação docente. Sobre esse aspecto, Goi *et al.* (2021, p.5) ressaltam a “função do educador como agente transformador e impulsionador de uma nova realidade [...] a necessidade de trabalhar de forma dinâmica, explorando possibilidades de contextualização e interdisciplinaridade”.

Nessa vertente, Decker e Bouhuijs (2016), sugerem que a metodologia da problematização se apresenta como proposta capaz de favorecer o direcionamento e orientação na construção do conhecimento, motivados pela ação-reflexão-ação da própria realidade, na qual, os conteúdos da aprendizagem precisam estar identificados pela reflexão crítica e investigatória acerca de uma situação problemática.

É importante que registremos nossa preocupação com a possibilidade de resistência dos(as) estudantes à inserção de uma metodologia que solicite deles esforço maior. Tradicionalmente os(as) estudantes estão habituados(as) à metodologia mais conservadora, com aulas expositivas, nas quais eles são meros receptores de informações que serão reproduzidas, acriticamente, por eles. Assim, resgatamos de Berbel (2014), alguns caminhos que podem contribuir para uma experiência mais exitosa, que perpassam pela clareza e conhecimento da metodologia pelo docente e pelo compromisso com os ganhos, aprendizagens e desenvolvimentos que os(as) estudantes estarão experienciando.

A fim de fazer possível o que propõe Berbel (2014), é necessário que o(a) docente estabeleça uma relação de companheirismo nesse trabalho, que adote uma postura de mediador dos processos de ensino e aprendizagem, que não dê respostas, provoque os(as) estudantes a buscá-las; que estimule, incentive e apoie os(as)

estudantes em seus desenvolvimentos. Para tanto, o(a) docente precisa demonstrar clareza e objetividade na abordagem da metodologia a ser empregada. A referida autora salienta ainda que é oportuno sensibilizar os(as) estudantes para que eles(as) assumam protagonismo no seu processo de ensino-aprendizagem para, assim, exercerem seu potencial como ser em formação, como futuro profissional, o que exigiria mais que a simples memorização de conceitos e conteúdos desconectados da sua realidade.

Em face da situação ora comentada, ressaltamos a importância de um bom planejamento, articulado a uma postura crítica frente à sociedade. Assim, do ato de planejar emerge a possibilidade de materialização dos pressupostos de uma atuação docente humanizada, que possa favorecer a autonomia e emancipação.

4 Percurso metodológico

O objeto de investigação da pesquisa diz respeito às implicações da problematização na formação docente em Química, com possibilidade de repercussão dessa influência em sua futura atuação como profissionais da educação, tendo como *locus* de estudo uma turma de licenciandos de um curso de Licenciatura em Química, no contexto do ensino remoto, em transição para o ensino híbrido.

O estudo configura como uma pesquisa descritiva, de cunho qualitativo. Conforme Diehl e Tatim (2004) a análise qualitativa descreve a complexidade de determinado problema, à luz dos significados dos indivíduos, com ênfase na subjetividade dos processos dinâmicos vividos nos grupos. Para Gil (2008), a pesquisa descritiva debruça-se na descrição das características de determinada população ou fenômeno, podendo estabelecer relações entre variáveis.

Para o estudo, analisamos caminhos trilhados pelos licenciandos para resolução de uma situação-problema, buscando verificar o desenvolvimento de habilidades intelectuais, a partir de processos reflexivos e argumentativos, na construção do conhecimento. Conforme Marconi e Lakatos (2003), quanto aos procedimentos técnicos, o presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental indireta, cujos dados são transcritos de fonte primária retrospectiva, referentes aos materiais produzidos pelos(as) licenciandos(as), ou seja, materiais que ainda não receberam tratamento analítico. Para Gil (2008), a análise documental busca explicar um problema a partir de dados obtidos de registros cursivos, que, embora sejam referentes a pessoas, são obtidos de maneira indireta e tomam a forma

de documentos. Para fins de pesquisa científica são considerados documentos qualquer objeto que possa contribuir para a investigação de determinado fato ou fenômeno.

Vinte licenciandos(as) de uma instituição pública participaram da pesquisa. As atividades foram realizadas em grupo, e ocorreram numa sequência de quatro momentos, descritos resumidamente no Quadro 1. A metodologia envolveu a apresentação de um problema, como ponto de partida para leitura, análise e levantamento de hipóteses dos grupos, atividades articuladas ao problema proposto, construídas a partir da busca e seleção de vídeos, textos científicos e reportagens para facilitar a discussão dos conteúdos: acidez e basicidade, equilíbrio ácido-base e volumetria ácido-base, formação de compostos pouco solúveis e equilíbrio de precipitação.

Ressaltamos que, em virtude de a pesquisa acontecer no período de transição entre ensino remoto e presencial, as discussões em grupo aconteceram via Google Meet e os textos foram produzidos em atividades colaborativas, com recursos dos programas Planilha, Jamboard e Documentos da Plataforma Suite Google for Education. Para participar da pesquisa, os licenciandos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Quadro 1: Descrição sucinta das atividades didáticas realizadas.

Primeiro momento - Abordagem sobre a Resolução de Problemas e sequências didáticas com aporte da problematização: foram discutidos aspectos relacionados ao uso da problematização nos processos de ensino e aprendizagem. - Proposição de atividade envolvendo a resolução de uma situação-problema: ao final da discussão, foi proposto aos(às) discentes, uma situação-problema extraída de um contexto fictício, que fomentou a mobilização de conceitos químicos em articulação com o contexto proposto.
Segundo momento Abordagem do tema utilizado na situação-problema: a professora disponibilizou materiais para exploração do tema, como: links de sites contendo informações sobre a composição, classificação e parâmetros de qualidade do leite; reportagens sobre adulteração do leite, trabalhos científicos e vídeos abordando técnicas de análises e beneficiamento do leite e de reportagem sobre práticas fraudulentas no beneficiamento de leite, conforme exemplificado no Quadro 2. Após a leitura dos materiais, os grupos elaboraram hipóteses acerca do problema apresentado. Em seguida, iniciou-se um debate, mediado pela professora acerca de conceitos científicos envolvidos na exploração do tema, como: acidez e pH, reações ácido-base, reações de precipitação, precipitação de halogenetos, etc.
Terceiro momento Atividades experimentais demonstrativas, com uso de vídeos sobre reações ácido-base e precipitação. Foram apresentados dois experimentos: 1) determinação da acidez Dornic das amostras de leite, utilizando volumetria ácido-base. 2) Determinação qualitativa de cloreto nas amostras com adição de AgNO_3 e K_2CrO_4 em amostras de leite com suspeita de adulteração e de leite não adulterado. 3) Teste do lugol para detectar presença de amido. 4) Detecção rápida de formol. 5) Teste do alizarol. 6) Análise da presença de peroxidase no leite.
Quarto momento Caminhos trilhados para resolução da situação-problema escolhida pela turma: após a leitura e

