

A QUÍMICA DO LEITE NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E INVESTIGATIVAS

Data de aceite: 01/03/2023

Aurisvaldo Pereira Da Silva
SEDUCAM

RESUMO: A pesquisa, “o leite como tema gerador no ensino-aprendizagem de química e atividades experimentais e investigativas”, foi desenvolvido com alunos do ensino médio, na Escola Estadual Professora Adelaide Tavares de Macedo, localizada na Avenida Desembargador João Machado, s/n, no Bairro Alvorada, Manaus-AM. Este trabalho é uma pesquisa aprofundada sobre um dos sérios problemas da atualidade na Educação que é a associação da teoria com a prática e investigação no processo de ensino-aprendizagem. Com o tema Leite é possível abordar muitos conteúdos básicos que são indicados pelas Diretrizes Curriculares de Química, o que torna a aplicação desse tema, totalmente viável em qualquer escola pública e privadas, devido ser um tema transversal que promove a interdisciplinaridade ao ser trabalhado na sala de aula. A pesquisa consiste na “Avaliação da qualidade das principais marcas de leite consumidas em Manaus”. O desenvolvimento da pesquisa seguiu os seguintes passos: problematização

e sensibilização; viabilização e implementação; consolidação e avaliação. Os estudantes realizaram um levantamento teórico sobre o tema, análises no laboratório e por fim, organizaram os dados coletados, elaborando suas próprias conclusões. Nas aulas experimentais e investigativas, foram realizados testes físico-químicos e microbiológicos com o leite, tanto para exemplificar conteúdos como matéria e sua constituição e propriedades físicas e químicas, como para questionar o comportamento humano na sociedade moderna, além de investigar sua composição e possíveis desvios causados ou pelo mau processamento, intencionalmente, para aumento do volume e maior lucro, ou por correções de alterações na composição do leite, que também podem ser detectadas durante a investigação.

PALAVRAS - CHAVE: Leite, Ensino de Química, Atividades experimentais e Investigativas.

INTRODUÇÃO

O presente artigo propõe uma construção de saberes em um ambiente de aprendizagem, em especial, na escola, em sala de aula, e ainda, ultrapassando muros,

porque as relações que são estabelecidas entre docentes, discentes e objetos de estudo, vão construindo o contexto, que os aproxima da realidade, colaborando para um sentido mais consistente. O leite como tema gerador no ensino-aprendizagem de química com atividades experimentais e investigativas auxilia os docentes a enfrentar, cotidianamente, o desafio de trabalhar por área de conhecimento a partir de vivências interdisciplinares que integrem, reconhecendo as diferenças entre os distintos campos de saber e de seus respectivos profissionais e assim ajude a: promover a mediação necessária entre a teoria e a prática; apoiar a valorização da profissão docente, a valorização da educação; contribuir para a melhoria das práticas pedagógicas em sala de aula, fornecendo elementos para a prática docente; propor metodologias que possam auxiliar professores e alunos, favorecendo o ensino e a aprendizagem; fomentar um intercâmbio de ideias que contribua para a promoção do miniprojeto de vida, a problematização do isolamento disciplinar, a problematização da interdisciplinaridade, o mapeamento de novos processos de avaliação e o engajamento entre os membros da equipe gestora e entre ela e a comunidade.

Considerando este contexto, ao professor caberá tornar-se um profissional com visão integrada da realidade, que reflita sobre os conhecimentos, que perpassam a sua formação, no intuito de compreender que não são suficientes, para abarcar todo o processo de ensino, e daí, diante dessa percepção, apropriar-se das relações conceituais que há entre a sua área de formação e as das outras. Ao estudante caberá a tarefa de atuar como “agente da aprendizagem”, orientado pelo professor, pois, precisará aprofundar os conhecimentos, elaborar os próprios conteúdos, que serão importantes construções, para a formação pessoal e profissional, colaborando para uma visão mais ampla do que o cerca.

No mundo atual, esse estudante deixa de ser “receptor” e passa a atuar como “protagonista juvenil”, em papel principal nas ações, que condizem com os problemas, que se encontram na escola, nos grupos, nas comunidades, nos bairros, na sociedade. É instigado a construir e a assumir responsabilidades.

Após iniciar o projeto de pesquisa, foram coletadas diferentes marcas de leite no comércio do município de Manaus- AM e ao acompanhar os estudantes integrantes das turmas surgiu a seguinte problemática: Fazer análises de testes físico-químicos e microbiológicos com o leite, tanto para exemplificar conteúdos como matéria e sua constituição e propriedades físicas e químicas, como para questionar o comportamento humano na sociedade moderna, além de investigar sua composição e possíveis desvios causados ou pelo mau processamento, intencionalmente, para aumento do volume e maior lucro, ou por correções de alterações na composição do leite, que também podem ser detectadas durante a investigação.

