

A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA EM UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Alcoholic Fermentation in an Experimental Investigative Activity for Science Teaching

Fernanda Rehotnek [fernandarctk@hotmail.com]

Gustavo Pricinotto [gustavopricinotto@gmail.com]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Guarujá, Campo Mourão - PR, CEP: 87301-899

Recebido em: 22/06/2020

Aceito em: 23/04/2021

Resumo

As atividades experimentais possuem grande importância no Ensino de Química por estimularem os estudantes, no entanto, se a mesma estiver vinculada à investigação buscará a criticidade dos estudantes por meio da formulação de hipóteses e tomadas de decisões frente a um fenômeno. Sendo assim, realizou-se uma atividade com 27 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Núcleo Regional de Educação (NRE) de Campo Mourão. O objetivo da atividade experimental, foi desenvolver uma atividade referente a temática drogas, buscando a conscientização dos estudantes do Ensino Médio, articulando assim, a potencialidade da participação e a criticidade dos estudantes. A ideia de construção investigativa diante do tema gerador, partilha da demanda atual entre os jovens, e para isso a atividade foi realizada por meio de questionamentos, principalmente anterior à experimentação, visando compreender a realidade dos estudantes para a mediação da atividade investigativa. Ao final, pode-se perceber a interação dos estudantes com o fenômeno estudado, levantando várias hipóteses e questionamentos para as discussões durante a aula, possibilitando concluirmos que a atividade atingiu seu objetivo de articulação entre o tema gerador “drogas” e o ensino por investigação.

Palavras-chave: Experimentação Investigativa; Tema gerador; Sequência didática; Fermentação Alcoólica; Drogas.

Abstract

Experimental activities have great importance in chemistry teaching because they stimulate students, however, if it is linked to research, it will seek the criticality of students through the formulation of hypotheses and decision-making in the face of a phenomenon. Thus, an activity was carried out with 27 students of the 3rd year of high school of a public school of the Regional Center of Education (NRE) of Campo Mourão. The objective of the experimental activity was to develop an activity related to the theme drugs, seeking the awareness of high school students, thus articulating the potentiality of participation and the criticality of students. The idea of investigative construction in view of the generating theme, sharing the current demand among young people, and for this the activity was carried out through questions, especially before the experimentation, aiming to understand the reality of students for the mediation of the investigative activity. At the end, one can perceive the interaction of students with the phenomenon studied, raising several hypotheses and questions for discussions during the class, allowing us to conclude that the activity reached its objective of articulation between the theme generating "drugs" and teaching by investigation.

Keywords: Investigative Experimentation; Generator theme; Didactic sequence; Alcoholic Fermentation; drugs.

Considerações Iniciais

A importância da experimentação no ensino de Ciências é antiga, porém, ainda é realizada segundo uma linha epistemológica empirista e indutivista, geralmente por meio de roteiros em que as atividades são sequenciadas linearmente (BARATIERI et al., 2008), de modo que os estudantes são induzidos a uma resposta final e não há uma investigação na experimentação, além disto, é mais difícil de ocorrer a dialética entre estudante e professor. A experimentação não pode estar pautada em mera reprodução/comprovação de teorias, mas deve ser realizada para favorecer o desenvolvimento da aprendizagem (SILVA, et al., 2015).

Sendo assim, uma alternativa de experimentação que possa superar exemplos descontextualizados no Ensino de Química, é a utilização da experimentação investigativa e problematizadora, que são significativamente diferentes das convencionais, de maneira a questionar os estudantes sobre o experimento para que os mesmos levantem hipóteses e possam juntos pensar criticamente sobre a temática e tomarem uma decisão sobre o que poderia ocorrer ou o que está ocorrendo no experimento, permitindo que os estudantes aprendam com os seus erros e acertos. Como destacam Suart e Marcondes (2009), essas atividades experimentais apresentam indicativos de maior eficiência no processo de ensino e de aprendizagem por permitir identificar qual o comportamento do estudante frente a uma metodologia em que são instigados a observar, registrar e participar das discussões com o objetivo de formar cidadãos críticos e autônomos.

Para Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008), a experimentação investigativa deve ser empregada anteriormente à discussão conceitual, buscando levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e obter informações que auxiliem a discussão e a reflexão, para que além dos conceitos químicos possam compreender a relação da química com a sociedade que estão inseridos para que sejam ativos, participativos e reflexivos na forma de pensar e falar, ou seja, desenvolvendo a criticidade por meio de um fenômeno estudado. Pois, como discutem Maldaner e Zanon (2007, apud BICHARA JUNIOR, et al., 2015), a partir do momento em que o estudante atribui sentido no que está estudando será capaz de desenvolver suas próprias respostas e analisar seu cotidiano de forma crítica a fim de aplicar os conhecimentos aprendidos.

As atividades experimentais estimulam o interesse dos estudantes em sala de aula aumentando as relações de ensino e aprendizagem, e tornando-as mais significativa diante de um contexto articulado e de propósito científico, sendo assim, espera-se que com estas atividades os estudantes tenham uma maior atenção, bem como, relacionem os conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula com o cotidiano (FRANCISCO Jr., FERREIRA e HARTWIG, 2008). Como na afirmação de Freire (1997), de que essas atividades investigativas e/ou problematizadoras devem provocar uma curiosidade cada vez maior para que o estudante torne-se sujeito da própria aprendizagem e por meio da mediação do professor percebam a importância desta etapa na atividade científica, auxiliando-os não apenas na compreensão de um fenômeno, mas em outras áreas do conhecimento.