discussão dos materiais disponibilizados, os(as) participantes retomaram a situação-problema e a partir das hipóteses sugeridas, trilharam caminhos para resolução da situação-problema. Foi solicitado que os(as) discentes elaborassem um material com registros dos caminhos utilizados para chegar a uma conclusão acerca do problema, que constituiriam o *corpus* de análise do estudo.

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 2 são apresentados exemplos de materiais didáticos utilizados para abordagem do contexto apresentado pela situação-problema, conforme mencionado anteriormente.

Quadro 2: Exemplos de materiais didáticos utilizados para abordagem do contexto apresentado pela situação-problema

As imagens A e B apresentam um recorte de materiais didáticos utilizados, como reportagens e um trabalho científico para abordar possibilidades de adulteração do leite

(A) Recorte de uma reportagem sobre técnica que expõe adulteração 'invisível' do leite, retirada do site do jornal da Unicamp.



Fonte: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/10/31/tecnica-expoe-adulteracao-invisivel-do-leite>

(B) Recorte de um trabalho científico de revisão sobre adulteração do leite



ADULTERAÇÃO EM LEITE FLUÍDO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, Dierle Tubiana de¹, CAMERA, Leticia¹, NOSKOSKI, Ludmila²

Palavras-Chave: Leite. Adulteração. Soro.

Introdução

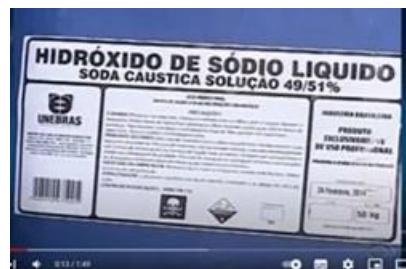
O leite, produto de secreção das glândulas mamárias, é um fluido viscoso constituído de uma fase líquida e partículas em suspensão, formando uma emulsão natural, estável em condições normais de temperatura ou de refrigeração. É uma das principais fontes de proteínas na alimentação de animais jovens e de humanos de todas as idades e pode ser considerado o alimento mais completo da natureza e

Fonte: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2011/saude/ADULTERA%C3%83%E2%80%A1%C3%83%C6%92O%20EM%20LEITE%20FLU%C3%83%C2%8DDO%20%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9C%20REVIS%C3%83%C6%92O%20BIBLIOGR%C3%83%C2%81FICA.pdf>

As Imagens C e D são recortes de um vídeo retratando um caso de adulteração com formol e água oxigenada no Rio Grande do Sul, detectado pelo Ministério Público

(C)

(D)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7sXAUTauo9w>

Os vídeos ilustrados nas imagens E-H possibilitaram a discussão sobre aplicação do conhecimento químico para identificar fraudes em amostras de leite, bem como os procedimentos analíticos envolvidos.

(E) Teste do lugol para detectar a presença de amido



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=2e6BIM-c3EY>

(G) Teste do alizarol



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=2ieGMAvevjw>

(F) Detecção rápida do formol



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=VSMnUklk1JM>

(H) Análise da presença de peroxidase no leite



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=X51bRvS4oEk>

Fonte: Acervo da pesquisa

Os materiais caracterizados como *corpus* de análise foram apreciados de acordo com procedimentos de análise de conteúdo conforme Bardin (2016). Foram analisados os caminhos trilhados pelos(as) discentes para alcançar a resolução de um problema. Inicialmente realizamos leitura flutuante dos materiais elaborados pelos(as) discentes, buscando identificar, a partir da demarcação de algumas partes do texto, indícios que evidenciaram a abstração de conceitos científicos durante a resolução do problema. Bardin caracteriza essa ação como etapa de pré-análise.

A partir das demarcações feitas na pré-análise, realizamos a fragmentação dos materiais em unidades de significado. A análise dessas unidades de registro nos forneceu os sentidos presentes nessas unidades, possibilitando a compreensão do

seu real significado e a realização de inferências sobre os verdadeiros sentidos que elas expressam e, quais ideias centrais dos materiais analisados podem contemplar à questão que norteia o problema desta pesquisa.

5 Análise e discussão dos Dados

A partir do contexto apresentado na SP, os(as) discentes elaboraram suas hipóteses iniciais, que serviram como guia no percurso da resolução. No Quadro 3 são apresentadas a SP e as hipóteses sugeridas pelos participantes.

Quadro 3: Enunciado da Situação-problema e hipóteses sugeridas pelos(as) participantes da pesquisa.

