

Estudos culturais sobre a produção de vinagre para articular saberes escolares, científicos e populares: uma educação química com enfoque CTS/CTSA

Cultural studies about vinegar production to articulate scholarly, scientific and popular knowledge: a chemical education with a STS/STSE approach

Vilma Reis Terra

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Instituto Federal do Espírito Santo
terravilma@gmail.com

Sidnei Quezada Meireles Leite

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Instituto Federal do Espírito Santo
sidneiquezada@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de estudar o desenvolvimento de uma intervenção abordando o ensino da produção artesanal de vinagre a partir de caldo de cana, a fim de promover uma educação química interdisciplinar e transdisciplinar. O estudo foi realizado na perspectiva dos estudos culturais da construção social da ciência e tecnologia, articulando diferentes saberes escolares com saberes científicos e populares. Tratou-se de uma investigação qualitativa apoiada em observações, fotografias, entrevistas de grupo focal, relatos escritos produzidos pelos estudantes durante a intervenção pedagógica. Os sujeitos desta pesquisa foram duas turmas com 35 estudantes de ensino técnico de nível médio de uma escola da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Espírito Santo. Os estudos culturais da intervenção pedagógica perpassou por aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioculturais, socioeconômicos e socioambientais, produzindo conexões entre conteúdos programáticos e o contexto local, e regional, da cidade de Colatina do Estado do Espírito Santo, Brasil.

Palavras chave: educação química, produção artesanal de vinagre, estudos culturais, interdisciplinaridade, cultura científica.

Abstract

The objective of this work was to study the development of an intervention approaching the teaching of the artisanal production of vinegar from cane juice, in order to promote an interdisciplinary and transdisciplinary chemical education. The study was carried out from the perspective of cultural studies of the social construction of science and technology, articulating different scholarly knowledge with scientific and popular knowledge. This was a qualitative research supported by observations, photographs, group interviews, written reports produced by the students during the pedagogical intervention. The subjects of this research were two classes with 35 students of technical education of medium level of a school of the Federal Network of Professional and Technological Education of Espírito Santo State, Brazil. The cultural studies of the pedagogical intervention covered technological, socio-scientific, socio-cultural, socioeconomic and socioenvironmental aspects, producing connections

between programmatic contents and the local, and regional, context of Colatina city in Espírito Santo State, Brazil.

Keywords: chemical education, artisanal vinegar production, cultural studies, interdisciplinarity, scientific culture.

Introdução

De acordo com Rizzon (1992), o vinagre é um produto conhecido há cerca de 8000 anos a.C., com referências do uso como condimento na alimentação, devido às propriedades benéficas ao organismo humano, e também sendo utilizado como bebida refrescante, diluído na água, e medicamento. Segundo Pereira (2014), há relatos na literatura do uso de vinagre no tratamento de disfunções respiratórias, feridas e úlceras, devido às suas propriedades desinfetantes e anti-inflamatórias. A produção do vinagre mais comum é pela fermentação biológica de álcool etílico, catalisada por bactérias do gênero *Acetobacter*. De acordo com a legislação brasileira, o vinagre comercial vendidos nos supermercados, apresenta um teor de ácido acético entre 4% a 6 %. Entretanto, no interior do Estado do Espírito Santo, como por exemplo na cidade de Colatina, é comum produzir vinagre artesanalmente em casa.

Os estudos culturais se constituem num campo acadêmico de investigação, de caráter interdisciplinar, normalmente discutido no âmbito da sociologia da ciência e antropologia, que explora as formas de produção, ou criação de significados, e de difusão dos mesmos nas sociedades atuais (JOHNSON, 2006; MATTELART e NEVEU, 2004). Considerando o contexto do movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTS/CTSA) no Brasil e na América Latina, no âmbito do projeto internacional “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS) e do projeto Ibero-Americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS), um estudo sobre o mapeamento CTS/CTSA identificou algumas tendências de produção de conhecimento em rede social, em diferentes áreas de conhecimento e diferentes abordagens (CHRISPINO et al., 2013; SILVA et al., 2015; MELO et al., 2016).