A capacidade de motivar os estudantes não é objetivo inicial na realização da experimentação investigativa, no entanto, ao utilizar metodologias empregadas no contexto do estudante tem-se o desenvolvimento desse sentimento. Segundo Tapia (2003, apud GONÇALVES e MARQUES, 2006), é mais importante compreender que o sujeito precisa “aprender para se sentir e manter-se motivado” ao invés de “motivar para aprender”.

A importância da utilização de atividades experimentais investigadoras pode ser vista, por exemplo, no trabalho realizado por Pereira, Viturino e Assis (2017), em que buscaram uma metodologia investigativa para identificar ácido e base em produtos caseiros com extrato de repolho roxo com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Para isso, os estudantes tinham autonomia

para delinarem um método para extração das substâncias das plantas. Segundo os autores os estudantes foram incentivados a levantarem hipóteses, interagir com o professor e formularem conclusões referentes aos questionamentos propostos e ao final da atividade perceberam que, por meio de atividades investigadoras, os estudantes são motivados a participar de todo o processo, além de permitir a discussão de que “a ciência não é soberana e constituída somente de acertos e que o cientista também está propenso a cometer erros e que tais erros fazem parte da história da ciência e consequentemente da constituição de um conceito científico.”. (PEREIRA, VITURINO e ASSIS, 2017)

No trabalho realizado por SILVA et al., (2015), os autores aplicaram uma atividade experimental investigativa na qual utilizou-se como ferramenta didática a construção de um terrário por estudantes de uma turma de 7º ano do ensino fundamental de uma escola estadual de Rondônia. Os experimentos investigativos foram conduzidos por bolsistas do PIBID/BIO por meio do projeto intitulado “Experimentação no Ensino de Ciências e a Formação Inicial de Professores”, em que os estudantes registraram suas hipóteses e discutiram. Para os autores, a atividade realizada trouxe resultados significativos na construção do conhecimento científico e mostrou a importância do professor enquanto mediador, além disso, os estudantes participaram ativamente das aulas, mostrando interesse em estudar, perguntar e contribuir com aulas trazendo suas observações. Os autores relatam que a experiência com a prática pedagógica investigativa foi importante e compensadora.

Carvalho (2013) afirma que propor uma situação problema para o aluno resolver é criar condições para o aluno construir seu próprio conhecimento. Enquanto no ensino expositivo o professor está no centro da atenção, quando o conteúdo é abordado relacionando com o cotidiano do aluno, está criando possibilidades do discente ser o agente do pensamento. Nesse momento, o professor deixa de ser o transmissor de informações e passa a atuar como mediador, auxiliando e orientando o aluno para a construção de novos conhecimentos. Por meio dessas atividades, os estudantes e o professor articulam conhecimentos para solucionar o problema proposto, possibilitando assim um processo constructo de conhecimento, de forma a unirem teoria e prática. Pois, como justifica Domingos (2011), a atividade experimental atrelada à investigação facilita o processo de ensino e aprendizagem por meio da argumentação do estudante e, ainda, propõe uma nova visão para o Ensino de Química.

Outros trabalhos, como o de Paixão, Santos e Batista (2017), demonstram a importância e eficiência da utilização de experimentação investigadora. Em seu trabalho, os autores desenvolveram um projeto sobre a produção de biogás a partir da matéria orgânica, estudando seu processo de digestão anaeróbia e a influência do volume de água na sua produção, com o intuito da investigação de fontes alternativas de energia. A pesquisa foi desenvolvida numa turma de primeiro ano do Ensino Médio de um colégio estadual na cidade de Nossa Senhora da Glória-Sergipe. Inicialmente, foi apresentada a problemática para os estudantes, para que pesquisassem, propusessem hipóteses, planejassem e executassem experimentos sob a orientação de um professor como mediador. O tema proposto faz parte da realidade dos estudantes, que são moradores em residências rurais. Foram desenvolvidos biodigestores com materiais de baixo custo, como garrafas PET, as quais foram observadas e testadas semanalmente para identificar a presença de gás metano. Para os autores a atividade contribuiu na autonomia dos estudantes, no processo de ensino e aprendizagem e na interatividade estudante-estudante e estudante-professor, e, ainda, por meio de uma investigação orientada, é possível criar possibilidades de tornar o estudante crítico e participativo no seu contexto social.

Rauber, Quatieri e Dullius (2017), realizaram uma pesquisa com quatorze estudantes do Ensino Médio com o intuito de despertar nos estudantes a curiosidade e a investigação pela área das Ciências Exatas. Durante um ano os estudantes participaram de encontros científicos para a realização

de atividades experimentais investigativas de Física, Química e Matemática. A partir da experiência e dos relatos dos estudantes, os autores perceberam que o uso das atividades propostas despertou o interesse, estimulou a criatividade, o trabalho em grupo e o raciocínio lógico. Além disso, oportunizou a conexão entre os elementos teóricos e práticos e a realização de discussões incentivou o pensamento crítico, a argumentação e a formação de hipóteses.