Nessa perspectiva, o estudo teve como **objetivo geral** buscar e investigar as potencialidades da utilização de atividades experimentais investigativas na Educação Básica, e de que maneira estas atividades podem contribuir e serem abordadas nas aulas de Química. Assim, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: De que

maneira as atividades experimentais investigativas contribuem no processo de ensino e aprendizagem para os alunos da Educação Básica? Por que usar experimentação no ensino de Química? Os alunos gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões. Os professores gostam de “ensinar na prática”, como eles mesmos dizem. Todos gostam de experiências fantásticas! Entretanto, apreciar a experimentação é algo bem diferente de utilizá-la ou compreendê-la corretamente. É preciso admitir que, embora todos gostem de experiências, poucos refletem ou pesquisam sobre questões como “Qual o papel didático da experimentação?” ou “De que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química?”. Consequentemente, as respostas à questão proposta no título desse texto, “Por que usar experimentação no ensino de Química?”, quase sempre apresenta respostas simplistas ou parciais tais como “Devemos usar a experimentação porque a Química é uma ciência experimental”, “Devemos fazer experimentos para cativar os alunos” ou “As experiências ajudam a mostrar a teoria na prática”.

Estas são algumas das respostas mais comuns diante da questão apresentada no título do texto e, mesmo que a princípio concordemos com suas proposições, elas não são satisfatórias porque são simplistas e incompletas.

E para entender esse processo, o estudo se beneficiou dos seguintes **objetivos específicos**: Administrar atividades experimentais e investigativas (AEI), para a realização de testes físico-químicos e microbiológicos com o leite, tanto para exemplificar conteúdo da grade curricular de química, física, biologia como para questionar o comportamento humano na sociedade moderna, além de investigar sua composição e possíveis desvios causados ou pelo mau processamento, intencionalmente, para aumento do volume e maior lucro, ou por correções de alterações na composição do leite, que também podem ser detectadas durante a investigação verificando como está a qualidade do leite que consumimos.

Com o silenciamento da mídia quanto ao assunto, será que produtores e cooperativas têm se preocupado com as condições de processamento do leite, no que diz respeito a aspectos de higiene e conservação, ou será que substâncias adulterantes continuam sendo utilizadas para mascarar as falhas ocorridas durante o processo? De fato, a utilização de experimentos se configura como uma das mais importantes estratégias para o ensino das ciências, que pode ser utilizada pelos professores não só para despertar o interesse dos alunos, mas também para ajudá-los na construção do conhecimento. A ausência de laboratórios nas escolas não deve ser um impedimento para realização de atividades experimentais, visto que vários experimentos podem ser realizados com materiais simples e que são encontrados no cotidiano, denominados materiais de baixo custo (Silva, Machado e Tunes, 2010; Rosito, 2008). O uso da experimentação no Ensino Médio, sobretudo na disciplina Química, muitas vezes superficial ou existente de forma equivocada, simplificados ou abordados de forma inadequada pelos professores (Silva, Machado e Tunes, 2010).