Situação-problema Dona Josefa é presidente da associação dos produtores de leite da sua região. Parte do leite produzido pela associação é destinado à indústria para beneficiamento e comercialização, outra fração menor é vendida por um preço mais acessível à comunidade a qual Dona Josefa faz parte. Recentemente, consumidores do leite industrializado apresentaram infecção intestinal. Por esse motivo o estabelecimento no qual o leite é produzido passou por uma inspeção, na qual se verificou que a linha de produção cumpria com todas as exigências sanitárias exigidas. Diante do resultado da inspeção, Dona Josefa, então, se perguntou: como o leite pode ter causado mal-estar nos consumidores se a associação cumpriu com todas as exigências sanitárias?
Hipóteses Grupo 1: “Supõe-se que o leite sofreu alterações que causaram problema de infecção intestinal no transporte para a indústria”. Grupo 2: “Como o leite passou pela inspeção do pH e foi considerado apto para o consumo, uma das hipóteses do que poderia ter acontecido com o leite foi a proliferação de bactérias fermentativas durante o transporte. Grupo 3: “Durante o transporte, o leite não foi resfriado como deveria. Para não perder o leite comprado foi adicionado alguma substância para adulterar o leite e fazer com que ele fique com a aparência normal”. Grupo 4: “Com o objetivo de diminuir/inibir a proliferação de microrganismos que alteram o pH do leite, ele foi adulterado”. Grupo 5: “Como a produção está de acordo com os parâmetros legais, descartamos a fraude do leite feita na associação. No entanto, podemos suspeitar que seja feita no percurso para a indústria. Mas, se o leite fosse contaminado ao ser transportado, a indústria poderia suspeitar, porque geralmente é feito um teste de qualidade ao chegar a mercadoria para o beneficiamento. Logo, descartamos essa hipótese, sendo a mais provável a fraude ter ocorrido na indústria, com o intuito de aumentar o volume do leite e sua durabilidade. Dessa maneira, suspeitamos que foram adicionadas algumas substâncias químicas ao leite”.

Fonte: Dados da pesquisa

As hipóteses sugeridas pelos grupos apresentam certa relação com o material de apoio como reportagens e um trabalho científico para abordar possibilidades de adulteração do leite, apresentado como recorte nas imagens A e B da Figura 2. Contudo, os(as) discentes ainda não conseguiam fazer associações com o conhecimento científico e questões sociais, que fundamentassem suas hipóteses, o que foi evidenciado apenas a partir dos textos produzidos enquanto trilhavam caminhos para a Resolução do Problema.

Da exploração inicial dos textos produzidos para solucionar a situação-problema, elaboramos indicadores que nos ajudaram na interpretação dos dados.

Assim fizemos recorte de trechos do material que os(as) discentes utilizaram na discussão do problema, o que nos levou a organizar a análise em duas categorias, a saber: argumentos que abordam o contexto social e argumentos que abordam o contexto científico/tecnológico. Em seguida, agrupamos as unidades de registro em categorias comuns e realizamos a interpretação e inferências para compreensão dos sentidos do conteúdo expresso nos materiais. A seguir, apresentaremos a análise e discussão dos dados, por categorias, com base no referencial teórico apresentado.

5.1 Argumentos que abordam contexto científico/tecnológico

Os materiais didáticos fornecidos pela professora auxiliaram os(as) discentes não apenas na formulação de suas hipóteses, como também nas argumentações apresentadas por eles no percurso para resolver o problema em questão.

Os trabalhos em grupo basearam-se em informações relacionadas à composição, características e classificações do leite; processamento térmico, etapas do processo de beneficiamento, desde a ordenha até a industrialização; possíveis fraudes que podem acontecer em etapas de diferentes do beneficiamento e diferentes técnicas de análises da qualidade do leite. Com base nessas informações e nos experimentos realizados, os(as) discentes estabeleceram relações com conceitos químicos, biológicos e até tecnológicos, para confirmar ou refutar suas hipóteses e chegarem a uma conclusão sobre o que teria causado mal-estar nos consumidores do leite. Com isso foi possível evidenciar que os conceitos e métodos analíticos antes trabalhados de maneira fragmentada, passaram a ser explorados de forma contextualizada.

O Quadro 4 sintetiza alguns conceitos utilizados pelos(as) discentes na elaboração das hipóteses e nos caminhos trilhados para resolução da situação-problema.

Quadro 4: Conceitos usados nos textos dos(as) licenciandos para sugestão de hipóteses e resolução da situação-problema.

Área de conteúdo		Exemplos de conceitos aplicados	
Química	Ácidos e bases	Misturas e separação de misturas	Soluções e propriedade coligativa
	pH, acidez e basicidade, neutralização, hidrólise	Composição química, destilação e condensação, precipitação	Densidade, volume, elevação do ponto de congelamento

Biológica	Fermentação, proliferação de microrganismos, intoxicação, infecção
Tecnológica	Beneficiamento e adulteração do leite, substâncias conservantes, substâncias reconstituíntes, pasteurização, acidez Dornic, estabilidade térmica

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos recortes feitos de trechos do materiais produzidos pelos(as) discentes, evidenciamos que a atividade experimental, articulada com a Resolução de Problema favoreceu a argumentação e a significação de conceitos científicos, à medida que os(as) discentes trilhavam caminhos para a resolução da situação-problema, estabelecendo relação com Batinga e Teixeira (2014), quando sugerem a possibilidade de envolver os(as) estudantes em um processo reflexivo e argumentativo para tomada de decisões em articulação com conceitos científicos, a partir da Resolução de Problemas e com Batinga (2023), que enfatiza a importância de se trabalhar com experimentação articulada à SP no sentido de favorecer a argumentação com o uso de evidências que tornam mais explícitas aos(às) estudantes uma visão de ciência que não é imutável. O quadro 5 apresenta uma síntese das informações obtidas a partir da análise dos textos produzidos, acompanhadas da transcrição de alguns argumentos, que constituíram as nossas unidades de análises e sinalizam articulação entre a situação-problema e os textos e vídeos e experimentos trabalhados.