Durante as reuniões do grupo de investigação, foram levantados alguns questionamentos sobre as potencialidades pedagógicas para o ensino interdisciplinar/transdisciplinar de química, considerando a construção social de ciência e tecnologia, tomando como exemplo a “produção de vinagre”. De que maneira uma intervenção pedagógica poderia produzir articulação entre saberes escolares, populares e científicos? De que maneira os aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioeconômicos, socioculturais e socioambientais podem ser entrelaçados pela temática “produção de vinagre”? Vale lembrar que a pergunta serve como eixo condutor do trabalho, embora, algumas vezes, não se consiga responder completamente. Segundo Gil (2009, p. 59), as questões surgidas para o pesquisador servem como lembretes para conduzir entrevistas e observações, entre outras formas de coleta de dados. Esta temática de “produção artesanal de vinagre” nos permitiria, por exemplo, abordar a tecnologia química de produção de vinagre, costumes culturais no uso do vinagre, a articulação entre história, geociência, química, biologia, matemática e engenharia relacionada ao tema.

Neste trabalho, utilizamos a perspectiva dos estudos culturais baseados em Latour e Woolgar (1997), envolvendo a construção social da Ciência & Tecnologia ultrapassando os limites da disciplina. Para eles, as práticas devem tratar inicialmente de problemas/temáticas sociocientíficas, seguidas de abordagens teóricas, abordagens práticas e, finalmente, debates com pessoas de notório saber. Sadler (2011) ressalta que intervenções pedagógicas produzidas a partir de questões sociocientíficas (QSC, em inglês, SSI), pode induzir debates balizados em práticas de laboratório, do cotidiano, imagens, pesquisas na internet e visitas guiadas. De acordo com Stuart (2014), [...] a experimentação no ensino de química é tema constante nas

salas de aula, nas conversas entre professores da disciplina, em congressos e em revistas da área, seja por sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem ou pelas dificuldades encontradas para sua aplicação. A educação CTS/CTSA, de acordo com Aikenhead (1997), quando é desenvolvida na perspectiva de estudos culturais de ciência transcultural, pode promover conexões de saberes na fronteira do conhecimento, ampliando a visão de mundo, contribuindo para eliminar preconceitos existentes na humanidade e conscientizar a população sobre o papel da ciência.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a construção social da ciência e tecnologia olhando para a produção artesanal de vinagre a partir de caldo de cana, a fim de promover uma educação química interdisciplinar e transdisciplinar. Um estudo sobre a construção de saberes escolares a partir de saberes científicos e populares, foi realizado numa escola da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Espírito Santo, envolvendo duas turmas com 35 estudantes de ensino técnico de nível médio.

Metodologia

Tratou-se de uma investigação qualitativa, planejada à luz de Ludke e André (1986), cujos dados foram produzidos a partir de observações, entrevista de grupo focal, relatos escritos produzidos pelos estudantes e fotografias do processo educativo. Na tabela 1 está apresentado um resumo das técnicas e instrumentos empregados na coleta de dados durante a intervenção pedagógica. Neste trabalho, procuramos nos limitar a apresentar uma análise fenomenológica da intervenção pedagógica de química (Gil, 2009).

Investigação	Técnicas	Instrumentos
Investigação Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações.
	Inquéritos	Entrevista de grupo focal e rodas de conversas.
	Imagens	Fotografias como registro das dinâmicas.
	Relato oral e escrito dos estudantes	Anotações produzidas nos diários de bordo dos estudante.

Tabela 2: Resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da sequência de ensino investigativa sobre a produção de açúcar no ensino médio.

O planejamento da sequência de ensino investigativo, intitulada “Produção Artesanal de Vinagre”, foi baseada em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), visou a um ensino de química de forma interdisciplinar e transdisciplinar, devido aos aspectos socioculturais do município de Colatina, estado do Espírito Santo (tabela 2). A intervenção pedagógica foi realizada de outubro a novembro de 2014, com encontros semanais de 150 minutos (3 aulas). Os sujeitos da pesquisa foram duas turmas com 35 estudantes, com idade média de 17 anos, da disciplina de química do ensino técnico de nível médio de uma escola da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Espírito Santo, situada em Colatina. Para desenvolver a investigação, procurou-se seguir as recomendações do Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP/MS), com a autorização da direção geral da escola, a preservação da identidade dos sujeitos envolvidos e a solicitação do consentimento livre e esclarecido (TLCE) para uso dos depoimentos orais/escritos e uso de imagens.