Essa ausência ou utilização inadequada pode ter duas origens: falta de estrutura

física, quando as escolas não oferecem as condições necessárias para realização de experimentos, como laboratórios e problemas na formação dos professores. Sobre esse segundo fator, Rosito (2008) aponta que, em um curso de graduação, é impossível que todas as necessidades formativas sejam preenchidas, sendo importante que os professores estejam em constante processo de formação, participando de oficinas, minicursos, eventos formativos e grupos de pesquisa e estudo, entre outros. Partindo dessa premissa, os professores de ciências podem, efetivamente, buscar a superação das deficiências em sua formação, que representa uma séria limitação para utilização de experimentos em suas aulas, tanto com relação a formação pedagógica e domínio dos conteúdos específicos. Segundo Azevedo (2012), uma forma de conduzir, de maneira inovadora e satisfatória, o aluno na sua trajetória de aprendizagem é a utilização de atividades investigativas. Ao colocar os estudantes como sujeitos ativos de um processo investigativo, ele deixa de assumir uma postura passiva, assumindo compromisso de agir sobre seu objeto de estudo.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Não é raro ouvir dos alunos que química é uma disciplina chata, tediosa e difícil de aprender (Cardoso e Colinvaux, 2000; Pessoa e Alves, 2011). A química é uma ciência deveras abstrata e os alunos têm que imaginar entidades e processos que existem em níveis microscópicos, ou seja, devem ir além daquilo que é apresentado para eles pelos seus sentidos, sendo necessário imaginar, modelar, ir além do entendimento real. Pozo e Gómez Crespo (2009) ressaltam que a utilização da experimentação em uma perspectiva de ensino por investigação é uma proposta que vem ganhando bastante força, pois provoca nos alunos uma mudança de procedimentos e atitudes diante de determinados problemas, além da construção de conhecimentos conceituais. No entanto, para isso o professor precisa primeiramente alcançar as mesmas mudanças que precisa, posteriormente, provocar nos alunos. Gil-Pérez (1993) afirma que aprender ciência por meio do Ensino por Investigação, provoca no aluno não só mudanças conceituais, mas também metodológicas e atitudinais. Porém a simples transformação das atividades clássicas não é suficiente. Não se pode arquitetar a aprendizagem como um resultado acumulado de uma série de atividades desconexas (introdução de conceitos, laboratórios, resolução de problemas de lápis e papel). Na realidade a construção do conhecimento demanda programas de pesquisa reais capazes de orientar o trabalho dos alunos.

Entenda-se “bom experimento” como sendo aquele que resulta em aprendizagens importantes para a formação dos estudantes. Quase sempre o potencial pedagógico e a capacidade de despertar interesse e fascinação de uma atividade experimental não residem em sua beleza estética, mas na habilidade do mediador (professor, monitor) em problematizar os fenômenos, questionar os estudantes, explorar os dados, fazer relações e contextualizar os conteúdos aprendidos.

Por outro lado, como afirma Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326), “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”.

Esses autores também criticam a ideia de experimentação para comprovação de teoria e para motivação dos alunos, como temos discutido até aqui. Os problemas ligados à experimentação no ensino de Química são muitos e se referem não apenas às concepções dos professores e alunos, mas também a maneira como ela é realizada nas aulas:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e a problemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2009, p.51).

Uma aula experimental deve engajar os estudantes não apenas em um trabalho prático, manual, mas principalmente intelectual. Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve, antes de tudo, manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos). Em outras palavras, o que se espera é que a expressão “participação ativa dos estudantes”, tantas vezes usada para justificar o uso de atividades experimentais nas aulas de Química e em outras atividades didáticas, passe a adquirir o significado de “participação intelectualmente ativa dos estudantes”¹.

A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica. É preciso que as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de Química possam propiciar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos.

Neste processo de construção dos conhecimentos, as atividades experimentais poderiam ser organizadas de maneira a colocar os estudantes diante de situações problemáticas, nas quais eles poderão usar dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações. Quanto maior a abertura que se dê aos estudantes nas aulas experimentais para que eles exponham seus raciocínios, confrontem suas teorias e debatam seus argumentos, tanto maior será o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos

1 Lúdico; lú.di.co; adj (lat ludu+ico2) Que se refere a jogos e brinquedos ou aos jogos públicos dos antigos. (Dicionário online Michaelis)

da ciência, mas também de um pensamento científico.

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

O Novo Ensino Médio propõe, numa perspectiva interdisciplinar e por área de conhecimento, um modelo diversificado e flexível, composto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos itinerários formativos, possibilitando diferentes arranjos curriculares para que os estudantes aperfeiçoem os conhecimentos.

A estruturação do Ensino Médio por áreas de conhecimento contempla todos os componentes curriculares e apresenta uma proposta de integração, na qual os campos de saber Biologia, Física e Química fazem parte de uma única área, a de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), já que os conhecimentos não são independentes uns dos outros, mas sim, articulados. As alterações curriculares e pedagógicas nessa etapa da Educação Básica exigirão dos professores uma capacidade de adaptação igualmente profunda. O Ensino Médio requer o desenvolvimento de novas relações de ensino e aprendizagem, o protagonismo na organização das atividades educacionais e o trabalho interdisciplinar e colaborativo entre os pares.

Nesse sentido, as atividades investigativas para professores(as) e estudantes na área de CNT e seus campos de saber (Biologia, Física e Química) visam subsidiar os(as) professores(as) e discentes perante os desafios intrínsecos ao Ensino Médio. As vivências, práticas e/ou atividades (individuais e/ou coletivas) propostas neste trabalho destinadas aos(às) professores(as) contemplam quatro dimensões distintas: Conhecimento de si, do outro e do nós trata do projeto interdisciplinar para os(as) professores(as) na perspectiva de identificar os próprios interesses no âmbito da escola e fora dela, refletir e dialogar sobre as relações com o bem comum e com o outro, em especial com os estudantes e membros da comunidade escolar.

