

A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar

Mara Elisa Fortes Braibante, Maurício Selvero Pazinato, Thais Rios da Rocha, Leandro da Silva Friedrich e Flávio Correia Nardy

Este artigo apresenta uma abordagem interdisciplinar desenvolvida pelos subprojetos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) das áreas de Química e História da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Essa atividade foi desenvolvida em uma escola da rede pública da cidade de Santa Maria (RS), na forma de uma oficina, em que foi abordado o tema a cana-de-açúcar no Brasil. A oficina foi estruturada em três momentos pedagógicos e as atividades propostas possibilitaram a participação ativa dos estudantes na construção do seu conhecimento e a integração entre os conteúdos de química e história. Os dados dessa pesquisa foram obtidos por meio da aplicação de questionários e produção de fanzines e foram analisados por meio de categorias. Os resultados indicaram que essa abordagem interdisciplinar contribuiu para a compreensão do tema de forma integrada e favoreceu a participação dos estudantes nas atividades propostas.

► interdisciplinaridade, cana-de-açúcar, PIBID ◀

Recebido em 24/04/2012, aceito em 18/09/2012

A compreensão de muitos assuntos e fenômenos complexos do cotidiano necessita da articulação de mais de uma área do conhecimento, pois as disciplinas isoladas podem não fornecer explicações que permitam o entendimento dos fatos estudados. Dessa forma, a prática interdisciplinar torna-se indispensável para uma análise mais ampla dos temas, sendo que, ao final do estudo, as disciplinas envolvidas saem fortalecidas.

Muitas pesquisas na área de ensino de ciências vêm sendo desenvolvidas buscando conceituar a interdisciplinaridade e apontam como suas principais características a unificação do conhecimento e o trabalho coletivo. Sendo assim, surgem algumas definições para a interdisciplinaridade, tais como:

A interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. (Lück, 1994, p. 64)

De acordo com Japiassú (1976), na busca de superar o *isolacionismo* entre as disciplinas, a interdisciplinaridade se opõe à compartimentalização do ensino tradicional e estabelece um vínculo entre as matérias estudadas a fim de auxiliar na compreensão de problemas. Já para Araújo (2003, p. 19-20) “[...] interdisciplinar refere-se àquilo que é comum a duas ou mais disciplinas ou campos de conhecimento. [...] Não existe uma mera superposição de interesses, mas uma verdadeira interação e um compartilhamento de ideias, opiniões e explicações”. Na concepção de Fazenda (1992), um grupo interdisciplinar é composto por pessoas que receberam sua formação em diferentes domínios do conhecimento, com seus métodos, conceitos, dados e termos próprios.

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2006) enfatizam o trabalho contextualizado e interdisciplinar, considerados nesse documento como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino. Ainda ressaltam que: “[...] a contextualização deve ser vista como um dos instrumentos para a concretização da ideia de interdisciplinaridade e para favorecer a atribuição de significados pelo aluno no processo de ensino e aprendizagem” (Brasil, 2006, p. 95).

Baseando-se nas concepções descritas, os subprojetos das áreas de Química e História do Programa Institucional

de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), elaboraram e aplicaram uma oficina relacionando essas duas áreas do conhecimento com o tema cana-de-açúcar no Brasil.

Diante do exposto, a questão motivadora para o desenvolvimento dessa oficina foi: Como promover a interdisciplinaridade entre a química e a história a partir do tema cana-de-açúcar? Nesse contexto, de acordo com as ideias de Weigert et al. (2005), é importante ressaltar que a metodologia interdisciplinar necessita de um tempo de diálogo entre os membros do grupo, para que ocorra a aceitação das diferenças e para conhecer as contribuições que cada disciplina pode dar na construção de um conhecimento contextualizado. Na tentativa de encontrar subsídios para responder à questão acima, durante o período de um mês, coordenadores, supervisores e bolsistas dos subprojetos do PIBID realizaram encontros semanais para o planejamento das atividades para integrar a química e a história. Essa integração foi facilitada pelo fato de os subprojetos atuarem na mesma escola da rede pública de Santa Maria (RS).

Os conteúdos curriculares no ensino médio, na grande maioria das escolas, são organizados de maneira fracionada em disciplinas e desenvolvidos de forma fragmentada, dificultando a compreensão do conhecimento como um todo integrado (Gallo, 1997; Morin, 2000; Correia et al., 2003). Pode-se então pensar que a compartimentalização do ensino não tem auxiliado os estudantes na compreensão de assuntos e fenômenos em sua totalidade. Percebe-se, no entanto, a necessidade de um diálogo entre as disciplinas curriculares para que o entendimento de temas complexos, como a cana-de-açúcar, seja favorecido.

Assim, uma oficina interdisciplinar foi realizada abordando aspectos químicos e históricos da cana-de-açúcar no Brasil. Neste artigo, apresentamos a aplicação e os resultados dessa oficina em relação à aprendizagem dos estudantes nesse contexto.