Foram analisados os aspectos metodológicos com base nos pressupostos do ensino investigativo, conforme o proposto por Gil e Castro (1996), e Carvalho (2013). As questões relativas ao uso de temas sociocientíficos foram analisados com base em Reis e Galvão (2008), e Sadler (2011). As questões dos estudos culturais com enfoque CTS/CTSA foram analisados com base nos pressupostos de Latour e Woolgar (1997), Santos e Auler (2011), e

Aikenhead (2009). Para isso, utilizamos as categorias de Latour e Woolgar (1997) que, segundo eles, para uma construção social da Ciência & Tecnologia, é necessário partir de uma temática-problema relacionada à vida cotidiana, perpassando por aspectos da teoria, da prática e dos debates com pessoas de notório saber.

Sequência de Ensino Investigativo (SEI)			
Título:	“Da cana ao vinagre” - Produção de vinagre a partir do processo sucessivo de fermentação biológica do caldo de cana.		
Público Alvo:	4º Ano do ensino técnico de nível médio.		
Questionamentos:	Quais são as reações bioquímicas por catálise biológica na produção de vinagre? Qual é a importância do vinagre no segmento de alimentos no Brasil e no Estado do Espírito Santo? Qual é a história da produção de vinagre, envolvendo aspectos de tecnologia, sociocultural, socioeconômico, sociocultural e socioambiental?		
Objetivos:	Promover atividades investigativas sobre a produção de vinagre, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem de química e contribuindo para apropriação de conhecimentos interdisciplinar/transdisciplinar das ciências da natureza.		
Conteúdo e Método			
Momento	Objetivo Específico	Conteúdo	Dinâmica
Momento 1: Problematização (6 aulas)	Motivar o estudante para busca do conhecimento relacionado à produção de vinagre em escala de laboratório.	Alguns saberes populares e aspectos locais e regionais relacionados à produção de vinagre.	Roda de conversa sobre a tradição de produção de vinagre entre as famílias da cidade Colatina – ES.
	Conhecer aspectos da área da saúde e da área de alimentos sobre o consumo de vinagre.	Aspectos positivos e negativos da área da saúde e de alimentos relacionados ao consumo de vinagre.	Pesquisa de informações nutricionais em embalagens de vinagre para levantar teores de ácido acético.
	Conhecer aspectos históricos da produção de vinagre.	Aspectos sócio-históricos, socioculturais, socioeconômicos e socioambientais da produção de vinagre, produção artesanal e industrial.	Exibição de vídeo sobre a fabricação do vinagre.
	Avaliação 1.	Produção textual dos debates iniciais.	Avaliação Individual.
Momento 2: Organização do conhecimento (9 aulas)	Reconhecer a produção de açúcar a partir de caldo de cana. Promover questões investigativas sobre a produção de vinagre, propiciando a investigação científica e a formulação de hipóteses.	Produção de vinagre a partir de caldo de cana. Estrutura molecular da sacarose, frutose e glicose. Primeira fermentação – alcoólica. Alguns aspectos socioeconômicos, socioculturais e socioambientais. Química do vinagre.	Aula expositiva e dialogada com auxílio de apresentação de slides. Estudos com auxílio de consultas na Internet e artigos científicos.
	Avaliação 2.	Produção textual das aulas de química.	Avaliação Individual.
Momento 3: Aplicação do conhecimento (6 aulas)	Conhecer algumas variáveis do processo de produção de vinagre. Observar as transformações ocorridas durante a produção de vinagre. Realização do Seminário.	Acompanhar um processo de produção de vinagre para conhecer algumas variáveis do processo. Participação nas aulas, registros escritos das atividades propostas e leituras de textos. Construção coletiva de um Seminário de grupo.	Aula experimental. Produção artesanal de vinagre. Relatório das aulas práticas. Seminário de Grupo.
	Avaliação 3.	Desenvolvimento de relatório de prática.	Avaliação em grupo.