Também se refere ao autoconhecimento a fim de lidar com as próprias emoções e forças, assim como a importância do coletivo na busca de delinear caminhos para superar as dificuldades e realizar os sonhos. A segunda dimensão, o saber disciplinar em xeque, traz a problematização do isolamento disciplinar, evidencia o necessário conhecimento do respectivo componente curricular ou campo de saber, sua estrutura e hierarquia, bem como as diferentes estratégias de ensino.

A terceira dimensão, área de conhecimento em foco, apresenta reflexões sobre a interdisciplinaridade, destaca a necessária relação entre os campos de saber com as demais áreas, as diferentes formas de representar, formular e expor esses objetos com estratégias de ensino e aprendizagem que os torne compreensível para os estudantes nesse novo contexto integrado por área. Na quarta dimensão, repensando a avaliação,

há mapeamento de novos processos de avaliação com critérios coerentes, conforme os objetivos de aprendizagem e estratégias avaliativas diversificadas, na perspectiva de replanejar ações de ensino, a partir dos avanços e dificuldades dos estudantes e, assim, evoluir em suas aprendizagens.

Este trabalho relata o desenvolvimento de uma pesquisa de natureza investigativa, realizado com estudantes do Ensino Médio da escola estadual professora Adelaide Tavares de Macêdo da cidade de Manaus- AM, intitulado “Avaliação da qualidade das principais marcas de leite consumidas em Manaus”. Buscamos, com o desenvolvimento da pesquisa, trazer os conhecimentos químicos para um plano de discussão mais próximo ao cotidiano do aluno, convidando-o a buscar respostas às questões levantadas.

Procuramos, também, desenvolver habilidades relativas à capacidade de argumentação, levantamento de hipóteses, análise de dados e formulação de explicações. Esperamos que o trabalho contribua de forma positiva para a prática de outros professores que buscam alternativas para reverter a ênfase na transmissão mecânica de conteúdo. O leite, foco de estudo, inserido neste contexto devido aos seus principais constituintes e propriedades físico-químicas, despertou o interesse como ferramenta interdisciplinar no desenvolvimento do ensino-aprendizagem.

A questão norteadora assumida foi a de verificar se os alunos podem melhorar seu aprendizado de química através de atividades que são desenvolvidas na própria comunidade escolar. O objetivo é trabalhar os conceitos químicos presentes na produção do Leite e seus Derivados conciliando o ensino de química com os saberes dos alunos do ensino médio e, com isso, aproximar o conhecimento científico ao contexto regional dos estudantes através de conteúdos significativos.

O conhecimento químico deve propiciar ao educando uma compreensão dos conceitos científicos para entender mudanças ocorridas com produtos do seu dia a dia, como o Leite e seus derivados, com vistas a situações do seu cotidiano. Ao levar a matéria-prima a um centro processador, os alunos podem verificar que o leite é submetido a testes de avaliação para controlar a sua qualidade, antes, durante e depois do processamento, garantindo produtos com menor risco para a população.

Nesse contexto, o estudante passa obter interesse no auto aperfeiçoamento contínuo, curiosidade, iniciativa e capacidade para estudos extracurriculares (individuais ou em grupo), com espírito investigativo e criatividade na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas ao ensino de Química e permite acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas oferecidas pelas metodologias interdisciplinares, como forma de assegurar a qualidade do ensino de Química, bem como obter formação humanística, a partir da articulação entre ensino, pesquisa e extensão, que possibilite o exercício pleno de sua cidadania e respeitar o direito à vida e ao bem-estar dos indivíduos e desenvolve habilidades que o capacitem para a preparação e o desenvolvimento de recursos didáticos e instrucionais relativos à sua prática, bem como para a avaliação da qualidade do material

disponível no mercado.

Segundo Azevedo (2012), uma forma de conduzir, de maneira inovadora e satisfatória para o aluno na sua trajetória de aprendizagem é a utilização de atividades investigativas. Ao colocar os estudantes como sujeitos ativos de um processo investigativo, ele deixa de assumir uma postura passiva, assumindo compromisso de agir sobre seu objeto de estudo. Assim, justifica-se a opção em considerar, para o trabalho com experimentação na escola, o ensino por Investigação.