Desse modo, pode-se perceber que a experimentação no Ensino de Ciências pode ser uma boa estratégia para a elaboração de alternativas relacionadas ao cotidiano dos estudantes, permitindo-lhe, além da contextualização, o estímulo a indagações a respeito da observação (DELORS, 2001).

A temática abordada nesse trabalho foi pensada segundo as ideias de Carvalho (2013), em que o professor ao propor um tema contextualizado deve problematizá-lo, dando a oportunidade do estudante pensar. Para o autor, primeiramente, o estudante vai errar e refletir sobre seu erro, pois o erro está em função do acerto, desse modo o estudante segue seu próprio raciocínio sob mediação do professor. Ainda, para Biachini e Zuliani (2010), a abordagem de conteúdos relacionados ao cotidiano do estudante desperta o interesse pelas aulas, estimulando a reflexão e a criticidade para temas socioculturais.

É importante ir além das preocupações tradicionais com as listagens de conteúdos, devendo problematizar a cerca das estruturas das disciplinas, buscando seus limites e fronteiras e a capacidade de solucionar questões cotidianas que incluam a relação entre Ciência e Tecnologia com a vida social dos estudantes (FERREIRA e PINO, 2009). Logo, os conhecimentos científicos podem colaborar para a compreensão de um problema social, desenvolvendo nos estudantes atitudes críticas, podendo esses processos ser mediados por práticas interdisciplinares (GONÇALVES e MARQUES, 2006).

A fermentação alcoólica oferece um contexto experimental significativo tanto para o ensino de Química quanto para o de Biologia, pois através de sua abordagem é possível desenvolver diferentes conhecimentos científicos, sociais, econômicas e históricas de forma interdisciplinar. Além disto, a fermentação alcoólica está associada ao tema principal “drogas”, em que dados mostram que os adolescentes são os principais dependentes, devido a fatores como influência de amigos e da mídia e problemas pessoas com os pais, como a falta de atenção. Por isso, é importante a divulgação e conscientização de temas sociais por meio da ciência, unindo teoria e prática e desenvolvendo o interesse do estudante pelos fenômenos científicos.

Aspectos metodológicos

Diante das ideias apresentadas sobre a utilização de experimentos enquanto recurso didático em sala de aula, este trabalho tem como objetivo relatar uma sequência de aulas em que utilizou-se a experimentação investigativa para a abordagem da temática “Drogas no cotidiano”, especificamente bebidas alcoólicas.

A sequência de atividade foi proposta e desenvolvida durante o Estágio obrigatório de docência, tendo como objetivo a elaboração de uma proposta experimental investigativa. A organização se desenvolveu para um período de tempo de 2 horas/aula, com 27 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Núcleo Regional de Educação (NRE) de Campo Mourão. Os estudantes tiveram contato em aulas anteriores com a temática “drogas”. A metodologia deste artigo utilizou-se dos Três Momentos Pedagógicos de Demétrio Delizoicov (2011), que consiste de um entrelaçamento entre: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Este primeiro momento foi articulado a problematização inicial, na qual os estudantes foram postos diante de questionamentos e dados sobre o uso de drogas e seus meios de produção, articulando-os a conceitos químicos. Comumente a temática Drogas é trabalhada nas escolas nos anos iniciais. No entanto, é na adolescência que se tem a fase de descoberta e aceitação em diferentes grupos. Por isso, trabalhar esse tema é de extrema importância social e educacional, e, poder relacionar de forma contextualizada e interdisciplinar estimula os estudantes buscando a atenção dos mesmos, além de levar a relação da Química com o cotidiano em que estão inseridos, que muitas vezes não são associadas pelos estudantes.

A experimentação já possui maior atenção nas escolas, no entanto, ainda recebe críticas em relação à forma que são trabalhadas ou à falta de recursos e espaços específicos. Por mais que a fermentação alcoólica seja um experimento simples e utilizado com maior frequência, ao utilizar-se de uma maneira investigativa proporciona uma maior atenção dos estudantes pelo assunto e uma busca por hipóteses a partir de uma questão problematizadora, para que eles possam juntos chegar a uma tomada de decisão e atuarem de forma ativa e participativa. Sendo assim, as discussões foram realizadas antes e durante o experimento. A turma foi dividida em quatro grupos de 6 estudantes, em que dois grupos ficaram com a sacarose e dois com o caldo de cana. Para esse experimento utilizou-se os materiais e reagentes apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Materiais e reagentes necessários para o experimento.

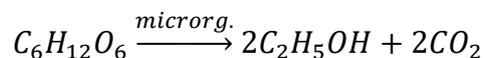
| Materiais por grupo | Materiais compartilhados |
|------------------------------|---------------------------------|
| 2 frascos kitasato de 500 mL | Indicador azul de bromotimol |
| 2 béqueres de 250 mL | Bicarbonato de sódio |
| 2 tubos de ensaio grande | Fita isolante |
| 1 Proveta | Açúcar (sacarose) |
| Suporte para tubo de ensaio | Caldo de cana |
| Mangueira de borracha | Fermento biológico |
| Rolha | |
| Bastão de vidro | |

Para a realização do experimento é necessária a montagem do sistema ilustrado na Figura 1. No frasco de kitasato foi adicionado sacarose ou caldo de cana juntamente com o fermento biológico e água. Enquanto no tubo de ensaio os estudantes adicionaram água, indicador azul de bromotimol e bicarbonato de sódio. A Figura 1 apresenta o processo da fermentação alcoólica no início (esquerda) e ao final (direita).