A química e a história da cana-de-açúcar no Brasil

A história da cana-de-açúcar e a sua ligação com o trabalho escravo nos remetem a meados do século XIV,

mais especificamente na ilha do Chipre (localizada no Mar Mediterrâneo ao sul da Turquia), em Creta (Grécia) e no norte da África. Nessas localidades, a economia era baseada na produção açucareira. Essa atividade era caracterizada pelo trabalho escravo e forçado em propriedades relativamente extensas, com um comércio de longo alcance e bem desenvolvido. Esse modelo influenciou a introdução e comercialização do açúcar em Portugal, que posteriormente transferiu seus métodos comerciais e técnicas tradicionais para o Brasil Colônia (Schwartz, 1988).

A entrada do açúcar no sul da Península Ibérica estimulou o ressurgimento da escravidão, sendo que, na década de 1440, começou a produzir seu impacto na economia de Portugal. Isso ocorreu devido à expansão portuguesa pela costa ocidental da África à procura de ouro e especiarias, originando o tráfico de escravos africanos.

Para romper com o monopólio da produção de açúcar exercido pelo Oriente Médio, os portugueses encontraram no Brasil Colônia uma alternativa para ingressarem definitivamente nesse mercado e estimularem seu crescimento econômico. O clima tropical e as boas condições do solo pareciam ideais para o cultivo da cana-de-açúcar, planta originária do Pacífico Sul e da Índia, que é conhecida cientificamente por *Saccharum officinarum* (Le Couteur e Burreson, 2006). Essa planta é a matéria-prima da sacarose, comumente conhecida como açúcar comum, substância classificada como carboidrato, que é constituída por duas unidades de monossacarídeos diferentes. A partir da união de uma molécula de β -frutose (1a) com uma de α -glicose (1b), ocorre a formação da sacarose (1c) e água, conforme Figura 1.

A produção açucareira no Brasil se estabeleceu nas décadas de 1530 e 1540 e tinha como características, segundo Schwartz (1988, p. 36), “engenhos pequenos, sendo a maioria do tipo trapiche, movidos por cavalos ou bois e, alguns usavam força hidráulica”. Em relação à mão-de-obra, o cultivo da cana-de-açúcar iniciou-se com o uso extensivo de trabalhadores indígenas, população nativa do Novo Mundo. Entretanto, devido à grande demanda de trabalho exigido na lavoura açucareira, consequência da expansão das terras cultivadas, houve uma transição para o trabalho africano,

A entrada do açúcar no sul da Península Ibérica estimulou o ressurgimento da escravidão, sendo que, na década de 1440, começou a produzir seu impacto na economia de Portugal. Isso ocorreu devido à expansão portuguesa pela costa ocidental da África à procura de ouro e especiarias, originando o tráfico de escravos africanos.

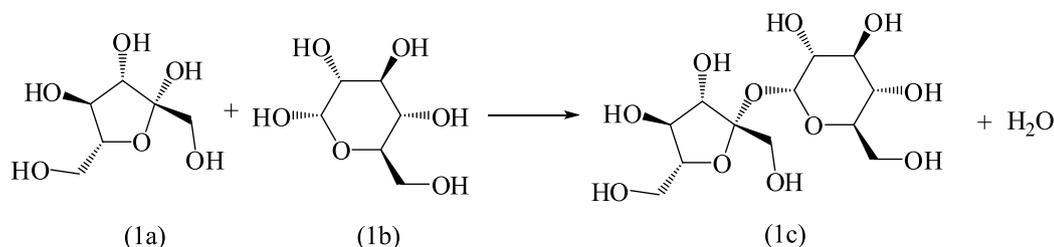


Figura 1: Reação de formação da sacarose.

que dependeu parcialmente da percepção dos colonizadores quanto às habilidades relativas de africanos e indígenas. Sendo assim, milhares de africanos foram trazidos para o Brasil Colônia, devido à necessidade de uma mão-de-obra mais especializada, já que possuíam uma larga experiência com a atividade açucareira na Península Ibérica. Dessa forma, o açúcar se manteve como uma importante atividade econômica no Brasil Colônia, que foi uma sociedade escravista não simplesmente pelo trabalho forçado, mas também pelas suas distinções jurídicas entre escravos e livres, baseada nos princípios hierárquicos e na raça.

A produção de açúcar necessita de técnicas e cuidados durante todas suas etapas: desde a plantação, o cultivo, a colheita, até o refinamento. Nesse sentido, é importante ressaltar que a principal mão-de-obra dos engenhos era escrava, mas havia trabalhadores especializados e remunerados que supervisionavam todas as etapas desse processo (Silva, 2010). A partir do caldo da cana, além do açúcar, pode ser obtido o etanol por meio de um processo químico conhecido como fermentação alcoólica. A Figura 2 apresenta um esquema das principais etapas para a obtenção do açúcar e do álcool a partir da cana-de-açúcar.