Silva (1997) afirma que o tema leite, devido aos seus principais constituintes e propriedades físico-químicas, desperta os professores para a possibilidade de utilização deste como ferramenta interdisciplinar no desenvolvimento do ensino-aprendizagem, por conta do seu caráter cotidiano e problematizável.

Em Vicenza (2005), contemplando os conteúdos básicos comuns, encontram-se importantes tópicos/habilidades a serem explorados como:

- Descrever propriedades específicas e a diversidade dos materiais;
- Identificar a propriedade física densidade;
- Discorrer sobre a constituição das misturas;
- Reconhecer ocorrência de transformações químicas.

METODOLOGIA

No primeiro encontro, foram levantados alguns pontos relativos à composição do leite e sua importância para a alimentação. Como questão provocadora e motivadora foi apresentada aos estudantes reportagens que relatavam casos de adulteração do leite no estado do Amazonas. Adulterações do leite como a aguagem (seguida da adição de reconstituintes) geram prejuízos relacionados à redução do rendimento, da densidade nutricional e da percepção de atributos sensoriais (como sabor, odor e aroma característicos) de derivados lácteos. Além disso, qualquer fraude expõe a saúde do consumidor a riscos devido à presença de substâncias extrínsecas ao leite. Dessa maneira, iniciou-se uma discussão acerca das implicações das fraudes para a qualidade do leite consumido.

A fim de conhecer melhor o objeto de estudo, foram sugeridas algumas leituras, deixando-se ainda aberta a possibilidade de se buscarem outras fontes. No encontro seguinte, os alunos trouxeram materiais que tratavam das características físico-químicas, aspectos de composição, processos de industrialização e adulteração do leite, substâncias utilizadas para mascarar fraudes, bem como alguns testes realizados pelos institutos responsáveis pela análise da qualidade do leite.

A realização das leituras permitiu aos alunos identificar aspectos que eles ainda não conheciam, ampliando sua visão quanto ao tema. Dessa maneira, os estudantes levantaram novas questões a serem investigadas e parâmetros para análise.

A partir desse momento, fixamos os objetivos finais da pesquisa e os testes necessários para alcançá-los. Foram levantadas as seguintes questões: como está a qualidade do leite que consumimos? Com o silenciamento da mídia quanto ao assunto, será que produtores e cooperativas têm se preocupado com as condições de processamento do leite, no que diz respeito a aspectos de higiene e conservação, ou será que substâncias adulterantes continuam sendo utilizadas para mascarar as falhas ocorridas durante o processo? Os objetivos foram, portanto, determinar a qualidade das principais marcas de leite consumidas em Manaus – AM e comparar o leite industrializado com o natural.

Para tanto, foram apontados os seguintes testes: determinação do pH e densidade do leite; determinação do teor de proteínas; verificação da presença de substâncias adulterantes: amido, ácido bórico e peróxido de hidrogênio; determinação da acidez do leite. Houve a definição ainda das amostras que seriam analisadas: uma marca de leite tipo UHT, uma marca de leite “Tipo C” e leite “*in natura*”.

Definidos os testes que seriam realizados, partiu-se para o laboratório da escola para a realização das atividades experimentais. Os experimentos seguiram o proposto por Lisbôa e Bossolani (1997), Ferreira *et al* (1997) e Mariano *et al* (2009). Segue abaixo os experimentos realizados e alguns aspectos do conteúdo químico abordado. Alguns conteúdos não eram novos para os estudantes, mas acreditamos que as atividades investigativas se tornaram relevantes na medida em que possibilitaram retomar os conteúdos já trabalhados anteriormente, além de serem necessários para se alcançar os objetivos finais propostos.

TESTES FÍSICO-QUÍMICOS REALIZADOS

- Determinação do pH e densidade: para determinação do pH utilizou-se papel indicador universal. A densidade foi calculada medindo-se um determinado volume e, depois, pesando-o. A partir da relação entre massa e volume, calculou-se a densidade. Nesse ponto, acreditamos ser possível discutir o conceito de pH, sua relação com a concentração de H^+ , bem como o conceito de densidade.
- Determinação do teor de proteínas: nesta experiência foram separadas a caseína e a albumina, as principais proteínas do leite. Para separação da caseína, foi adicionado a 100 ml de leite aquecido (50 °C a 60 °C), vinagre gota a gota, sob agitação, até a coagulação. Após a adição do vinagre ao leite, a mistura foi filtrada. Para a separação da albumina, o filtrado obtido na etapa anterior foi aquecido por alguns minutos, e em seguida, submetido ao processo de filtração. Os sólidos obtidos foram deixados em repouso até secarem e, em seguida, pesados. Com esse experimento foi possível trabalhar conceitos de substâncias puras e misturas, processos de separação de misturas, e alguns pontos ligados à biologia como a desnaturação de proteínas.
- Verificação da presença de substâncias adulterantes (amido, ácido bórico e