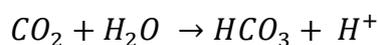
Figura 1. Processo de fermentação alcoólica.

Os microrganismos presentes no fermento biológico, como as leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, atuam enzimaticamente sobre os glicídios (açúcares) produzindo etanol (álcool) e gás carbônico.



Por meio deste processo, os microrganismos obtêm energia da glicose para o seu metabolismo, produzindo etanol e gás carbônico, por isso, a mistura aparenta estar fervendo. A reação é cessada quando a quantidade de álcool atinge 15% do volume total, pois a levedura morre intoxicada com o álcool produzido (RODRIGUES et al., 2000).

O gás carbônico (CO_2) produzido na reação é levado para o tubo de ensaio por meio da mangueira entrando em contato com a solução de água e indicador, que inicialmente estava em meio básico em função do acréscimo do bicarbonato de sódio, interagindo e mudando o meio da solução.



O indicador azul de bromotimol em meio básico apresenta coloração azul, em meio neutro coloração verde e em meio ácido coloração amarela. Assim, os estudantes poderiam visualizar, de um modo mais didático, a formação de gás carbônico e álcool.

O intuito dessa atividade não foi fazer com que os estudantes chegassem ao resultado final da fermentação alcoólica, mas, principalmente, como eles chegariam, quais caminhos eles seguiriam e quais discussões seriam necessárias para que os estudantes compreendessem o procedimento.

Resultados e discussão

Como articulação e possibilidade para o desenvolvimento de uma problematização inicial, os estudantes foram instigados e responderem algumas questões, visando inicialmente uma compreensão das diferentes formas de drogas, lícitas e ilícitas, apresentando dados de outros países quanto a legislação vigente, e os dados informativos e estatísticos sobre o uso das diversas drogas no Brasil. Diante disso, buscando levantar hipóteses diante dos fatos apresentados, lançaram questionamentos sobre o assunto, para que assim, os estudantes pudessem expor suas realidades, para um melhor desenvolvimento e articulação do primeiro e o segundo momento pedagógico, que seria articulado a experimentação investigativa. Portanto, na primeira aula sobre o experimento não houve muitas explicações acerca dos conhecimentos científicos e conceituais, apenas algumas mediações para que os estudantes não fugissem do assunto e para que eles pudessem participar.

“Existe relação entre a química e a cerveja?”

Estudante (E) 1: “Existe”

E2: “Sim, na fermentação da cerveja”

E3: “Na mistura dos produtos”

Quando questionados sobre a relação entre a química e a cerveja, alguns estudantes já disseram que essa relação estava na fermentação, no entanto, ainda não compreendiam o que seria o processo de fermentação. Sabiam por já terem visto o pai fazendo ou ouvido falar, como relataram. É interessante a observação nas respostas dos estudantes ao associarem algo do cotidiano com a Química, pois nos primeiros contatos do estagiário com esta turma em anos anteriores eles não viam relação do cotidiano com o que estavam aprendendo e nem porque estavam aprendendo determinados assuntos.

Quando é feita a ponte entre a sala de aula e o cotidiano dos estudantes eles sentem-se mais interessados na aula, pois podem trazer exemplos de casa e entender como a química está presente em sua vida. Em observações realizadas anteriormente sobre a turma, os estudantes perguntavam pouco, apenas quando não entendiam, pois eram conteúdos mecânicos e aulas expositivas. Com esta atividade percebeu-se a interação dos estudantes com o que estavam aprendendo e a necessidade de querer se expressar.

“O que seria a fermentação?”

E1: “O processo do fermento na cerveja”

E2: “Do álcool”.

E3: “Na mistura da cevada, álcool, água e malte”

E4: “No malte tem álcool também”

As perguntas apresentadas neste trabalho não foram elaboradas previamente, os questionamentos ocorriam baseados nas respostas dos estudantes, de modo a mediá-los e questioná-los a partir de suas hipóteses. Notou-se, no início das discussões, a preocupação dos estudantes com o erro, esperando que haja uma resposta definida e moldada para cada pergunta. Por isso, como destacam Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008), é importante que o professor leve discussões que desenvolvam a participação e a criticidade dos estudantes para que os mesmos não aceitem um conhecimento simplesmente transferido. É notória a presença do termo álcool no discurso dos estudantes e ao relacionarem este termo com a fermentação alcoólica demonstra a evidência do

conhecimento cotidiano no discurso. Ainda, percebeu-se a presença fermentação alcoólica como um processo biológico, mas não como um processo de transformação química.

“Então o álcool é o processo inicial?”

E1: “Não”

E2: “Eu fico no meio termo” “Mas tem cerveja que não tem álcool”.

E3: “Levando em conta o raciocínio do E2 o álcool não é o processo inicial porque tem cervejas que não tem o álcool, então como seria o primeiro processo se a cerveja não tem álcool”

Percebe-se na discussão dos estudantes que se a cerveja não possui álcool no produto final não poderia ter o mesmo no processo inicial, sendo assim, não relacionam a fermentação como um processo de transformação química ou a associação com processos de extração. O trecho “Eu fico no meio termo”, ainda, demonstra a preocupação do estudante com o erro. Para Bachelard (1996 apud GIORDAN, 1999), o papel do erro tem destaque no progresso da aprendizagem, pois uma experiência imune a falhas não promove a reflexão racionalizada, causando um desequilíbrio frente ao novo.