Tabela 2: Resumo do planejamento dos três momentos pedagógicos da sequência de ensino investigativo de química, para abordar a produção artesanal de vinagre no ensino técnico de nível médio público.

Tema sociocientífico da produção de vinagre

A temática de produção artesanal de vinagre foi inspirada nas rodas de conversas realizadas com estudantes e famílias tradicionais da cidade de Colatina, do Estado do Espírito Santo, que, de geração em geração, praticam a produção caseira de alimentos como a produção de pão, café, vinho de jabuticaba, queijo, iogurte e vinagre. Foram relatados casos de receitas que estão nas famílias descendentes de italianos, alemães, suíços e poloneses, desde o fim do século XIX, vindos no processo de colonização. Neste trabalho, escolhemos estudar a prática de produção artesanal de vinagre em escala de laboratório, a partir de dois processos de fermentação consecutivos: (1) a fermentação facultativa de caldo de cana a álcool etílico, catalisada por leveduras, e (2) a fermentação aeróbica de álcool a vinagre, catalisada por bactérias *Acetobacter*. Vale citar que ao escolher o caldo de cana, a matéria prima de fato é a sacarose, que é um dissacarídeo composto por uma molécula de frutose e outra de glicose. Os

trechos da fala da professora demonstram a importância da discussão sobre a temática de produção artesanal de vinagre, no contexto da educação profissional de nível médio, a saber:

Professora – [...] a temática escolhida abordou a produção de vinagre a partir de algumas discussões realizadas com os estudantes. Algum tempo atrás conversamos com algumas famílias [...] e a senhora, mãe de um colega de trabalho, relatou histórias sobre a produção de vinagre de banana e de caldo de cana. Durante a conversa, nos mostrou algumas receitas que estava na família por anos [...], por gerações.

Professora – [...] a fermentação é um processo milenar, presente no cotidiano, com uma ampla aplicação, oferece um contexto experimental significativo tanto para o ensino de Biologia quanto para o de Química, da história e biotecnologia. Portanto, a temática fermentação foi uma boa alternativa para estabelecer vínculos entre o saber do estudante, os conteúdos químicos e uma abordagem interdisciplinar, pois através de sua abordagem é possível desenvolver vários conceitos científicos importantes para as diversas áreas de ensino.

De acordo com Johnson (2006), os estudos culturais são um campo de investigação de caráter interdisciplinar que explora as formas de produção, a criação de significados e de difusão dos mesmos na sociedade. Nessa perspectiva, conforme Mattelart e Neveu (2004), a criação de significado e dos discursos reguladores das práticas significantes da sociedade revelam o papel apresentado pelo poder na regulação das atividades cotidianas das formações sociais.

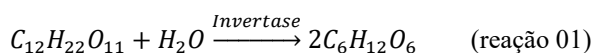
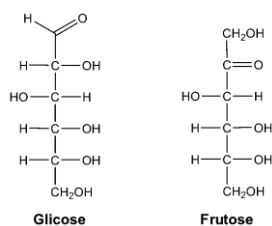
De acordo com Sadler (2011), experiências cotidianas podem servir como viés inspirador para produção de práticas escolares usando questões sociocientíficas (QSC, em inglês, SSI) promovendo significado aos estudantes sobre os conteúdos programáticos escolares que, às vezes, não fazem sentido. Aikenhead (1997), sobre os estudos sobre a ciências transcultural na educação em ciências, envolvendo questões culturais locais e regionais, por exemplo as questões indígenas e afrodescendentes, podem contribuir na preparação de indivíduos capazes de lidar com a globalização e a complexidade da contemporaneidade. Latour e Woolgar (1997) ressaltam a importância de se promover aprendizagem na fronteira do conhecimento, porque nela é possível encontrar diversos saberes escolares (disciplinares), produzindo interdisciplinaridade, articulando-se aos saberes científicos e populares (transdisciplinares), contribuindo para a formação de indivíduos capazes de exercer práticas democráticas.