peróxido de hidrogênio): para o teste do amido, adicionou-se a 10 ml de leite cinco gotas de solução de iodo. O surgimento de uma coloração azul escura aponta a presença de amido. No teste para ácido bórico, acrescentou-se cerca de três gotas de solução de fenolftaleína a 5 ml de leite. Em seguida, adicionou-se, gota a gota, solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L até o aparecimento de uma leve cor rósea. Acrescentou-se, então, 1 ml de glicerina. O desaparecimento da cor rósea pode ser indício da presença de ácido bórico. Para verificação da presença de peróxido de hidrogênio, adicionou-se 3 gotas de iodeto de potássio a 40% em amostras de 5 ml de leite. O aparecimento da cor amarela indica a presença de peróxido de hidrogênio. Além da discussão em torno de cada reação específica, nesse momento, retomamos o conteúdo de funções inorgânicas, o uso de indicadores e sua mudança de cor em função do pH.

- Determinação da acidez do leite: para determinação da acidez, realizou-se a titulação do ácido láctico, com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L, utilizando-se solução de fenolftaleína como indicador. Esse procedimento possibilitou a discussão dos cálculos de concentração e estequiométricos envolvidos no preparo da solução e na titulação. Foi possível fazer inferências quanto a diferença de valor encontrado para a concentração de H⁺, por meio desse método em comparação com o pH medido, e sobre os motivos que levariam ao desenvolvimento de uma acidez elevada.

As atividades de pesquisa, bem como os demais encontros com os estudantes, foram realizadas em horário extraclasse, no laboratório da própria escola. Os encontros iniciais tiveram duração média de 2 horas, enquanto para a realização dos testes foi necessário um período maior, de aproximadamente, 4 horas. Apesar de ser um período extenso e, por isso, cansativo, foi a melhor alternativa encontrada, visto que os estudantes já possuíam um grande número de atividades extraclasse, totalizando oito encontros. Ao final de cada encontro os alunos anotavam os tópicos abordados na reunião, bem como os resultados obtidos no diário de bordo. O diário de bordo se constituiu em um sistema para registro e organização dos dados, apontando os caminhos percorridos no desenvolvimento das atividades do projeto (CATTAL & PENTEADO, 2009).

Como resultados dos testes realizados, os estudantes obtiveram valores para pH e densidade dentro dos padrões estabelecidos. O teste para teor de proteínas forneceu um resultado acima do valor relatado na literatura. Fez-se necessária, portanto, uma discussão acerca da fonte de erros e da validade do próprio método utilizado. Quando comparamos o leite natural com o industrializado, percebemos maior teor de proteínas no primeiro. Não foi detectada a presença de substâncias adulterantes - amido, ácido bórico e peróxido de hidrogênio - nas amostras analisadas. Por meio da titulação realizada, foi possível perceber uma elevação na acidez das duas amostras de leite industrializado testadas.

O desenvolvimento da acidez pode ser resultado de elevada atividade microbiana, o que decorre da má conservação do produto, tanto durante o processo de armazenamento e industrialização, quanto durante o transporte. Outro fator relacionado ao desenvolvimento de

micro-organismos diz respeito às condições de higienização dos latões e tanques utilizados para armazenamento. O método utilizado para determinação do teor de proteínas não se mostra satisfatório, pois, na verdade, determina-se os componentes nitrogenados totais, que incluem a caseína, as proteínas do soro (principalmente, β -lactoglobulina e α -lactalbumina) e a porção denominada nitrogênio não-proteico. Para resultados mais exatos são indicados os métodos colorimétricos: biureto, Folin, Nessler e indofenol, e os métodos instrumentais: espectrofotometria infra-vermelho, cromatografia de troca iônica, eletroforese, entre outros. Entretanto, a maioria destes procedimentos apresenta o inconveniente do alto custo para execução e implementação, exigindo reagentes e aparelhos que estão além da realidade escolar (DÜRR *et al*, 2001).