“Qual processo vocês acreditam que ocorre primeiro?”

E1: “A água”

E2: “A fermentação”

E3: “O malte”

Neste momento os estudantes ficaram bastante em dúvida e intrigados sobre os processos, “chutaram” que poderia ser a água, o malte, o ar, um gás, tentando responder a pergunta. Até que uma das estudantes respondeu açúcar, e, como estavam bastante divididos e confusos, houve a mediação nesse momento, com o seguinte questionamento. O que chama a atenção nesse momento foi que mesmo que pudessem errar tentaram responder para participarem ativamente da aula, e isso é muito interessante, pois como destaca Giani (2010), a utilização dessas atividades é uma maneira de privilegiar a participação dos estudantes na solução do problema e na construção do conhecimento.

“De onde vem o açúcar?”

E1: “da cana-de-açúcar”

E2: “Extração”

E3: “Moendo”

E4: “Eles moem a cana, daí aumentam a temperatura e sobe a água e ficam os resíduos doces embaixo”

E5: “O caldo de cana é puro açúcar”

E6: “Vai retirar o açúcar do caldo”

Nesse questionamento observa-se que os estudantes sabem que o açúcar é proveniente da cana-de-açúcar relacionando com procedimentos de extração. Inicialmente, os estudantes citaram a fermentação, mas não sabiam ao certo o que seria, pois era um conhecimento trazido de senso comum. Após alguns questionamentos fez-se com que os mesmos retornassem ao processo de fermentação para que pudessem tentar explicar novamente por meio de novas ideias que haviam apresentado. A utilização dos questionamentos como suporte para buscar o conhecimento prévio dos estudantes é bastante importante, como destacado por Duarte (2014) e Lopes (1999), que o conhecimento popular já foi desvalorizado, no entanto, hoje é visto como o núcleo do processo de ensino e aprendizagem.

“Qual o processo de fermentação? O que será feito com o açúcar na fermentação?”

- E1: “Na fermentação você vai colocar numa temperatura bem alta, depois diminui a temperatura e ocorre a fermentação pelas bactérias?”
E2: “Vamos utilizar fermento”
E3: “No fermento tem bactérias e fungos”
E4: “O processo de fermentação é quando as bactérias se ativam nos ingredientes formando a cerveja”
E5: “Vai deixar as bactérias alcoólicas”
E6: “Os fungos se ativam lá”
E7: “Liberação de gás”

Foi evidenciada a associação da fermentação alcoólica com um processo biológico quando os estudantes trazem a ideia da utilização do fermento e a de que “bactérias e fungos” serão os principais agentes na formação da fermentação alcoólica. As hipóteses apresentadas pelos estudantes são do cotidiano, no entanto, isso não quer dizer que não possam ser conhecimentos científicos, como é observado nos discursos dos estudantes e pela fala do estudante sobre a liberação de gás. As concepções prévias dos estudantes devem ser consideradas e discutidas para contribuir com a aprendizagem da concepção científica, que preencherá e reestruturará as ideias e os conhecimentos dos estudantes (DUARTE, 2014).

“Por que gás?”

- E1: “Por causa dos fungos, é a mesma coisa quando coloca fermento no pão, você deixa o pão ali por um tempo e assim o pão cresce porque libera gás”
E2: “No processo de fermentação tem fermento que utiliza o calor e outros que utilizam o tempo e alguns utilizam também o frio porque não é tudo igual, que nem no caso do vinho leva um tempo pra poder ocorrer o processo de fermentação e no caso da cerveja é quase a mesma coisa”
E3: “Igual o E2 falou que alguns precisam de tempo e outros de calor, por isso que muitas pessoas preferem fazer pão no calor do que no frio ou quando vai fazer no frio coloca uma manta pra poder aquecer e liberar esse gás”

Foi bastante interessante o *link* feito pelo estudante 1 em relação ao crescimento do pão associado a formação de gás. Embora os estudantes tenham formulado diferentes hipóteses relacionando o conhecimento cotidiano com a sala de aula, sentiu-se a falta da relação dos fungos com o açúcar, para eles esses dois termos apresentavam-se na fermentação alcoólica, mas não foi associada ao longo das discussões.

De acordo com Lopes (1999, apud DUARTE, 2014) a sociedade é autora do conhecimento cotidiano que deve ser valorizado e visto como essência do processo de ensino e aprendizagem.

“Mas será que é só gás?”

- E1: “Não”
E2: “O álcool”

“E por que no pão não tem álcool?”

- E3: “Porque o fermento é diferente e com o calor ele evapora”

E4: “É o mesmo fermento que vai no vinho”

E5: “No pastel eu já vi colocarem bebida alcoólica”

E6: “Porque evapora”

E7: “Porque com o calor ele evapora”

E8: “Eu não concordo porque eu acho que o pão é mais do que a bebida então desproporciona o álcool”

Vários estudantes relacionaram a evaporação com a falta de álcool no pão. Esta pergunta foi realizada com o intuito de analisar se eles acreditavam que no processo do pão seria formado o álcool. Embora tenham trazido ideias do cotidiano nenhum estudante disse não haver álcool no pão por não ocorrer a formação do mesmo.