Para Reis e Galvão (2008), as questões sociocientíficas em práticas de educação em ciências pode provocar debates de conteúdos de ciências de natureza articulados as questões socioculturais, socioambientais, sociofilosóficas, socioeconômicas, entre outras, de tal maneira que as pessoas sejam forçadas a se posicionarem, proporcionando reflexão sobre conceitos, crenças, valores, mitos etc.

Teoria de produção de vinagre

De acordo com Pereira (2014), o vinagre é uma solução diluída de ácido acético, obtida por meio de dois processos bioquímicos sucessivos, a fermentação alcoólica, que converte açúcares em etanol, e a oxidação fermentativa, que converte o etanol em ácido acético. Durante os debates sobre a temática “produção de vinagre”, partiu da discussão sobre o carboidrato sacarose, o dissacarídeo presente no caldo de cana. Os estudantes relataram que, embora já tivessem visto no supermercado embalagens de frutose, não sabia a diferença da frutose para a glicose. Mas, eles já haviam visto o conteúdo de funções orgânicas: cetonas e aldeídos. No caso da sacarose, após a hidrólise ácida ou enzimática, fornece uma molécula de glicose e outra de frutose (NELSON e COX, 2014).

Na presença da enzima invertase, a sacarose é transformada em duas moléculas de glicose, porque a molécula de frutose é transformada em glicose pela ação enzimática (reação 01), quando foram lembrados os conceitos das funções orgânicas com grupamento carbonila (C=O), aldoses e cetoses, presente nas famílias de monossacarídeos: glicose (aldose) e frutose (cetose), a saber:



O segundo debate teórico iniciou-se com a produção de álcool etílico a partir da fermentação biológica de glicose (reação 02). Essa etapa do trabalho foi baseada nas discussões realizadas por Terra e Leite (2016). Os trechos da fala dos estudantes demonstram a importância dos aspectos teóricos da produção artesanal de vinagre, no contexto da educação profissional de nível médio, a saber:

Estudante 01 – [...] sobre o vinagre, bom, tem a ver com a produção de alimentos, produção de bebidas, produção de álcool, antibióticos, biotecnologia [...].

Estudante 04 – [...] as reações envolvem produção de energia vital [...].

Estudante 05 – [...] A temática fermentação envolve conhecimentos de muitas disciplinas, biologia, química, geografia [...], é o que chamam de interdisciplinaridade, né?!.

Estudante 03 – [...] o vinagre é formado pela oxidação do etanol a ácido acético por bactérias [...].

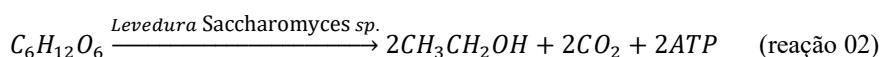
Estudante 10 – [...] o vinagre é um alimento funcional.

Estudante 02 – [...] o açúcar é fundamental para que ocorra a fermentação.

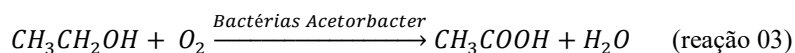
Estudante 06 – [...] mas muito açúcar prejudica a fermentação. Ocorre estresse osmótico e as leveduras morrem desidratadas. A fermentação é interrompida.

Estudante 07 – [...] a temperatura, a concentração dos nutrientes, a linhagem de microrganismo influencia a fermentação [...].

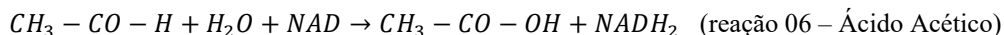
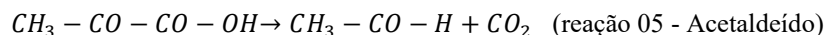
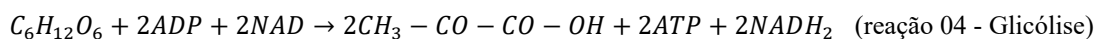
Em termos de bioquímica, a fermentação alcoólica é um processo anaeróbico facultativo, cuja temperatura do meio é aproximadamente 25°C e ocorre a produção de álcool etílico, CO₂ e ATP (energia). Nesse caso, o catalisador utilizado para esse processo é o fermento biológico, normalmente vendida em supermercado, que na verdade são leveduras do gênero *Saccharomyces sp.*. O ATP, denominado trifosfato de adenosina (ou adenosina trifosfato), é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas (NELSON e COX, 2014).