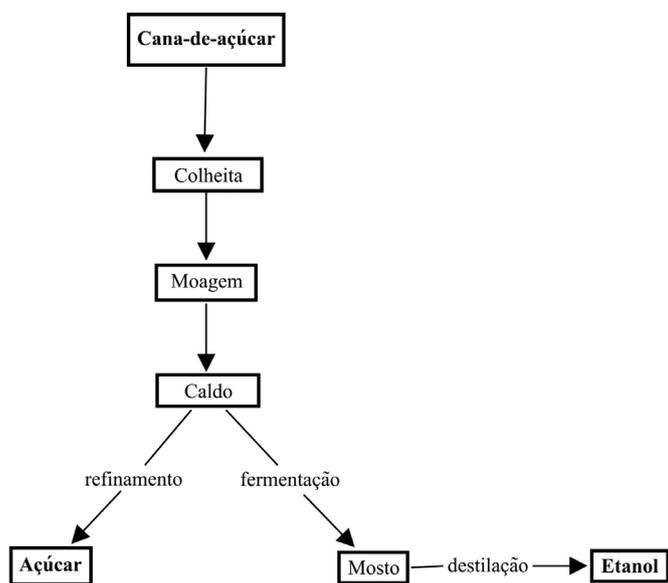


Figura 2: Etapas da produção do açúcar e do etanol.

A fermentação alcoólica do caldo da cana-de-açúcar ocorre devido à presença de micro-organismos como os da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, levedura popularmente conhecida como fermento de pão. A sacarose presente no caldo da cana é convertida em glicose e frutose pela enzima invertase das leveduras e, posteriormente, transformadas em etanol e dióxido de carbono (Ferreira e Montes, 1999; Rodrigues et al., 2000; Pinheiro et al., 2003), conforme representado na Figura 3.

Após a fermentação, a próxima etapa da obtenção do etanol é a destilação. Esse método pode ser utilizado para separar misturas homogêneas de líquidos com diferentes pontos de ebulição. Existem dois tipos de destilação que

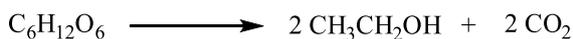
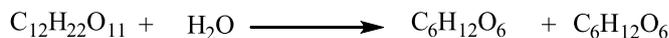


Figura 3: Reações envolvidas na fermentação alcoólica do caldo da cana.

podem ser utilizadas para a obtenção do etanol: a simples e a fracionada. A simples é feita em aparelhos menos sofisticados como, por exemplo, os alambiques, utilizados na produção de cachaça artesanal. Nesse processo, obtém-se uma mistura aquosa contendo principalmente etanol e outras substâncias em menor quantidade (Silva, 2010). Esse tipo de destilação é utilizado desde a época do Brasil Colônia nas propriedades açucareiras. Já outro tipo de destilação, a fracionada, é realizada com aparelhos mais sofisticados para a obtenção de compostos com alto grau de pureza como, por exemplo, na produção de etanol em escala industrial.

Ainda hoje, a produção da cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas brasileiras. Dependente dessa produção, o setor de álcool combustível é essencial para consolidar a presença brasileira no mercado energético mundial. Apesar de o setor sucroalcooleiro movimentar cerca de R\$ 40 bilhões anuais, esse ainda é um dos que mais emprega a mão-de-obra escrava no Brasil (Goulart e Misoczky, 2010).

Atualmente se observa condições precárias no trabalho empregado na produção da cana-de-açúcar no Brasil, tais como: ausência de equipamentos de proteção no campo, moradias sem higiene, pagamento de salários inferiores ao mínimo, além de transporte para o trabalho sem as mínimas condições de segurança e eventuais mortes por excesso de esforço (Goulart e Misoczky, 2010). Assim, é importante ressaltar que esse tipo de trabalho se diferencia do utilizado no passado quando a escravidão era legal perante a lei.

Aspectos metodológicos

O subprojeto PIBID-Química-UFSM vem desenvolvendo oficinas temáticas em escolas estaduais de Santa Maria, no turno contrário ao das aulas, sendo que os alunos participantes podem ser de todas as séries do ensino médio. Neste trabalho, a divulgação da oficina ocorreu por meio de cartazes (Figura 4) que foram expostos em locais estratégicos da escola, onde havia grande fluxo de alunos. Além disso, foram visitadas as salas de aula de todas as turmas do ensino médio, convidando os estudantes a participarem dessa atividade.

A oficina foi realizada no primeiro semestre de 2011 e contou com a participação de 28 estudantes das três séries do ensino médio. Essa atividade foi desenvolvida no laboratório de ciências da escola, o qual foi decorado de acordo com o tema, utilizando arranjos com pedaços de cana-de-açúcar natural, colhidos em uma região próxima a Santa Maria, galhos e tecidos com o objetivo de caracterizar o ambiente e envolver os participantes com o assunto proposto. Essa oficina foi estruturada nos momentos pedagógicos:



Figura 4: Cartaz de divulgação da oficina.

problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Delizoicov et al., 2009).