Quadro 5: Síntese da análise dos textos produzidos e recortes de alguns dos fragmentos que constituíram as unidades de análise da categoria contexto científico/tecnológico

Contexto científico/tecnológico	Alguns fragmentos analisados
Grupo 1	
Apresenta a definição de leite segundo o artigo 475 do RIISPOA- Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal; Discute a acidez Dornic; Utiliza argumentos baseados na composição e adulteração do leite pela adição de substâncias tóxicas como formol (CH_2O), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou soda cáustica (NaOH); Após os experimentos, associa a fraude com soda cáustica à reação de “neutralização” ocorrida na titulação do leite.	<i>[...] A principal fraude por alteração intencional é a adição de água para aumentar o volume do leite. Outras fraudes comuns são a adição de alcalinos, como a soda cáustica, para aumentar a conservação ou diminuir a acidez; a adição de conservantes como formol, ácido bórico, peróxido de hidrogênio e ácido salicílico, para inibir o crescimento microbiano</i> <i>[...] Relacionando as características do leite, os tipos e fraude e os experimentos, chegamos a uma reformulação da hipótese. O leite pode ter sido adulterado com soda cáustica, pois ela reage com o ácido láctico produzido por microrganismos, semelhante à reação de “neutralização” que vimos no experimento de titulação do leite. Isso faz com que a acidez do leite seja</i>

	mascarada
Grupo 2	
Enfatiza as condições necessárias de resfriamento do leite durante o transporte para evitar a proliferação de bactérias; Sugere a possibilidade de adulteração com adição de formol ou H_2O_2 para inibir a multiplicação dos microrganismos, com consequente conservação do pH; Ressalta que assim o teste de acidez Dornic não detectaria problemas; Descreve dois procedimentos analíticos, um para determinação de formol, e outro para determinação de H_2O_2.	<i>[...] Como o resfriamento durante o transporte do leite é necessário para inibir ao máximo a proliferação de microrganismos no leite, provavelmente o leite que passou pela inspeção realizada, durante o transporte não foi resfriado como deveria</i> <i>[...] Antes de chegar na indústria, para não perder o leite comprado foi adicionado formol para adulterar o leite e fazer com que ele fique com a aparência normal, para conservar a estabilidade da proteína do leite e paralisar a atividade microbiana</i> <i>[...] A adulteração com formol poderia ser comprovada através de um teste que encontre dados sobre a composição do leite e se havia formol adicionado. O procedimento consiste em separar o formaldeído do leite por destilação, e posterior aquecimento do formaldeído destilado junto com o ácido cromotrópico em presença de ácido sulfúrico. Esse procedimento irá originar um produto de condensação que depois de oxidado se transforma em um composto p-quinoidal de coloração violeta</i>
Grupo 3	
Cita Agência de Informação da Embrapa para caracterizar o leite; Sugere que, as fraudes no leite têm como objetivos aumentar o volume, controlar as alterações provocadas pelos microrganismos, alterar as características e os componentes; Com relação à adição de água, discute propriedades coligativas enfatizando que incoerências entre o ponto de congelamento e a densidade do leite são indícios dessa adulteração; Sugere que substâncias como o sal, o açúcar, o álcool e o citrato podem compensar a adição fraudulenta de água e que nestes casos, provas que não são realizadas na rotina do laticínio podem identificar a fraude, como exemplo a pesquisa de sal ou de açúcar; Em articulação com um dos experimentos demonstrados, sugere que a determinação qualitativa de cloreto, realizada na atividade experimental pode indicar, por exemplo, a presença de sais de cloreto.	<i>[...] O leite é oriundo da combinação entre diversos componentes sólidos em água chamados de sólidos totais (ST) ou extratos secos totais (EST). Tais elementos representam de 12 a 13% do leite onde a água representa cerca de 87% desses componentes. Segundo a Agência de Informação Embrapa, dentre os elementos sólidos participantes da composição do leite têm-se lipídios, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas</i> <i>[...] Para aumentar o volume, a fraude mais frequente é a adição de água. Anormalidades ou incoerências entre o ponto de congelamento e a densidade do leite são indícios dessa modalidade</i> <i>[...] O ponto de congelamento normal do leite varia de $-0.530^{\circ} H$ até $-0.550^{\circ} H$. A adição de água aumenta o ponto de congelamento do leite, fazendo-o ficar próximo de zero. Substâncias químicas que quando dissolvidas ficam em solução perfeita, possuem efeito contrário, diminuindo o ponto de congelamento do leite. Dessa forma, substâncias como o sal, o açúcar, o álcool e o citrato podem compensar a adição fraudulenta de água</i> <i>[...] Podemos associar o experimento de determinação qualitativa de cloreto ao</i>

	caso e sugerimos a adulteração por dição de sais de cloreto ao leite
Grupo 4	
Cita Giudici (2021) para classificar o leite de acordo com o processo ordenha, transporte e controle de microrganismos; Caracteriza o leite da SP como sendo do tipo B; Descarta a possível hipótese de ser um leite LINA; Sugere problemas com o processo de refrigeração; Sugere ainda que para reverter o problema, o leite foi adulterado com adição de substâncias químicas.	<i>[...] Identificamos o tipo do leite como sendo do tipo B: “O leite B pode ser obtido de rebanhos diferentes e sua ordenha pode ser mecânica ou manual. É transportado (sob refrigeração de até 4°C) antes de ser pasteurizado em outro local. Isso porque, o leite é produzido por uma associação de diferentes produtores, logo, são diferentes rebanhos, e/ou possivelmente técnicas diferentes de ordenhar</i> <i>[...] Descartamos a possível hipótese de ser um leite LINA, pois, apesar do mesmo ser saudável (não causando problemas gastrointestinais) o seu teste de álcool resulta em positivo, logo, o mesmo não poderia ser transportado para a indústria, segundo as normativas</i> <i>[...] Levantamos então a hipótese de falhas técnicas no refrigerador durante o transporte (não estando a temperatura de 4°C). O problema foi percebido ao chegar na indústria, no qual gerou um pequeno aumento na acidez do leite, devido a proliferação de bactérias decorrente da alteração da temperatura</i> <i>[...] Pensando em reverter o aumento na acidez do mesmo, além de prolongar a sua validade, adicionou-se ao leite uma solução química composta de soda cáustica. Como vimos no experimento 1, essa solução possui um caráter básico, e pode justamente aumentar o pH do leite</i>
Grupo 5	
Apresenta a definição de leite segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007); Cita o processo de beneficiamento do leite, que seria uma série de procedimentos para assegurar o padrão de qualidade do mesmo. Esses processos são: filtração, resfriamento, desnate e padronização da gordura, pasteurização e acondicionamento; Descarta a fraude do leite ter ocorrido na associação, pois a SP afirma que a produção estava de acordo com os parâmetros legais. Nesse momento cita a Instrução Normativa 62, retificada pela Instrução Normativa 07 e o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura e Pecuária de Abastecimento (Brasil, 2011, 2016, 2017) que oficializam um programa para controlar e padronizar a qualidade do leite; Descarta a possibilidade de contaminação durante o transporte, citando Rosa et al. (2017), que ressaltam o controle de qualidade do leite por meio do teste de alizarol para estimar a estabilidade térmica do leite, ainda nas propriedades rurais, antes do recebimento do leite pelo transportador; Destaca duas características físicas que podem ser alteradas com adição de água, como ponto de	<i>De modo geral, segundo Venturini, Sarcinelli e Silva, (2007) o leite é composto de água e sólidos totais (ST) dispersões. Estes ST têm valores nutricionais importantes para os humanos e animais, pois contém proteínas, gordura, lipídios, lactose e sais</i> <i>[...] Como a produção está de acordo com os parâmetros legais, descartamos a fraude do leite feita na associação.</i> <i>[...] Com a adição de água, duas características físicas são alteradas, o ponto de congelamento e a densidade, porque de acordo com Fagnani (2016, p. 1) “[...] a densidade normal do leite varia de 1,028 a 1,034 g/cm³” e “[...] o ponto de congelamento normal do leite varia de -0.530° H até -0.550° H”</i> <i>[...] Supomos que no processo de industrialização, profissionais da empresa tenham adicionado 50% de água para mascarar adição de hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio ao</i>