À medida que os testes foram sendo realizados, foram trabalhados os conteúdos químicos necessários para sua compreensão. Ao final, com os resultados de todos os testes para os diferentes tipos de leite analisados, partiu-se para a análise e discussão dos dados. Nessa etapa, os estudantes puderam relacionar as variáveis encontradas, compará-las com os valores de referência, fazer inferências quanto as diferenças, por exemplo, no teor de proteína encontrado e aquele relatado na literatura, indicando possíveis causas de erros. A discussão abordou, também, questões éticas. A possibilidade de adicionar uma substância ao leite que mascare problemas referentes à sua má qualidade, faz diminuir o interesse, por parte dos produtores, pela limpeza, higiene e refrigeração durante o processo de industrialização do leite. Outro aspecto interessante levantado diz respeito ao papel do químico na sociedade, já que seu conhecimento pode ser usado tanto para trazer benefícios para a sociedade, quanto para gerar fraudes e prejuízos.

Cattai & Penteadó (2009) destacam a necessidade de um produto resultante do trabalho: é importante que a pesquisa se torne público por meio de apresentações e publicações. Segundo esses autores, a apresentação é uma forma de incentivar os estudantes por meio da valorização de seus trabalhos, além de levar a uma seriedade e compromisso maior com as tarefas que estão sendo desenvolvidas. Batista *et al* (2008) propõem, como forma de avaliação, a construção de um relatório final abrangendo informações do processo como um todo. O trabalho contemplaria uma síntese do procedimento de busca, tratamento e análise das informações obtidas, a resolução das questões propostas nos objetivos do projeto, dentre outros. Como forma de avaliação, portanto, os alunos desenvolveram um relatório da pesquisa, o qual contemplou o levantamento teórico, a relevância do trabalho, os objetivos, os testes realizados e resultados obtidos, bem como a discussão dos dados e conclusões do trabalho. Outra forma de avaliação foi a apresentação oral, em exposição organizada pela escola, denominada Jornada Científica, aberta a todos os estudantes, professores, pais de alunos e com a presença de avaliadores. Cabe ressaltar algumas dificuldades encontradas pelos estudantes no decorrer do trabalho.

Para o desenvolvimento das atividades experimentais e investigativas, foi imprescindível a pesquisa e produção textual dos estudantes. Foi possível observar uma

resistência à leitura e dificuldade na elaboração do relatório, na construção do referencial teórico, bem como na discussão dos resultados encontrados.

Entretanto, acreditamos que este foi o primeiro contato dos estudantes com esta tipologia textual e, portanto, configurou-se em um momento de aprendizagem importante. A atividade constitui-se um desafio para os professores, que devem dirigir e orientar os estudantes em uma atividade de pesquisa, com a qual, os estudantes, provavelmente, ainda não tiveram nenhum tipo de contato.

Situação–problema- para aumentar o volume do leite e obter maior lucro, foi adicionado água ao leite e amido para aumentar a densidade, constituindo a dupla fraude.
Problema: Como se pode verificar se houve adição de água no leite, em como a adição de reconstituintes para aumentar a densidade.
Conhecimentos prévios: Questionar os alunos sobre o que acontece quando adiciona água no leite e amidos, conservantes. Quais as principais análises no leite cite cada uma delas e as caracterize? Como identificar se o leite é misturado com água? Quais são as principais fraudes encontradas no leite? Como fazer a determinação semi-quantitativa da acidez do leite, através do Teste Dornic?
Informações: Apresentar alguns dados sobre a produção de leite de qualidade no mercado, dar informações sobre os “diferentes” tipos de leite: bom sem água, com adição de água e reconstituintes. Sugerir busca de informações sobre propriedades físicas e químicas do leite. Mostrar uma amostra de leite comercial (que contém água), perguntar sobre a aparência (homogênea), se é possível reconhecer visualmente a presença de água no leite.
Hipóteses/Sugestões: Solicitar aos alunos que, baseados em seus conhecimentos apresentem sugestões de como fazer a determinação do teor de água em uma amostra de leite comercial. Se necessário, lembrá-los das possíveis diferenças entre as propriedades desses materiais. (Nossa suposição é a de que sugiram a crioscopia e os testes físico-químicos.
Pré-laboratório: Discussão das sugestões dos alunos e de uma proposta de método de análises.
Laboratório: Será fornecido um roteiro para a realização das práticas experimentais e investigativas da fraude no leite pela adição de água. Haverá uma tabela para anotação dos dados.
Questões propostas para análise dos dados: O que você observou quando adicionou água ao leite? É possível identificar a água e o leite? Como? O volume dos materiais (leite e água) se alteraram? Baseado em dados de densidade e coloração, a água dilui a gordura do leite? Comparando os volumes iniciais e finais, como você pode calcular a quantidade de água presente na amostra de leite? Qual é o teor de água nesta amostra? Isto traria uma incerteza no valor obtido?
Conclusão: Avaliação do erro causado pela adição de água ao leite. Argumentar se o leite comercial está de acordo com a atual legislação.
Aplicação: Busque informações sobre processos industriais que processa o leite para consumo.
Questão para discussão: Vale a pena adulterar o leite? Apresente seus argumentos.