Na problematização inicial, foi solicitado aos alunos que respondessem a um questionário diagnóstico (Quadro 1), que teve como objetivo detectar seus conhecimentos prévios em relação a: a) química e a história envolvidas na cana-de-açúcar no Brasil; b) mão-de-obra utilizada nesse processo; c) plantio da cana-de-açúcar com os impactos ambientais, sociais e econômicos no Brasil; e d) trabalho escravo.

Quadro 1: Questionário aplicado na problematização inicial.

Questionário inicial
1) Você acha que existe uma relação entre a química e a história a respeito da cana-de-açúcar?
2) Você sabe qual é a mão-de-obra utilizada na produção do açúcar e do álcool?
3) Você acredita que os processos envolvidos no plantio da cana-de-açúcar têm impacto na natureza? Explique.
4) O que você entende por trabalho escravo?

Ainda nesse momento, após a aplicação do questionário, foi exibido um vídeo¹ editado e produzido pelos bolsistas dos subprojetos do PIBID. Este foi editado por meio da montagem de cenas extraídas de outros vídeos como, por exemplo, do filme *Quanto vale ou é por quilo?*, que faz uma analogia entre a época da escravidão e a atualidade, bem como partes de outros vídeos disponíveis na internet que mostraram os processos químicos envolvidos no processamento da cana-de-açúcar. O objetivo da exibição foi situar os alunos no contexto interdisciplinar da cana-de-açúcar e levantar questões problematizadoras que promoveram o diálogo entre os participantes da oficina e os bolsistas. O vídeo abordou tópicos químicos e históricos da cana-de-açúcar como plantio, colheita, produção de açúcar e álcool, condições de trabalho, consumo e economia do país.

No segundo momento pedagógico, a organização do conhecimento, foram desenvolvidos alguns conceitos científicos necessários para o entendimento do tema. Essa abordagem foi realizada de uma maneira expositiva, havendo sempre um diálogo entre as duas áreas do conhecimento, ou seja, os tópicos foram apresentados de forma alternada entre os bolsistas da Química e o bolsista da História a partir

do tema proposto. Os conteúdos contemplados pela oficina estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Conteúdos e conceitos abordados na oficina.

Disciplina	Conteúdos e conceitos
Química	Separação de misturas (destilação simples e fracionada) Fermentação (produção de álcool e açúcar) Mudança de estado físico da matéria (ebulição do etanol) Bioquímica dos carboidratos (sacarose, glicose e frutose) Funções orgânicas (fórmula molecular e estrutural) Reação de oxidação de alcoóis (teste de Jones)
História	Escravidão ontem e hoje (Brasil colonial e Brasil contemporâneo) Consumismo e o conceito de liberdade Trabalho e economia da cana-de-açúcar

A aplicação do conhecimento ocorreu em três etapas. A primeira, atividade experimental, teve por objetivo destilar o caldo fermentado da cana-de-açúcar e caracterizar a função orgânica álcool presente no destilado. Para a execução desse experimento, foram necessários os seguintes materiais e reagentes:

- Caldo de cana recém-preparado;
- Fermento biológico comercial, utilizado na produção de pães;
- Béquer de 100 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Bastão de vidro;
- Chapa de aquecimento;
- Garras e suporte universal;
- Balão de fundo redondo de 50 mL;
- Balão de fundo redondo de 25 mL;
- Condensador reto com adaptador;
- Sistema para banho de óleo (recipiente de vidro resistente ao aquecimento + óleo);
- Mangueira de látex para entrada e saída de água corrente;
- Termômetro de mercúrio;
- Placas de Petri;
- Pipetas de Pasteur plásticas;
- Álcool etílico comercial;
- Reagente de Jones.

O procedimento experimental desenvolvido com os estudantes consistiu em: fermentação, destilação simples e caracterização do álcool etílico.

Fermentação

Em um béquer de 100 mL, foram adicionados 50 mL do caldo de cana-de-açúcar e ½ tablete de fermento biológico. Em poucos minutos, observou-se a liberação de gás carbônico (CO₂), evidenciando o início da fermentação. Esse processo durou aproximadamente 20 minutos e a mistura resultante é conhecida como mosto.

Destilação simples

Após a fermentação do caldo de cana, foi montado um sistema de destilação simples (Figura 5). Aproximadamente 30 mL do caldo fermentado (mosto) foi transferido para um balão de fundo redondo de 50 mL, acoplando-o ao sistema de destilação. O mosto foi aquecido até atingir aproximadamente a temperatura de ebulição do álcool etílico (78°C). Essa temperatura foi controlada por meio da observação do termômetro do sistema de destilação. A destilação foi cessada quando a temperatura ultrapassou o ponto de ebulição do álcool etílico. Recolheu-se o destilado em um balão de fundo redondo de 25 mL.