congelamento e a densidade; Sugere que para manter esses parâmetros é necessário adicionar o cloreto de sódio, ou seja, outro soluto, para ocasionar o abaixamento do ponto de congelamento, pois ao adicionar a água o ponto de congelamento do leite ficaria próximo do zero. Outro soluto seria amido, para aumentar a densidade, pois a aguagem diminuirá a densidade do leite, aproximando-se da densidade da água (1,00 g/cm ³).	<i>leite, que consequentemente, alterou os nutrientes presentes no leite, especificamente a gordura, que segundo Silva (1997) é o componente que mais sofre variações, seja pela alimentação, estação do ano, e raça, bem como também, defendemos que esteja relacionada com a adulteração a partir das substâncias química</i>
---	---

Fonte: Dados da Pesquisa

Os fragmentos analisados sugerem que os caminhos trilhados para Resolução do Oproblema articularam conhecimentos científicos/tecnológicos de forma coerente, reunindo informações contidas nos materiais de apoio, relacionadas às características, composição e formas de adulteração do leite para extrair delas possíveis indícios que os direcionassem para a resolução do problema, associando-as, ainda, a conceitos químicos articulados durante a exploração do tema e/ou em atividades experimentais, evidenciando a significação desses conceitos, conforme Alves e Silva (2020) quando sugerem a possibilidade de desenvolver atitudes de cunho científico pelo interesse em aprendê-la, bem como na busca de significado e de sentido na resolução do problema. Os autores acrescentam, ainda, que é possível que o(a) estudante construa o hábito de fazer associações aos aspectos da ciência, em situações futuras com as quais ele(a) possa se deparar. Em consonância com esse pensamento, Giani (2010) observa que a construção significativa de conceitos, a partir de processos reflexivos na busca pela resolução de um problema seria o aspecto mais relevante quando do uso de situações-problema.

5.2 Argumentos que abordam contexto social

Nessa categoria, apresentamos argumentos que evidenciam a reflexão dos(as) discentes acerca das implicações da adulteração do leite para os consumidores finais, bem como criticidade quanto ao uso indevido da Ciência para cometer fraude, visando maior lucro.

Quadro 6: Síntese da análise dos textos produzidos e recortes de alguns dos fragmentos que constituíram as unidades de análise da categoria contexto social

Contexto social	Alguns fragmentos analisados
Grupo 1	
Cita decorrências da interação de formol, peróxido de hidrogênio e ureia no organismo, causando intoxicação aguda. Para ureia são citados problemas de saúde, como visão prejudicada, diarreia e mau funcionamento dos rins.	<i>[...] Alguns produtores adicionam água ao leite para aumentar o volume e com isso aumentar o lucro. Depois adicionam substâncias tóxicas para mascarar a adulteração</i> <i>[...] O formol é altamente tóxico para humanos em pequenas quantidades e é classificado como carcinogênico. Sua ingestão pode induzir intoxicação aguda, causando irritação, dermatite, dores de cabeça, tonturas, lacrimejamento dos olhos, espirros e tosse, e</i>