O terceiro debate teórico foi focado na produção de vinagre a partir da oxidação biológica de álcool etílico a ácido acético (reação 03), cujo processo é aeróbico. Conforme Veloso (2013), o catalisador mais utilizado são bactérias do gênero *Acetorbacter*. Segunda a autora, há três processos mais conhecidos: processo lento de Orleans (ou Francês), processo rápido (ou Alemão) e o processo submerso. Entretanto, o mais comum é o processo contínuo submerso em tanques de aço inox, com controle de aeração, cuja temperatura do meio é aproximadamente 30°C. No processo, o vinho rico em álcool etílico entra em contato com a camada gelatinosa, chamada de “mãe de vinagre”, rica em bactérias *Acetorbacter* (VELOSO, 2013). O vinagre final apresenta um teor aproximado de 4% de ácido acético, com pH = 2,8.



As pesquisas realizadas em trabalhos também mostrou outra possibilidade de produção de vinagre a partir de glicose usando bactérias *Acetorbacter*, olhando para as etapas de fermentação – primeira reação de glicólise formando ácido pirúvico, seguida da formação de acetaldeído e, finalmente, a formação ácido acético. Nesse caso, haveria formação de CO₂ durante a formação do ácido acético.



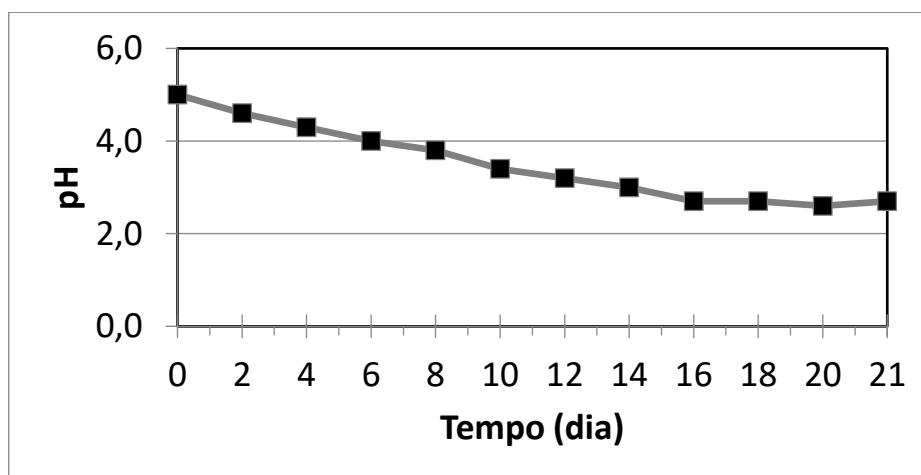
Prática de produção de vinagre

A intervenção pedagógica abordou a produção artesanal de vinagre a partir de caldo de cana, buscando perpassar pelos aspectos tecnológicos, sociocientíficos e socioambientais (Figura 1). Para garantir os aspectos didáticos do processo de ensino, a prática teve duas etapas: Etapa 1 – fermentação alcoólica e Etapa 2 – fermentação acética (figura 1). Para estudar o primeiro processo de fermentação alcoólica, utilizou-se garrafas de PET de 2 L contendo caldo de cana e 4 tabletes de fermento biológico (massa = 30g), *Saccharomyces sp.*, que durou cerca de 14 dias até que houvesse a presença do odor de álcool etílico.



Figuras 1. Etapas do processo de produção artesanal de vinagre. Etapa 1. Primeiro processo - fermentação alcoólica. Evidências da produção de CO_2 na produção de álcool etílico (reação 02). Etapa 2. Preparação do segundo processo – Fermentação acética. Esquematização para o acompanhamento dos valores de pH e acidez ao longo do processo de fermentação acética. Fonte: Banco de dados do grupo de investigação.