Ainda, neste momento da aula um estudante disse que eu estava fazendo muitas perguntas, isso porque quando se realiza uma atividade experimental é muito comum uma explicação inicial para em seguida, ser comprovado por meio do experimento. Logo, segundo Domingos (2011), o estudante espera essa explicação pronta para entender as observações, e, a aula experimental investigativa não se resume a uma execução de atividades, mas procura o envolvimento do estudante com suas reflexões e formulações de hipóteses.

“Como é separado o álcool do fermento?”

E1: “Destilação”

“O que é destilação?”

E1: “Destilação é aquele processo que vai ferver pra subir algumas coisas e tirar”

E2: “Vai tirar o fermento”

E3: “A água não é 60% da cerveja?”

E4: “É igual o álcool cara, é destilada”

E5: “Não, destilado é tequila, vodka”

Observa-se no discurso do estudante a relação da destilação com o aquecimento das substâncias. A palavra também remeteu-os à alguns tipos de bebidas alcoólicas. Para Freire (2006, apud FRANCISCO Jr., FERREIRA e HARTWIG, 2008) um processo pedagógico problematizador deve desencadear no estudante a curiosidade, a qual acontece pela problematização do cotidiano em que o estudante está inserido.

“E por que essas bebidas são chamadas de destiladas e a cerveja não?”

E1: “Porque tem mais álcool”

E2: “Porque a porcentagem de álcool é maior”

E3: “Então no caso o processo de fermentação é a retirada do álcool”

E4: “No processo de fermentação a gente não retira álcool, porque no fermento tem álcool”

Foi interessante perceber a discussão dos estudantes entre eles, de modo a questionarem-se e debaterem as ideias um dos outros. A turma é bastante agitada nas aulas, no entanto não questionam e não buscam trazer novas hipóteses como foi feito nesta aula pelos estudantes.

“ Vocês acham que esse álcool que vocês falaram que é produzido é o mesmo usado como combustível nos carros?”

E1: “Não, porque esse álcool vem do caldo de cana e no álcool... não é a mesma coisa. O processo de transformação é diferente”

E2: “O álcool do combustível é mais puro”

E3: “Porque o álcool das bebidas nós vamos ingerir e outras substâncias que tem no álcool combustível podem fazer mal pra saúde”

E4: “O álcool combustível de carro tem uma mistura com a gasolina e o das bebidas tem mais água”

E5: “Eu acho que tem bem menos água do que o da cerveja pra não atrapalhar no desenvolvimento do veículo”

Neste momento retomou-se o conceito de polaridade com os estudantes para que eles compreendessem porque o álcool do combustível deveria ser puro, como eles disseram.

Na aula seguinte, ocorreu a explicação do experimento e a mediação em relação aos questionamentos anteriores para sanar as dúvidas e algum conceito equivocado dos estudantes. No entanto, eles foram os protagonistas do experimento, trazendo suas ideias e hipóteses para compreender o que poderia estar ocorrendo no processo de fermentação alcoólica.

Na primeira aula os estudantes não souberam o resultado do experimento, então, ao final da aula foi solicitado que escrevessem o que acreditavam que ocorreria no experimento, ou seja, qual resultado seria obtido experimentalmente. Dos 27 estudantes presentes na aula, apenas 7 estudantes estavam presente na aula seguinte com as respostas referentes à esta questão. Entre eles, 2 estudantes relataram que ocorreria a liberação de gás. E os demais relataram que além da liberação de gás ocorreria a mudança de coloração (Quadro 2).

Quadro 2. Respostas dos estudantes sobre o resultado final do experimento de fermentação alcoólica.

| Respostas dos estudantes |
|--|
| E1: “Na hora que misturou os produtos liberou um gás, esse tal gás foi passado para outro recipiente (tubo de ensaio) onde se encontrava indicador que ao entrar em contato com o gás mudou de cor”. |
| E2: “A mistura troca de cor apresentando diferença porque no processo libera o gás CO ₂ ”. |
| E3: “O resultado final do experimento, depois de todo o processo realizado em sala, provavelmente o líquido mudou de cor”. |

Embora os estudantes tenham relatado sobre a mudança de coloração e liberação de gás, não relataram sobre a formação do álcool que era o objetivo principal do experimento.

Na segunda aula desta unidade, antes que os estudantes visualizassem o resultado da fermentação alcoólica, foram questionados sobre o motivo de adicionarem açúcar ao experimento e indagados sobre se tivessem adicionado sal como substituo ao açúcar. Os estudantes disseram que não daria certo, porque com o açúcar teria uma reação e com o sal teria outra que não seria a fermentação alcoólica. Então, propus que os estudantes fizessem o teste com açúcar e com sal, representado na Figura 2.



Figura 2. Comparação entre a utilização de (a) sal e (b) açúcar para o processo de fermentação alcoólica.

Ao posicionar a bexiga no orifício do erlenmeyer, imediatamente os estudantes disseram que ocorreria liberação de gás pelo açúcar, que foi confirmado com o enchimento da bexiga, pois para eles o sal não possuía a energia que o fungo precisava. Além disso, por meio da reação eles já confirmaram que não seria possível a formação de álcool com sal, somente com açúcar. Também foram levados conceitos sobre o açúcar enquanto carboidrato, e os diferentes produtos utilizados para produção do álcool, motivo pelo qual existem bebidas alcoólicas diferentes no sabor, aroma, coloração e textura.