	até mesmo o desenvolvimento de asma alérgica [...] O peróxido de hidrogênio danifica as células gastrointestinais, que podem levar à gastrite, inflamação do intestino e diarreia sanguinolenta [...] A presença de ureia pode causar graves problemas de saúde humana, como visão prejudicada, diarreia e mau funcionamento dos rins
Grupo 2	
Ressalta que o formol se liga às proteínas do leite, causando prejuízos aos consumidores do leite adulterado, visto que podem causar problemas intestinais; Enfatiza que a adição do peróxido de hidrogênio é ilegal, pois causa danos à saúde dos consumidores do leite que contém essa substância.	[...] O formol se liga às proteínas do leite, causando prejuízos aos consumidores do leite adulterado, visto que podem causar problemas intestinais [...] A adição do peróxido de hidrogênio é ilegal, pois causa danos à saúde dos consumidores do leite que contém essa substância
Grupo 3	
Enfatiza o consumo de leite pela população pelo seu alto valor nutritivo; Ressalta que o consumo exagerado de leite ou a ausência dele no organismo pode acarretar em problemas no desenvolvimento de tecidos ósseos em crianças, na má formação do esqueleto e prejudicar o processo de crescimento; Sugere que o leite é adulterado para ganho financeiro; Alerta para toxicidade de substância fraudulentas, que quando ingeridos podem provocar intoxicação aguda.	[...] O leite é um alimento largamente consumido pela população e de alto valor nutritivo, pois contém grande quantidade de proteínas de alto valor biológico, carboidratos, ácidos graxos, sais minerais, vitaminas e água, segundo Silva et al. (2008) [...] Existem diversos benefícios à saúde associados ao consumo do leite, principalmente por ele ser rico em cálcio. Alguns estudos associam o consumo do leite a um risco reduzido de osteoporose e fraturas por ele trazer também benefícios à saúde óssea [...] O leite de vaca é uma boa fonte de potássio, esse mineral tem efeitos vasodilatadores e anti-hipertensivos [...] Muitas das fraudes no leite têm como objetivos aumentar o volume [...]. Tipicamente, o leite é adulterado para ganho financeiro [...] Um estudo publicado no American Journal of Clinical Nutrition mostrou que a gordura do leite não é tão nociva à saúde cardiovascular quanto se imaginava e que o consumo de leite e derivados é inofensivo ao coração, podendo até diminuir o risco de acidente vascular cerebral [...] Leite de vaca é rico em vitamina D, o que significa bons níveis de serotonina no organismo, auxiliando na qualidade do humor, apetite (pois traz uma sensação de saciedade) e sono, podendo prevenir também a depressão e ansiedade [...] Conservantes como água oxigena, formol e hipoclorito prejudicam diretamente a nossa saúde. São compostos tóxicos que quando ingeridos podem provocar intoxicação aguda, irritações e queimaduras do trato gastrointestinal. Ou ainda, quando ingeridos em pequenas e frequentes doses podem ter efeitos carcinogênicos
Grupo 4	
Cita preocupação de empresas com prejuízo financeiro	[...] Para solucionar problemas de acidez sem maiores prejuízos financeiros, adicionou-se ao leite uma solução química composta de soda cáustica
Grupo 5	
Enfatiza que os sólidos totais têm valores nutricionais importantes para os humanos e animais, pois contém proteínas, gordura, lipídios, lactose e sais; Com relação às substâncias adulterantes,	[...] Vale ressaltar que, a adição da solução contendo soda cáustica e água oxigenada ao leite pode o tornar impróprio para o consumo. Tóxicas, elas não são percebidas por quem bebe o leite, porque estão em pequenas concentrações, mas em quantidades

ressalta que em quantidades altas, NaOH e H ₂ O ₂ podem causar problemas à saúde; Ressalta Cita Silva (1997) que sugere que a gordura é o componente que mais sofre variações, seja pela alimentação, estação do ano, e raça, ou pela adulteração a partir das substâncias química adicionadas ao leite.	maiores causam reações nas pessoas afetando sua saúde. [...] Em quantidades altas, a duas substâncias citadas podem causar irritações no estômago e aumento da produção de radicais livres, alerta o engenheiro químico Sebastião César Brandão, especialista em laticínios pela Universidade de Viçosa em Minas Gerais. Ele também afirma que em pequenas concentrações nenhuma substância é capaz de causar danos à saúde, por isso o leite industrializado da situação problema teria que estar com concentrações relevantes dessas substâncias. [...] Tais substâncias são adicionadas ao leite para se obter um maior rendimento e um maior lucro. Contudo, em quantidades significativas causam mal estar e atingem o sistema digestório das pessoas.
--	---

Fonte: Dados da Pesquisa

Os dados revelam uma postura crítica dos(as) discentes em relação a atitudes desonestas de profissionais que visam o lucro sem a preocupação com implicações sociais. Identificamos, ainda, que os(as) discentes recorrem aos conceitos científicos para abordar aspectos sociais associados aos riscos à saúde dos consumidores de leite que sofre adulteração. Diante dessas evidências, podemos inferir que houve mobilização de atitudes com respeito à ciência e às implicações sociais da Ciência durante o processo de resolução do problema, em consonância com Suart (2014), que atribui grande relevância aos processos cognitivos e argumentativos na aprendizagem por problematização e Melo, Oliveira e Souza (2021) que sugerem que a articulação de conceitos químicos e contextos diversos, a partir da problematização, pode ajudar no alcance da significação conceitual de forma crítica.

Ademais, ao associarem a reação química ocorrida no experimento de volumetria ácido-base com possível ação de substâncias que podem ser adicionadas ao leite, com intuito fraudulento, os(as) discentes demonstram criticidade quanto a usos e abusos da ciência, uma vez que responsáveis pela adulteração estariam fazendo uso inapropriado do conhecimento científico para seu favorecimento, colocando em risco determinada população consumidora de seu produto. Esse aspecto vai ao encontro do que propõe Berbel (1995) quanto ao estímulo à postura de cidadãos(ãs) mais conscientes, críticos(as) e comprometidos(as) com o seu meio, quando se faz uso da problematização. Corroborando com esse pensamento, Borges, Lodi e Ribeiro (2022) realizaram estudo abordando tema socio científico para problematizar o ensino e aprendizagem de Química Orgânica. Nesse estudo os autores apontam que a proposição de atividades coletivas no desenvolvimento de temas pode fomentar a reflexão e o diálogos entre os partícipes e a compreensão de

que as questões sociais podem estar diretamente ligadas ao conhecimento científico.

5.3 Culminância

Após reunir dados suficientes para investigarem o que poderia ter causado mal estar nos consumidores do leite, os grupos elaboraram suas respostas com base nos conceitos científicos trabalhados. A seguir, apresentamos a transcrição das respostas apresentadas pelos grupos, como resolução ao problema.

Grupo 1: [...] O problema não está na produção, mas sim, no transporte e na indústria. Ou seja, muito provavelmente, a indústria utilizou de práticas ilícitas para fraudar o leite vindo da fazenda. Na intenção de reduzir a acidez produzida por microrganismos que podem ter se multiplicado durante o transporte, a indústria adicionou NaOH, que reage com o ácido láctico, produto da fermentação dos microrganismos, resultando em um sal com caráter levemente básico. Esse mascaramento permitiu que as pessoas consumissem leite impróprio para o consumo, devido a presença de bactérias acima do normal, além de ingerirem substância tóxica.

Grupo 2: [...] Diante do exposto, percebemos que pode ter sido feita uma adulteração no leite vendido por Dona Josefa, durante o transporte para a indústria, com a adição de formol, causando problemas intestinais nas pessoas que consumiram o leite. Durante o transporte, o leite não foi resfriado como deveria, os microrganismos presentes se multiplicaram por causa do calor e tornaram o leite mais ácido, antes de chegar na indústria. Para não perder o leite comprado foi adicionado formol para adulterar o leite e fazer com que ele fique com a aparência normal, para conservar a estabilidade da proteína do leite e paralisar a atividade microbiana.