Em seguida, para desenvolver a etapa 2, o fermentado foi adicionado a um bécher de 5 litros sob agitação (aeração), sendo adicionado 200 mL de vinagre natural, para servir como “mãe de vinagre”. Ao longo do tempo, o odor característico de ácido acético aumentava a cada dia. Periodicamente, medidas de pH e amostras de 25 mL eram tituladas para aferir a acidez do meio. Na figura 2 está apresentada a curva cinética de acompanhamento do pH do meio com o tempo. Ao final, deixou-se decantar a suspensão, seguido de filtração, que durou 21 dias sob agitação.



Figuras 2. Acompanhamento cinético de pH ao longo do processo de produção artesanal de vinagre.

Fonte: Banco de dados do grupo de investigação.

Durante a produção artesanal de vinagre, houve a queda do pH = 5,0 até pH = 2,7, e acidez passou a ser 4%. Foi observado crescimento de colônias de bactérias *Acetorbacter* com o aparecimento de fase gelatinosa, o que poderia comprometer a qualidade do vinagre final. Nesse momento foram discutidas as questões socioeconômicas relativa a queda da qualidade do vinagre final, como valor de mercado, competição de processos artesanal e industrial, automação das indústrias, entre outros assuntos.

Debates sobre a produção de ácido acético

A intervenção pedagógica permitiu estabelecer um diálogo entre o processo artesanal de produção de vinagre e o contexto escolar, considerando a cultura dos estudantes e as histórias de famílias. Algumas dessas histórias foram confrontadas quando os estudantes conheceram a teoria do processo, como por exemplo a necessidade de se manter o sistema fechado e isolado, sem contato com ar. Ao longo de toda a prática pedagógica os estudantes conversaram com familiares e a professora de química da escola, promovendo o confronto entre saberes escolares com saberes científicos e populares. Os trechos da fala dos estudantes demonstram a importância dos debates sobre a produção artesanal de vinagre, no contexto da educação profissional de nível médio, a saber:

Estudante 10 – [...] A invertase converte a sacarose em glicose e frutose

Estudante 15 – [...] Relato sobre a importância da teoria no processo de ensino aprendizagem dos estudantes do ensino técnico de nível médio. [...] A zimase converte a glicose em etanol e dióxido de carbono [...].

Os conhecimentos tecnológicos e sociocientíficos foram importantes para se compreender o processo de produção de vinagre comercial. Também foram abordadas as questões ambientais, já que houve uma discussão sobre o destino dos efluentes desses processos bioquímicos. No primeiro caso, partindo de caldo de cana, haverá rejeitos de bagaço de cana, que podem ser utilizados em fornos. Quando há destilação do fermentado do vinho, rico em álcool em álcool etílico, o vinhoto é o principal rejeito do processo, que pode comprometer o sistemas hídricos e lençol freático. Os estudantes investigaram alguns projetos de aproveitamento de vinhoto como adubo orgânico em lavouras de hortaliças. Já no segundo caso, a produção de vinagre pode gerar material gelatinoso, rico em colônias de bactérias *Acetorbacter*, que também pode ser utilizado como adubo ao final do processo.

Considerações finais

Considerando o contexto do movimento CTS/CTSA, desenvolvemos um estudo sobre o ensino da produção artesanal de vinagre, no contexto escolar, na perspectiva dos estudos culturais com base em Latour e Woolgar (1997), envolvendo a construção social da Ciência & Tecnologia, o que ultrapassou os limites da disciplina. Para estes autores, as práticas devem tratar inicialmente de problemas/temáticas sociocientíficas, seguidas de abordagens teóricas e práticas e, finalmente, debates com pessoas de notório saber.

Mesmo que tenha acontecido no seio da disciplina de química, foi possível articular saberes escolares com saberes populares e científicos, de forma interdisciplinar e transdisciplinar. A análise da prática pedagógica à luz dos estudos culturais permitiu conhecer os aspectos da temática-problema, enquanto os aspectos teóricos promoveu conhecer os fenômenos científicos que produziram elos históricos entre conteúdo científico e contexto social. Já o terceiro olhar da análise correspondeu à prática de produção artesanal de vinagre partindo do caldo de cana, oportunizando aos estudantes a perceberem aspectos tecnológicos, sociocientíficos e socioambientais. Os debates produzidos com a professora e os familiares, conduziram a perpassar por temáticas socioculturais e socioeconômicas da produção de

vinagre, sintetizando a produção de conhecimento de toda a prática pedagógica.