Após a visualização macroscópica dos estudantes, explicou-se detalhadamente sobre a reação de fermentação alcoólica para que pudessem compreender microscopicamente o processo, bem como, os estudantes puderam observar e compreender o resultado do experimento de fermentação alcoólica realizado na aula anterior, sendo lembrados conceitos de acidez e basicidade para que analisassem a mudança de coloração em função da liberação de gás carbônico. A presença do álcool foi constatada pelo odor ao retirar-se a rolha do kitasato.

A explicação do experimento ocorreu por meio de questionamentos para que os estudantes relembassem os conceitos trazidos na aula anterior, no entanto, esses questionamentos já eram respondidos após os estudantes levantarem suas hipóteses, pois nesta aula eles precisavam sanar suas dúvidas para não ficarem com conceitos equivocados. Sendo assim, foram lembradas questões e respostas da aula anterior para que facilitasse a ponte entre os conhecimentos.

Ao final da aula os estudantes responderam a um questionário que contemplava quatro questões.

1) *Onde a química está presente nas drogas?*

E1: “No preparo químico e praticamente em tudo”

E2 e E3: “Na mistura dos produtos que reagem”

E4: “No álcool”

E5: “Em quase tudo”

Por mais que as respostas dos estudantes tenham sido simples, foi possível perceber como eles conseguiram perceber a química no cotidiano. Pois, nem sempre houve esta percepção dos estudantes durante as observações realizadas na turma. Para Duarte (2014), a experimentação apoiada a práticas discursivas contribui para o processo de ensino e aprendizagem e inclui a formulação de conceitos inter-relacionados com o cotidiano.

2) *Onde a química está presente nas bebidas alcoólicas?*

E1: “Na fermentação”

E2: “Na mistura dos produtos e na fermentação”

E3: “Na mistura do caldo de cana com o fermento produzindo gás”

E4: “No álcool, como vinho e cerveja”

E5: “Está presente principalmente no álcool”

Por meio do relato dos estudantes é possível perceber que eles compreenderam a relação da química com o cotidiano como, por exemplo, no processo de fermentação. No entanto, alguns conceitos não foram totalmente compreendidos como a separação na frase entre “mistura dos produtos” e “fermentação” como se fossem processos separados.

3) *O que é fermentação?*

E1: “A fermentação é o processo de liberação de gás e que o fungo se transforma em outro produto químico”

E2: “Utilização de fungos para a produção de álcool e gás carbônico a partir do açúcar”

E3: “Utilização de fungos que libera CO₂ para a produção de álcool”

E5: “É a utilização dos fungos na fabricação do álcool e do gás – onde o açúcar é a fonte de energia”

Observa-se nos relatos que alguns estudantes compreenderam o processo de fermentação, no entanto, outros estudantes se confundiram com o que seria o fungo e a sua função no processo de fermentação alcoólica como no relato “... o fungo se transforma em outro produto químico”. Por isso, é importante que o professor sempre retome os conteúdos e conceitos para que não fique dúvidas sobre os conceitos, para que assim o estudante possa ultrapassar as barreiras para a (re)formulação do conhecimento científico.

4) *Qual a relação da fermentação com o seu cotidiano?*

E1: “Na preparação do pão e do iogurte que compramos”

E3: “Eu vejo a fermentação em iogurte, pães e muitas outras coisas”

E4: “Pão”

E5: “Está presente em tudo, pão, iogurte, etc”

É perceptível que mesmo que esta aula tenha sido sobre a fermentação alcoólica os estudantes puderam associar o nome “fermentação” a outros tipos de fermentação presente em seu cotidiano, como a láctica. Giani (2010) destaca que trazer para a sala de aula questões/dúvidas encontradas no cotidiano da sociedade faz com que o estudante reconstrua seus conceitos e conhecimentos para relacionar a sua vida, deixando de ver os conhecimentos científicos como algo exclusivo dos

cientistas, mas como algo necessário para sua vida cotidiana. Para os estudantes que não estavam presentes nessa aula foram repassadas novamente as discussões para que houvesse a compreensão dos conhecimentos científicos.

Os estudantes foram questionados sobre qual parte do experimento eles mais gostaram, respondendo que foi na mudança de coloração do experimento. Esta etapa poderia ter sido realizada com água de cal ou hidróxido de sódio, no entanto, como observado nesta atividade, a coloração faz com que os estudantes fiquem mais atentos e prestem mais atenção no está ocorrendo no experimento, mas é claro que esse não deve ser o objetivo maior na utilização dessas atividades.

O que pôde ser percebido ao final das aulas e das análises foi a interação dos estudantes com as discussões realizadas no início dessa atividade, buscando a formulação de hipóteses e argumentos. Ao colorarem suas ideias em forma de escrita, os estudantes tiveram maior dificuldade e alguns estudantes, ainda, acabaram se confundindo com a ideia de fermentação apresentada no início das discussões, por isso, é importante a discussão oral, para que os alunos consigam se expressar e participem ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

Considerações Finais

Os resultados apresentados neste trabalho indicam que a experimentação investigativa no ensino de Ciências pode ser bem sucedida quando utilizada com o intuito de relacionar teoria e prática e de promover a criticidade dos estudantes de modo que relacionem os conhecimentos de sala de aula com o conhecimento cotidiano. A experimentação também ganha destaque no que se refere à motivação e interesse dos estudantes durante as aulas de Química. Ao prezar pela motivação dos estudantes, o professor tem que compreendê-la como parte de um contexto mais amplo, ainda que a experimentação possa estar a ela relacionada. O trabalho não tem a pretensão de dizer que a experimentação investigativa é a única que colabora com o processo de ensino e aprendizagem, mas de demonstrar uma alternativa para o ensino de Química, buscando a articulação entre conhecimento prévio e conhecimento científico, e ainda, articulando temas geradores ao processo de mediação e ensino e aprendizagem.