Grupo 3: [...] Os micro-organismos podem facilmente deteriorar o leite. Durante esse processo, os micro-organismos produzem diversos metabólitos que alteram a composição natural do leite. Podemos citar a deterioração provocada por aeróbios mesófilos, micro-organismos que degradam a lactose e produzem ácido láctico. Para impedir que isso aconteça, substâncias conservantes foram adicionadas, possuindo a capacidade de destruir os micro-organismos e/ou impedir a sua multiplicação. Como o ácido láctico diminui o pH do leite, para encobrir esse processo, foi adicionada uma base, como hidróxido de sódio, para recompor o pH natural do leite, que varia de 6,4 a 6,8. Sendo assim, a fraude do leite foi cometida na indústria a qual Dona Josefa e a associação enviam parte do leite para a comercialização e quando a fraude é cometida pela indústria a adulteração do leite é bem mais precisa e essas alterações dificilmente são detectadas, por isso que mesmo que tenha havido a inspeção não foi possível detectar nenhuma alteração.

Grupo 4: [...] Após chegar na indústria perceberam que havia um problema com o seu tanque de resfriamento, no qual gerou um pequeno aumento na acidez do leite, registrado com pH 6, devido a proliferação de bactérias obtidas através da alteração da temperatura. Para solucionar o problema sem maiores prejuízos financeiros, e pensando em reverter o pequeno aumento na acidez do mesmo, além de prolongar a sua validade, adicionou-se ao leite uma solução química composta por soda cáustica, peróxido de hidrogênio. Fazendo um paralelo com o experimento de titulação, podemos sugerir que a adulteração ocorreu pela adição de soda cáustica, que reage com o ácido proveniente da fermentação de microrganismos. A solução adicionada possui um caráter básico, com o intuito justamente de aumentar o pH do leite. A solução adicionada reduziu o valor nutricional do leite, bem como causou reações tóxicas que levou a um problema gastrointestinal nos consumidores.

Grupo 5: [...] De acordo com a situação-problema exposta foi possível fazer algumas observações que nos levaram a algumas hipóteses. Dentre elas, verificamos que o leite não poderia ter saído contaminado da associação de produtores, visto que as pessoas da própria comunidade que consumiram esse leite não tiveram qualquer problema relacionado ao

consumo. A contaminação não poderia ter ocorrida no transporte do produto, visto que, o leite vindo dos produtores, passou por testes de qualidade. Assim sendo, podemos supor que a contaminação se deu na própria indústria, com objetivo de fraude a fim de obter maiores lucros com a adulteração do leite. Em relação às substâncias utilizadas na adulteração, fizemos uma relação dos compostos mais utilizados nesse tipo de prática e relacionamos com os sintomas ocasionados pelo leite adulterado, que foi nesse caso específico uma infecção intestinal. Verificamos que as substâncias com potenciais para ocasionar esse tipo de infecção são o peróxido de hidrogênio e soda cáustica. Se ingeridas em grandes quantidades essas substâncias podem causar sérios danos ao trato gastrointestinal. Além da adição dessas substâncias, ainda supomos que foi adicionado água a um volume com cerca de 50%, o que justificaria o uso em excesso dessas substâncias para mascarar a fraude, diminuindo o percentual de gordura do leite. Esse desequilíbrio pode também ter contribuído para intoxicação.

Dos dados apresentados, inferimos que, embora os grupos partissem de uma mesma situação-problema, a mobilização de conceitos apresentou-se de maneira dinâmica entre os grupos, uma vez que eles apresentaram argumentos embasados em diferentes contextos científicos/tecnológicos que os levaram a sugerir hipóteses e soluções diferentes para o problema. Diante disso, podemos sugerir a contemplação de alguns dos objetivos da metodologia de ensino por Resolução de Problemas, descritos por Ribeiro (2022), como o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalhos em grupos, que podem suscitar um conjunto de soluções para a resolução de uma dada situação. O autor, ressalta, ainda, que tanto o problema como o percurso para sua resolução, devem apresentar um grau de complexidade condizente com os conhecimentos prévios dos estudantes e que a resolução de problemas não se restringe apenas a uma única solução.

Outrossim, as hipóteses levantadas, os argumentos apresentados pelos grupos e as respostas apresentadas à situação-problema revelaram que a problematização viabilizou o processo de aprendizagem pautado na reflexão, na argumentação, tomada de decisões e no trabalho coletivo, corroborando com Batinga e Teixeira (2014). Diante do exposto, resgatamos de Goi *et al.* (2021) a importância de o(a) professor(a) em formação assumir o compromisso com a reflexão docente e que possa aprofundar seus conhecimentos com vistas uma transformação de sua práxis.

6 Considerações Finais

De maneira geral, acreditamos que a pesquisa pode ter contribuído para a formação docente mais crítica dos(as) participantes, ao vivenciarem uma estratégia de aprendizagem autônoma, na qual foram forjados(as) a um paradigma diferente do que estavam acostumados. Outrossim, a conexão que os(as) licenciandos fizeram com contexto social sinaliza para uma possível sensibilização para questões sociais que podem emergir de aplicações do conhecimento científico. Assim, embora não seja

possível afirmar que os(as) participantes atuarão de forma mais crítica no exercício de sua profissão, tivemos indícios da mobilização de atitudes que remetem ao compromisso social em uma possível atuação docente no futuro.

Remetendo-nos à pergunta da pesquisa: “Como licenciandos(as) em Química mobilizam conceitos científicos na Resolução de Problemas articulada à uma postura crítica-reflexiva?”, registramos contribuição relevante do problema elaborado e da sequência de ensino e aprendizagem utilizada, uma vez que a problematização viabilizou a mobilização de conceitos aplicados em contextos científico, tecnológico e social, pautado na reflexão, na argumentação, tomada de decisões e no trabalho coletivo, contemplando, assim, objetivos da metodologia de ensino por Resolução de Problemas, como, por exemplo, o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalhos em grupos.