O tema sociocientífico de produção artesanal de vinagre promoveu debates sobre a educação química relacionando experiências cotidianas, imagens, uso da internet e entrevistas com familiares. Nesse caso, foi possível articular conteúdos de ciências da natureza com questões tecnológicas, sociocientíficas, socioculturais, socioeconômicas, socioambientais, entre outras, concordante com Sadler (2011). De acordo com Reis e Galvão (2008), esse fato deve ter promovido reflexões sobre conceitos, crenças, valores, mitos, entre outros, aspectos interdisciplinares e transdisciplinares inter-relacionados com a produção artesanal de vinagre.

Segundo Mattelart e Neveu (2004), buscamos superar a situação hegemônica de que somente uma pequena parte da população teria acesso a esse “patrimônio cultural”, neste caso a “cultura científica de produção artesanal de vinagre”. Ao envolver duas turmas de ensino técnico de nível médio, cada uma com 35 estudantes de escola da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Espírito Santo, foi possível criar condições, por meio da prática pedagógica, de socializar esta “cultura científica”, debatendo o processo de construção social da Ciência & Tecnologia com a prática de produção artesanal de vinagre.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) parecem promover a relação entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Nesse sentido, com a realização deste estudo numa escola situada no interior do estado do Espírito Santo, no âmbito das Ciências da Natureza, buscamos inovar práticas escolares no sentido de fazer diferença na vida desses estudantes de ensino médio.

Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes, ao CNPq e à Fapes pelo apoio concedido no desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Referências

- AIKENHEAD, Glen S. **Educação Científica para todos**. Tradução de Maria Teresa Oliveira. 1ª Edição. Mangualde, Portugal: Edições Pedagogo. 2009.
- AIKENHEAD, Glen S. Toward a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum. **Science Education**, v. 81, n. 2 p. 217-238, Apr., 1997.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. Brasília – DF: MEC, SEB, DICEI, 2013. 542 p.
- CHRISPINO, Álvaro. LIMA, Leonardo Silva de. ALBUQUERQUE, Márcia Bengio de. FREITAS, Ana Claudia Carvalho de. SILVA, Marco Aurélio Ferreira Brasil da. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação**. Bauru, V. 19, N. 02, p. 455-479, 2013.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Martha M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4ª Edição. São Paulo, SP: Editora Cortez, 2011.
- GIL, Antonio Carlos. **Estudo de Caso**. São Paulo: Atlas, 2009. 148 p.
- GIL, D.; CASTRO, P. La orientacion de las prácticas de laboratorio com investigaci3n: um ejemplo ilustrativo. **Ensenanza de Las Ciencias**,14(2), 155-163, 1996.
- JOHNSON, R. O que é, afinal, Estudos Culturais? In: SILVA, T. T. da. (Org.). **O que é, afinal, Estudos Culturais**. Belo Horizonte: Autêntica. p. 7-131. 2006.

LATOUR, B., WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MATTELART, Armand; NEVEU, Érik. **Introdução aos estudos culturais**. Parábola, 2004.

MELO, Thiago Brañas de. PONTES, Fernanda Costa da Cruz de. ALBUQUERQUE, Marcia Bengio de. SILVA, Marco Aurélio Ferreira Brasil da. CHRISPINO, Álvaro. Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino. **RBPEC**. V. 16, N. 03, pp. 587–606. Dezembro, 2016.

PEREIRA, Andreia Ferreira. **Otimização da produção de vinagre de mel**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior Agrária de Bragança. Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. 2014.

REIS, Pedro Guilherme Rochas dos; GALVÃO, Cecília. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciéncia**. v. 7, n. 3. 2008.

RIZZON, L. A.; GUERRA, C. C.; SALVADOR, G. L. **Elaboração de vinagre na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1992. 11 p. (EMBRAPA-CNPUV. Circular Técnica, 15).

SADLER, Troy D. (Editor). **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Teaching, Learning and Research. Florida – USA: Springer. 2011. p. 375.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.) **CTS e educação científica**. Desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB. 2011.