A experimentação aqui realizada não só contribuiu para o processo de aprendizagem de conceitos referentes à fermentação alcoólica, como também pôde auxiliar os estudantes no desenvolvimento da participação tornando-os cidadãos mais ativos e atentos a realidade em que estão inseridos. As aulas temáticas são estratégias eficientes para tornar o aprendizado contextualizado e interdisciplinar, facilitando a formulação de hipóteses dos estudantes e promovendo a integração dos mesmos.

Destacamos também a importância de inserir as atividades experimentais em um contexto dialógico que inclui, por exemplo, a presença do questionamento reconstrutivo, da construção de argumentos e comunicação destes argumentos. Valorizar estas características significa apostar na explicitação do conhecimento discente e no diálogo oral e escrito. Quanto aos conteúdos, compreendemos que estes não têm um fim em si mesmo, por isso nos parece que é de suma importância mostrar aos estudantes a relevância do que está sendo aprendido, para que eles se sintam parte do processo e sejam estimulados a participação e a valorizarem a construção do conhecimento em suas diferentes dimensões, não apenas conceitual, mas científica, social, econômica, histórica e cultural.

A partir da contribuição dessa pesquisa, consideramos no que tange a formação inicial docente, a compreensão do processo de mediação em articulação entre os três momentos pedagógicos

e os temas geradores, colabora com o desenvolvimento de um profissional autônomo e capaz de desenvolver atividades para além da “transmissão” do conhecimento, que passe de um para o outro, mas sempre em busca de uma rearticulação do conhecimento científico, criando possibilidades aos licenciandos de pensarem a formação para além do conteudismo, e dando possibilidades para uma ciência menos dogmática, e mais aberta a questionamentos e possibilidades.

Referências

BARATIERI, S. M. et al. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, 2008, p.19-31.

BIANCHINI, T. B.; ZULIANI, S. R. Q. A. Utilizando a metodologia investigativa para diminuir as distâncias entre os alunos e a eletroquímica. In: **Encontro nacional de Ensino de Química**, v.15, 2010.

BICHARA JUNIOR, T. W.; SOUZA, M. B. F; SANTOS, T. A. D.; MACHADO, D. R. S. Experimentação no Ensino de Química com materiais de baixo custo: o caso da Eletrofloculação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências Naturais**, v.1, n.1, 2015, p.31-40.

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

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELORS, J. **Educação**: um Tesouro a Descobrir. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

DOMINGOS, D. C. A. **Sequência didática investigativa em aulas experimentais no ensino médio de química para compreensão do termo extração e os fatores que ocorrem durante a destilação por arraste a vapor aplicando o padrão argumentativo de Toulmin**. Dissertação (Mestrado, em Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). Campo Grande, p.116, 2011.

DUARTE, F. T. B. **A fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar**. Dissertação (Mestrado, em Universidade de Brasília). Brasília, p. 192, 2014.

FERREIRA, M.; PINO, J. C. D. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v.11, n.1, 2009, p.101-118.

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n.30, 2008, p. 34-41.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limitações na busca de uma Aprendizagem Significativa. Dissertação (Mestrado, em Universidade de Brasília). Brasília, p.190, 2010.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, 2006, p.219-238.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar**: Ciência e Cotidiano. Rio de Janeiro. UERJ, 1999.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Propostas para o Ensino de Química**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007, p.224.

PAIXÃO, V. V. M.; SANTOS, A. L. E.; BATISTA, C. H. Experimentação numa perspectiva investigativa sobre a produção do bio gás no ensino de Química. In: **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v.10, n.1, 2017, p.1-10.

PEREIRA, A. de S.; VITURINO, J. P.; ASSIS, A. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. **Rede Latino-americana de Pesquisa em Educação Química**, v.1, n.2, 2017, p.135-148.

RAUBER, A. G.; QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M. Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.10, n.1, 2017, p.1-12.

RODRIGUES, J. R.; AGUIAR, M. R. M. P.; MARLA, L. C. S.; SANTOS, Z. A. M. Uma Abordagem Alternativa para o Ensino da Função Álcool. **Química Nova na Escola**, n.12, 2000, p.20-23.

SILVA, M. A. da; RODRIGUES, M. A. O.; SANTOS, R. A.; MARTINES, E. A. L. M.; SOUZA, W. K. do A. Proposta de experimentação didática investigativa no ensino de ciências e a formação inicial de professores. **Revista Didática Sistemica**, v.17, n.1, 2015, p.3-14.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, v.14, n.1, 2009, p.50-74.

TAPIA, A. Motivação e aprendizagem no ensino médio. In: COLL, C et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Porto Alegre: Artmed, 2003, p.103-139.