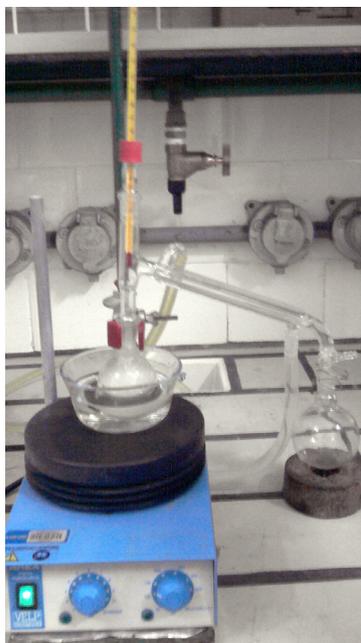


Figura 5: Sistema de destilação simples.

Caracterização do álcool etílico

Com o objetivo de verificar com os estudantes a presença de álcool etílico no destilado obtido a partir do mosto, foi realizado o teste de Jones, que se baseia na oxidação pelo ácido crômico de alcoóis primários e secundários a ácidos carboxílicos e cetonas, respectivamente. Nesse teste, o ensaio positivo consiste no aparecimento de uma suspensão opaca com uma coloração que vai do verde ao azul (Soares et al., 1988; Shriner et. al., 1983). Na Figura 6, está representada a reação de identificação do álcool etílico.

Em uma placa de Petri, foi adicionado 1 mL de álcool etílico comercial e 4-6 gotas da solução de Jones (teste padrão). Em uma segunda placa de Petri, foi adicionado 1 mL do destilado e 4-6 gotas da solução de Jones. A coloração resultante foi comparada com a do teste padrão.

Uma estratégia que pode auxiliar os estudantes na

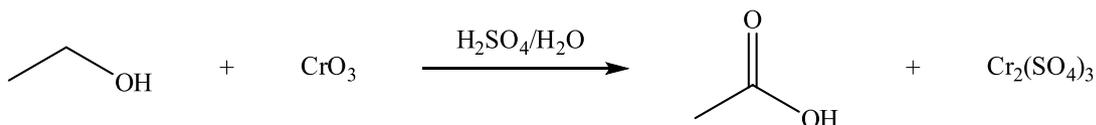


Figura 6: Reação de identificação do álcool etílico – Teste de Jones.

Com o objetivo de verificar com os estudantes a presença de álcool etílico no destilado obtido a partir do mosto, foi realizado o teste de Jones, que se baseia na oxidação pelo ácido crômico de alcoóis primários e secundários a ácidos carboxílicos e cetonas, respectivamente.

visualização dessa reação e diminuir a quantidade de resíduo gerado é a utilização do retroprojetor como bancada de laboratório. Para isso, as colorações resultantes dos testes realizados são projetadas em uma parede branca ou tela, o que também possibilita a realização desse teste para um grande número de alunos (Braibante et al., 2010).

A segunda etapa da aplicação do conhecimento constituiu-se na produção de fanzines e objetivou auxiliar os estudantes na aplicação e integração dos conteúdos de química e história. O fanzine é uma ferramenta para a produção textual que auxilia na troca de ideias e reflexões, promovendo a participação e livre expressão dos estudantes em relação a um determinado assunto (Magalhães, 2005).

Para o desenvolvimento dessa atividade, foram disponibilizados aos estudantes revistas e jornais para recorte, além de figuras e textos impressos de páginas da internet. Os estudantes organizaram-se em grupos para a montagem dos fanzines.

Por fim, na terceira etapa, os participantes responderam a um questionário diagnóstico final, que permitiu analisar a contribuição dessa oficina na sua aprendizagem. As questões foram:

1. Nessa oficina, você conseguiu relacionar a química com a história? Comente.
2. A fermentação faz parte dos processos de produção do álcool. Comente outros processos de fermentação que ocorrem no seu dia a dia.
3. Ser livre é...

Resultados e discussão

A pesquisa desenvolvida é de caráter predominantemente qualitativo e os dados foram obtidos por meio da aplicação de questionários e produção de fanzines. Além disso, a oficina foi filmada na íntegra, o que forneceu mais subsídios para a discussão dos resultados e preservou ao máximo suas características originais. Os dados dessa oficina foram avaliados por meio da Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003) e foram criadas as seguintes categorias:

- Concepções dos estudantes sobre a química e a história da cana-de-açúcar no Brasil;
- Conhecimentos adquiridos durante a oficina;

- Produção de fanzines.

Durante a transcrição de respostas, falas e manifestações, designamos para cada aluno um número aleatório e desfocamos seus nomes nos fanzines produzidos a fim de preservar suas identidades.

Concepções dos estudantes sobre a química e a história da cana-de-açúcar no Brasil

Quando perguntados se conseguiam estabelecer uma relação entre a química e a história da cana-de-açúcar no Brasil (questão 1 do Quadro 1), 18 estudantes (64% dos participantes da oficina) responderam que sim. Algumas respostas foram:

Estudante 2: *Sim, porque a história conta como surgiu a cana-de-açúcar e a química mostra como é processada.*

Estudante 10: *Sim, a cana tem uma história muito extensa no Brasil, e também está relacionada à química, por se fazer álcool e o álcool é produzido pela química.*

Estudante 20: *Sim, pelos processos químicos que a cana-de-açúcar passa e a sua importância no passado do Brasil.*

Apesar de uma parte da turma apresentar dificuldades na elaboração das respostas, constatamos que alguns estudantes conseguiram relacionar essas duas áreas do conhecimento com o tema proposto. Entretanto, nenhum estudante mencionou explicitamente em seus relatos a relação entre a produção da cana-de-açúcar e seus derivados com o trabalho escravo.