Por ora, podemos sugerir que os registros que emergiram dos documentos analisados deram conta de alcançar nossos objetivos de “analisar as contribuições da Resolução de Problemas na formação de licenciandos(as) em Química, transitando entre ensino remoto e ensino híbrido”, pois a problematização fomentou a significação de conceitos científicos pela articulação entre o conhecimento científico e implicações sociais fomentada por uma situação-problema, evidenciando-se também que os(as) licenciandos(as) trilharam caminhos para uma dada resolução articulando conhecimentos científicos/tecnológicos de forma coerente e dinamizada entre os grupos, que apresentaram argumentos embasados em diferentes contextos científicos/tecnológicos que os(as) levaram a soluções diferentes para o problema.

Quanto ao objetivo de verificar se os(as) licenciandos(as) em estudo conseguem estabelecer relações de cumplicidade entre a metodologia vivenciada no processo de estudo e a construção da identidade docente, que possa se refletir em mobilização de atitudes favoráveis a uma atuação docente mais crítica e reflexiva, constatamos que houve mobilização de atitudes com respeito à Ciência e às implicações sociais da ciência durante o processo de resolução do problema. Ademais, os(as) licenciandos(as) demonstram criticidade quanto ao uso inadequado de conhecimento científico para adulteração do leite, colocando em risco determinada população consumidora de seu produto.

Encerrando a discussão, acreditamos que o estudo foi promissor e fomenta possibilidades para outras pesquisas na área, acerca do uso de estratégias de ensino

e aprendizagem com foco na construção de habilidades docentes voltadas ao ensino por problematização.

Referências

ALVES, Vanessa Ramos; SILVA, Flávia Cristiane Vieira da. A mobilização de atitudes e sentimentos de licenciandos em Química durante a elaboração de problemas. **REnCiMa**, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 119-138, jul./nov. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BATINGA, Verônica Tavares Santos. Resolução de problemas no ensino de química: um caminho para a emergência da argumentação. In: BATINGA, Verônica Tavares e CAMPOS, Ângela Fernandes (org.). **Pesquisas sobre resolução de problemas no ensino de Ciências e suas interfaces**. Recife: EDUPE, 2023.

BATINGA, Verônica Tavares Santos; CAMPOS, Ângela Fernandes. (Org.). **Pesquisas sobre resolução de problemas no ensino de ciências e suas interfaces**. Recife: EDUPE, 2023.

BATINGA, Verônica Tavares Santos; TEIXEIRA, Francimar Martins. A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 7, n.1, p. 24-52, jan./abr. 2014.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev.1998a.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. **Semina: Ciências Sociais Humanas**, Londrina, v. 16, n. 2, ed. especial, p. 9-19, out.1995.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. Metodologia da problematização: respostas de lições extraídas da prática. **Semina: Ciências Sociais Humanas**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 61-76, jul./dez. 2014.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **Metodologia da problematização: experiências com questões de ensino superior**. Londrina: UEL, 1998b.

BORGES, Marcia Narcizo; LODI, Thriciane Torres de Carvalho; RIBEIRO Carlos Magno Rocha. Uma oficina temática para o ensino de Química sobre drogas por meio da problematização. **REnCiMa**, v. 13, n. 4, p. 1-25, São Paulo. jul./set. 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 01 de Julho de 2015**. Estabelece Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura de graduação plena. Brasília: Diário Oficial da União, 01 jun. 2015.

DECKER, Isonir da Rosa; BOUHUIJS, Peter. A. J. Aprendizagem baseada em problemas e metodologia da problematização: Identificando e analisando

continuidades nos processos de ensino- aprendizagem. In: ARAÚJO, Ulisses, Ferreira; SASTRE, Genoveva (orgs). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3. ed. São Paulo: Summus, 2016.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

GIANI, Kellen. **A experimentação no ensino de ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa**. 2010. 190f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília. Brasília.

GIL, Antônio. Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOI, Mara Elisângela Jappe; MEDEIROS, Denise Rosa; ELLENSOHN Ricardo Machado; VARGAS, Jaqueline Pinto. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1-25, jan./mar. 2021.

MALDANER, Otavio Aloisio. A formação continuada de professores de química. Ijuí: Unijuí, 2000.

MARCONI, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MELO, Carla Carvalho; OLIVEIRA, Regina Célia Barbosa de; SOUZA, Agilson Nascimento de. Implicações da experimentação como aporte em atividades por problematização para compreensão do fenômeno corrosão. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, v. 28, p. 1-25, abr. 2021.

MONTEIRO, Paula Cavalcante; SANTIN FILHO, Ourides; RODRIGUES, Maria Aparecida. Atividades investigativas: um estudo vivenciado por licenciandos em Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 1-19, jan./mar. 2023.

PEREIRA, Rodrigo. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: **Anais do VI Colóquio Internaonal. “Educação Contemporânea e Contemporaneidade**. São Cristóvão: UFSE, 2012, p. 1-15.

PEREIRA, Júlio Emílio Diniz. Formação de professores – pesquisas, representações e poder. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

RIBEIRO, Luis. Roberto de Camargo. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma Experiencia no Ensino Superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2022.

SCHÖN, Donald. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, Antônio. (org.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992.

SILVEIRA JÚNIOR, Célio. Atividades investigativas com licenciandos de vários cursos: uma experiência formativa para o ensino de Ciências na Educação Básica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 139-158, nov. 2020.

SOUZA, Agilson Nascimento; SILVA, Sueli Alves da.; SILVA, Rosane, Maria Alencar. Ações reflexivas na prática de ensino de Química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 175-191, jan./abr. 2013.

SUART, Rita de Cássia. A experimentação no ensino de química: conhecimento e caminhos. In: SANTANA, Eliana Moraes de.; SILVA, Erivanildo Lopes da. (Orgs.). **Tópicos em ensino de química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

VOSGERAU, Dilmeire Sant'Anna; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014.

ZEICHNER, Kenneth. M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Lisboa: Educa-Professores, 1993.