Quadro 1: Planejamento de uma atividade experimental investigativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pesquisa possibilitou trabalhar conteúdos químicos de forma prática, reduzindo a distância entre o conhecimento científico e o cotidiano do estudante. buscou-se trabalhar os conceitos químicos presentes na produção do Leite e seus derivados, aproximando o ensino de química, conhecimento científico, aos saberes dos alunos e

realidade da região em que vivem. Os alunos, problematizados e motivados, exploraram, desenvolveram, estudos sobre o valor nutricional do leite, exercitaram ideias abrangentes sobre a existência de substâncias, misturas, transformações, a composição das misturas, a importância da quantificação das substâncias para estabelecer critérios de qualidade, elaborando pensamentos coerentes com a forma química de perceber e de interagir com a realidade. Assim, puderam perceber que, de acordo com as características físico-químicas apresentadas pelo produto, provenientes de fatores diversos tais como boas condições de manejo e higiene durante a produção é que se confere sabor, odor, textura e qualidade desejáveis ao leite e a seus derivados que chegam à mesa do consumidor, provenientes do trabalho de suas famílias.

Ressaltamos que a metodologia adotada possibilita aos estudantes decidirem, opinarem e debaterem, contribuindo, assim, para a construção de sua autonomia e compromisso com o social. Quando trazemos as discussões para o plano social, levantando as questões éticas, morais e socioeconômicas, possibilitamos o desenvolvimento de valores, tais como a responsabilidade social e a prática da cidadania.

A riqueza das discussões, o exercício de relacionar diferentes variáveis, levantar hipóteses, fazer inferências e tirar conclusões, contribuem para o desenvolvimento de habilidades argumentativas e de comunicação. Acreditamos, ainda, que a divulgação dos resultados, tanto de forma escrita como oral, valoriza o esforço do estudante, contribuindo para aumento da autoestima e proporcionam um maior engajamento.

Acreditamos que as atividades e discussões realizadas contribuem para atender às expectativas de uma abordagem CTS - Científica, Tecnológica e Social, na medida em que possibilitamos a integração entre educação científica, tecnológica e social, abordando aspectos éticos e socioeconômicos.

Procuramos, nesse trabalho, relatar atividades de cunho investigativo, realizadas com estudantes de ensino médio, na forma de pesquisa com atividades experimentais e investigativas. Sabemos, entretanto, das dificuldades e desafios para a sua implementação, como por exemplo, o tempo necessário para a execução, a dificuldade em adaptá-lo ao planejamento pouco flexível normalmente estabelecido, bem como ajustá-lo a um número grande de alunos, entre outros. Contudo, acreditamos em sua viabilidade e esperamos que possa contribuir positivamente para a prática de outros professores.

REFERÊNCIAS

Silva, R.; Machado, P.; Tunes, E. Em O Ensino de Química em Foco, Maldaner, O.; Santos, W., orgs. EdUnijuí: Ijuí, 2010, cap. 10.

Silva, L. H. A.; Zanon, L. B. A. Em Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens, Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R., orgs., UNIMEP: Piracicaba, 2000.

SILVA, D. P. Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. 2011, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – área Ensino de Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-01062012-135651/pt-br.php>. Acesso em 19/03/2013.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspecto de composição e propriedades. Química Nova na Escola. N.6, p.3-5, nov. 1997

Azevedo, M. C. P. S. Em Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática;

Azevedo, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática. Thomson, 2004.

Cardoso, S. P.; Colinvaux, D., Química Nova, 2000, 23, 2.

Pozo, J. I; Gómez Crespo, M. A. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano para o conhecimento Científico, 5ª ed., Artmed: Porto Alegre, 2009.

Gil-Pérez, D., Enseñanza de las Ciencias, 1993, 11, 2.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação. Química Nova, 27 (2), 2004, p. 326-331

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 8 (2), 2008. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/53/46>. Acesso em 19/03/2013.

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

LISBOA J. C. F.; BOSSOLANI, M. Tipos de Leite, Substâncias Estranhas e Obtenção de Plástico. Experiências Lácteas. Química Nova na Escola, n. 6, p. 30- 32, novembro, 1997.