Em relação à mão-de-obra e aos impactos na natureza ocasionados pelo plantio da cana-de-açúcar (questões 2 e 3 do Quadro 1), alguns relatos foram:

Estudante 5: *A principal mão-de-obra utilizada no plantio da cana-de-açúcar é a humana, não são máquinas nem indústrias. Um dos maiores impactos é o uso de agrotóxicos nas plantações de cana, prejudicando a terra.*

Estudante 15: *A cana-de-açúcar é plantada pelos agricultores, o que gera muito emprego, principalmente em outras regiões. Acredito que cause muitos problemas para o meio ambiente, um deles deve ser o desmatamento.*

A questão 4 (Quadro 1), *O que você entende por trabalho escravo?*, teve por objetivo detectar as concepções dos estudantes sobre esse assunto. Dos participantes da oficina, 8 alunos não responderam a essa pergunta, contudo, a maioria estabeleceu uma conexão com o conceito de escravidão apresentado pelos livros didáticos do ensino médio e geralmente trabalhado em sala de aula. Algumas respostas dos estudantes foram:

Estudante 9: *Entendo que é o abuso de trabalhadores negros, que são obrigados a trabalhar e se não trabalham direito são chicoteados no tronco.*

Estudante 18: *Um ambiente sem liberdade.*

Estudante 19: *O trabalho que é involuntário, não*

remunerado, sem direitos e com muitas consequências caso não seja feito.

Estudante 22: *Trabalho escravo é quando a pessoa trabalha muito e ganha pouco ou nada.*

Ao analisarmos as respostas do questionário inicial, constatamos que, de uma forma geral, os conteúdos tanto de química quanto de história, abordados na oficina, não eram totalmente desconhecidos pelos estudantes, o que facilitou a discussão sobre o tema.

Conhecimentos adquiridos durante a oficina

A comparação dos resultados dos questionários inicial

e final nos permitiu constatar uma evolução na elaboração das respostas dos estudantes, pois estes utilizaram os conhecimentos científicos, relacionando com o tema e integrando as duas áreas do conhecimento. Quando questionados, após a oficina, se conseguiram relacionar a química com a história da cana-de-açúcar, todos os alunos afirmaram que sim. Algumas respostas foram:

Estudante 8: *Sim, porque muitas pessoas trabalharam ou trabalham em condições precárias na plantação da cana-de-açúcar, e dela vem o açúcar, um tipo de carboidrato, que faz parte dos nossos alimentos.*

Estudante 16: *Sim, pois percebi que a cana-de-açúcar está relacionada com o trabalho escravo desde o Brasil colonial até os dias atuais. A partir da cana pode ser obtido o açúcar e o álcool, através da fermentação e destilação. Gostei muito de ter visto esses processos na prática, pois é mais fácil aprender assim.*

Nos relatos dos estudantes, observamos que a abordagem interdisciplinar contribuiu para o estabelecimento de uma conexão entre os conceitos químicos e históricos, principalmente nas etapas envolvidas na obtenção do açúcar e do álcool, desde a mão-de-obra utilizada no plantio até os processos químicos envolvidos na sua fabricação. Além disso, vários estudantes atribuíram à atividade experimental um papel facilitador para a sua aprendizagem como, por exemplo, no depoimento do estudante 16. Os resultados dessa análise corroboram com as ideias de Silva et al. (2010) que afirmam que, desde o século XVIII, a experimentação é reconhecida como uma ferramenta facilitadora no ensino de ciências, pois auxilia na articulação entre fenômenos e teorias.

Em relação a outros exemplos de processos de fermentação presentes no cotidiano, alguns alunos citaram a “*fabricação do vinho e de outras bebidas alcoólicas*” (estudante 5), “*preparação do pão*” (estudante 22) e “*produção do queijo e iogurte*” (estudante 24). É importante ressaltar que os exemplos citados pelos estudantes estabeleceram relações com aspectos previamente conhecidos, demonstrando que os conhecimentos adquiridos nessa oficina foram aplicados às situações já vivenciadas por eles.

Apesar de uma parte da turma apresentar dificuldades na elaboração das respostas, constatamos que alguns estudantes conseguiram relacionar essas duas áreas do conhecimento com o tema proposto. Entretanto, nenhum estudante mencionou explicitamente em seus relatos a relação entre a produção da cana-de-açúcar e seus derivados com o trabalho escravo.

Considerando as concepções dos estudantes sobre o trabalho escravo e partindo da abordagem desse assunto na oficina, solicitamos que expressassem suas ideias a respeito do que é ser livre. Analisando suas produções, alguns associaram a liberdade à independência e ao direito de expressar suas ideias. Para outros, ser livre é “ter direito de escolhas” (estudante 5), “ter o direito de ir e vir” (estudante 15) e “não ter que trabalhar por obrigação” (estudante 12). As respostas formuladas após a atividade indicam que os estudantes compreenderam o conceito de escravidão desenvolvido por essa oficina. Dessa forma, para os estudantes, o trabalho escravo não é simplesmente composto por negros, que eram chicoteados no tronco, e sim por pessoas que são exploradas em seus ambientes de trabalho e com baixa ou nenhuma remuneração.

Produção de fanzines

A produção de fanzines promoveu a integração entre a química e a história. Durante a elaboração desse material, os estudantes discutiram em grupos fatos e dados históricos, bem como a composição e os processos químicos relacionados com a cana-de-açúcar. Essa atividade auxiliou na aplicação dos conceitos e na organização de suas ideias por meio da

Considerando as concepções dos estudantes sobre o trabalho escravo e partindo da abordagem desse assunto na oficina, solicitamos que expressassem suas ideias a respeito do que é ser livre. Analisando suas produções, alguns associaram a liberdade à independência e ao direito de expressar suas ideias.

estruturação do fanzine pela elaboração de frases e utilização de imagens e textos disponibilizados, o que favoreceu a aprendizagem interdisciplinar e o trabalho em grupo. Alguns fanzines produzidos na oficina estão ilustrados na Figura 7.

Considerações finais

As práticas interdisciplinares ainda não são uma realidade na maioria das escolas de educação básica, apesar de serem recomendadas nos documentos que orientam a estruturação curricular. Esse tipo de atividade necessita de um planejamento adequado e da interação entre diferentes campos do conhecimento. Para isso, os professores devem estar dispostos a dialogarem entre si, utilizando sua formação específica a fim de encontrar uma maneira de interagir com as diversas áreas, além de disponibilizarem um tempo necessário para a aceitação de suas diferenças.

Dentro dessa perspectiva, acreditamos que a oficina *A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico* contribuiu para a interação e para o trabalho conjunto dos subprojetos PIBID-Química/História da UFSM. Nessa abordagem interdisciplinar, foram desenvolvidas atividades que proporcionaram a integração dos conteúdos dessas duas áreas e auxiliaram na compreensão do tema de forma integrada. Essa constatação ficou evidenciada pela participação ativa dos estudantes em todas as atividades propostas (discussão, experimentação e produção de fanzines) e pela elaboração das respostas baseadas nos conhecimentos abordados durante a oficina. Além disso, as atividades desenvolvidas possibilitaram o protagonismo dos estudantes na construção do seu conhecimento, bem como favoreceram a articulação entre os conteúdos de química e história, vinculados à realidade social e econômica.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, acreditamos ter contribuído de forma significativa para uma prática de ensino interdisciplinar e esperamos que este incentive novas propostas dessa natureza.

Nota

1. O vídeo exibido na problematização inicial está disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=wQNNxX0tebg>>.

Agradecimentos

Ao Colégio Estadual Pe. Rômulo Zanchi e à professora Marilaine Köhler Borin (supervisora do subprojeto Química PIBID-UFSM), pelo auxílio na realização da oficina. À CAPES, pelo auxílio financeiro, e aos subprojetos PIBID-Química/História da UFSM.

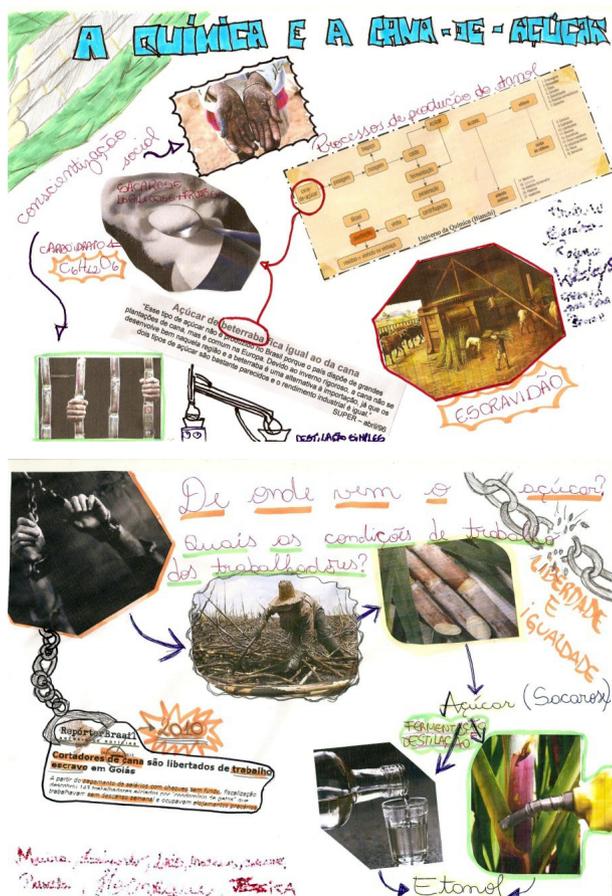


Figura 7: Fanzines produzidos pelos estudantes.

Mara Elisa Fortes Braibante (maraefb@gmail.com), formada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutora em Ciências (Química Orgânica) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professora do Departamento de Química da UFSM e coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) subprojeto Química - UFSM. Santa Maria, RS – BR. **Maurícius Selvero Pazinato** (mauriciuspazinato@gmail.com), formado em Química Licenciatura (UFSM), é mestre e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFSM. Santa Maria, RS – BR. **Thaís Rios da Rocha** (thaisufsm@gmail.com), formada em Química Licenciatura e mestranda do Programa de Pós-Graduação

em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFSM, participou do PIBID/Química-UFSM durante o período de 2009 a 2011. Santa Maria, RS – BR. **Leandro da Silva Friedrich** (leandrofri@gmail.com), formado em Química Licenciatura (UFSM) e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFSM, participou do PIBID/Química-UFSM durante o período de 2009 a 2011. Santa Maria, RS – BR. **Flávio Correia Nardy** (mautogrosso55@gmail.com), formado em História Licenciatura com apostilamento em Bacharelado pela UFSM, mestrando do Programa de Pós-Graduação em História, Poder e Cultura da UFSM, participou do PIBID/História-UFSM durante o período de 2010 a 2011. Santa Maria, RS – BR.

Referências

ARAÚJO, U.F. *Temas transversais e a estratégia de projetos*. São Paulo: Moderna, 2003.

BRAIBANTE, H.T.S.; BRAIBANTE, M.E.F.; TREVISAN, M.C. e PAZINATO, M.S. *Retroprojeto como bancada de laboratório de Química*. Santa Maria: Palotti, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. v. 2. Brasília, 2006.

CORREIA, P.R.M.; DAZZANI, M.; MARCONDES, M.E.R. e TORRES, B.B. A bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 19-23, 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. e PERNAMBUCO, M.M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FAZENDA, I.C.A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1992.

FERREIRA, E.C. e MONTES, R. A química da produção de bebidas alcoólicas. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 50-51, 1999.

GALLO, S. Conhecimento, transversalidade e educação: para além da interdisciplinaridade. *Impulso: Revista de Ciências Sociais e Humanas*. Piracicaba: Ed. UNIMEP, v. 10, n. 21, 1997.

GOULART, S. e MISOCZKY, M.C. *A produção de álcool combustível no Brasil: reorganização do capital e superexploração do trabalho ou vamos nos jogar onde já caímos... tudo novo de novo...* In: MISOCZKY, M.C.; FLORES, R.K. e MORAES, J. (Orgs.). *Organização e práxis libertadora*. Porto Alegre: Dacasa, 2010, p. 185-208.

JAPIASSÚ, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LE COUTEUR, P. e BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Trad. M.L.X.A. Borges.

Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LÜCK, H. *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 1994.

MAGALHÃES, H. *A mutação radical dos fanzines*. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2005.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2000.

PINHEIRO, P.C.; LEAL, M.C. e ARAÚJO, D.A. de. Origem, produção e composição química da cachaça. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 3-8, 2003.

RODRIGUES, J.R.; AGUIAR, M.R.M.P.; SANTA MARIA, L.C. de e SANTOS, Z.A.M. Uma abordagem alternativa para o ensino da função álcool. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 20-23, 2000.

SCHWARTZ, S.B. *Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial*. Trad. L. T. Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SHRINER, R.L.; FUSON, R.C.; CURTIN, D.Y. e MORRILL, T. C. *Identificação sistemática dos compostos orgânicos*. Trad. H. Macedo. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

SILVA, R.O. Cana de mel, sabor de fel – Capitania de Pernambuco: uma intervenção pedagógica com caráter multi e interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 90-94, 2010.

SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L. e TUNES, E. *Ensino de química em foco: experimentar sem medo de errar*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SOARES, B.G.; SOUZA, N.A. e PIRES, D.X. *Química orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

WEIGERT, C.; VILLANI, A. e FREITAS, D. A interdisciplinaridade e o trabalho coletivo: análise de um planejamento interdisciplinar. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 145-164, 2005.

Abstract: *Sugar cane in Brazil under a Chemical and Historical view: an interdisciplinary approach*. This text presents an interdisciplinary approach that was carried out by the Chemistry and History subprojects of the Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) at the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). This activity was developed in a public school in the city of Santa Maria - RS as a workshop in which the theme "sugar cane in Brazil" was approached. The workshop was structured in the three teaching moments, and the activities proposed enabled the active participation of the students in the construction of their knowledge and the integration between the contents of Chemistry and History. The data of this study obtained through the application of questionnaires and fanzine production were analyzed by categories. The results indicated that this interdisciplinary approach contributed to the comprehension of the theme in an integrated manner and promoted students participation in the proposed activities.

Keywords: Interdisciplinarity, Sugar Cane, PIBID.