

Cana de Mel, Sabor de Fel – Capitania de Pernambuco: Uma Intervenção Pedagógica com Caráter Multi e Interdisciplinar

Ricardo Oliveira Silva

Desenvolvemos uma estratégia para estudar os conceitos de misturas e separação, utilizando um momento histórico importante para a economia e sociedade pernambucana: capitania de Pernambuco. Os alunos fermentaram e destilaram o caldo de cana para obter álcool e cachaça, analisaram as relações sociais e o papel da ciência nessas relações, construindo os conceitos desejados com as discussões em sala.

► Estratégia de ensino, Interdisciplinaridade, Ciência-Tecnologia-Sociedade ◀

Recebido em 27/03/09, aceito em 12/03/10

90

A história da formação do povo brasileiro é riquíssima em termos de diversidade e possibilidades de exploração do conteúdo das mais diferentes áreas do conhecimento. Uma abordagem adequada possibilita desenvolver uma estratégia multidisciplinar de ensino ou mesmo interdisciplinar, que no nosso entendimento é mais relevante e efetivo no processo de ensino-aprendizagem.

Neste trabalho, nós nos propomos a desenvolver uma estratégia de ensino-aprendizagem que aborda o período histórico do Brasil-Colônia, mais especificamente a Capitania de Pernambuco, buscando entender os motivos que promoveram o sucesso dessa capitania sob o aspecto científico-tecnológico, bem como sob o aspecto das relações sociais da época e seus efeitos sobre as que podemos

A história da formação do povo brasileiro é riquíssima em termos de diversidade e possibilidades de exploração do conteúdo das mais diferentes áreas do conhecimento.

observar hoje. O principal objetivo é construir o conceito de interdisciplinaridade, e de que fatos, acontecimentos históricos e desenvolvimento tecnológico, assim como qualquer atividade humana, não podem ser analisados sob um único ponto de vista, mas relacionando todas as áreas do conhecimento.

No desenvolvimento da estratégia de ensino-aprendizagem, consideramos que uma abordagem é multidisciplinar quando há apenas uma justaposição das diferentes disciplinas que podem ser utilizadas para analisar o objeto de estudo do ponto de vista específico de cada área do conhecimento. No caso de uma abordagem interdisciplinar, observa-se um nível de cooperação entre as áreas do conhecimento, de forma que nenhuma é mais importante do que a outra e que cada disciplina sai fortalecida ao final

da abordagem. Ou seja, as diferentes áreas do conhecimento, nesse caso, não são observadas isoladas e independentes, mas se correlacionam e se ajudam, dando sentido mais amplo à análise (Japiassú, 1976).

Assim sendo, considerando o aspecto multidisciplinar, nosso objetivo é trabalhar e construir alguns conceitos importantes, tais como:

1. Mistura e separação de misturas – processo de produção de açúcar, cachaça e álcool;
2. Uma suposta característica de feudo das capitanias com as relações de trabalho baseadas no sistema escravocrata, mas salientando que haviam trabalhadores qualificados e remunerados, e que a produção de açúcar era destinada a atender as necessidades de uma sociedade tipicamente capitalista (Prado Jr., 1933);
3. O papel dos microorganismos na produção do álcool e da cachaça;
4. Os aspectos geográficos que determinam uma produção economicamente mais efetiva de cana-de-açúcar no estado de

A seção "Relatos de sala de aula" socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

São Paulo, tornando-o o maior produtor do país, enquanto que Pernambuco e outros estados do Nordeste, pioneiros nessa cultura, não conseguem o mesmo nível de produção.

Do ponto de vista interdisciplinar, buscamos entender como o conhecimento científico e tecnológico influenciou as relações sociais; comparamos o modo de produção implantado nos engenhos no século XVII com o sistematizado no século XIX por meio da Revolução Industrial na Europa, explorando e desenvolvendo, na estrutura cognitiva dos alunos, a ideia de que as áreas do conhecimento não estão isoladas, mas sobrepostas, interagindo uma com as outras, conforme representação esquemática da Figura 1.

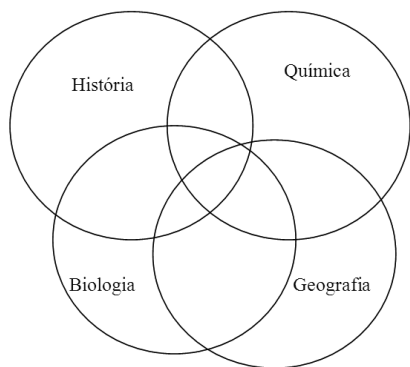


Figura 1: Representação esquemática de como as áreas do conhecimento relacionam-se com o objeto de estudo.

Tabela 1: Conceitos e conteúdos trabalhados, por área do conhecimento, com a estratégia de ensino desenvolvida.

| Disciplina | Conceitos e conteúdos trabalhados |
|------------|--|
| Química | Misturas |
| | Separação de misturas (destilação simples, destilação fracionada e cristalização) |
| | Mistura azeotrópica |
| | Fermentação (produção de álcool e cachaça) |
| História | Capitanias hereditárias |
| | Feudalismo no Brasil? Mão de obra escrava e o modo de produção capitalista |
| | O papel da tecnologia para produção de açúcar e o sucesso econômico da Capitania de Pernambuco |
| Biologia | Biotecnologia – o papel dos microorganismos no processo de fermentação |
| | Fermentação anaeróbica e aeróbica (semelhanças e diferenças) |
| Geografia | Importância do clima e do relevo para a produção da cana-de-açúcar |
| | Condições tecnológicas e geográficas na produção atual de cana-de-açúcar |

A Figura 1 poderia incluir outras áreas do conhecimento como a Economia e a Física, com o sistema de roldanas desenvolvido para extrair o caldo de cana, por exemplo.

Além disso, desenvolvemos uma estratégia de ensino-aprendizagem que considera esses aspectos multi e interdisciplinar, buscando explorar as concepções alternativas dos alunos e visando construir os conceitos científicos adotados nos dias atuais. A Tabela 1 apresenta alguns dos conceitos e conteúdos que são explorados e discutidos, utilizando a estratégia de ensino proposta.

Outro aspecto abordado pela estratégia de ensino-aprendizagem proposta é a ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade. Tratamos uma série de conteúdos científicos partindo do contexto social dos alunos (Santos e Mortimer, 2000). Além do álcool combustível, da aguardente e do açúcar, em Pernambuco, é muito comum o consumo de caldo de cana e/ou encontrar esse produto nas feiras livres. A temática poderia ser encaminhada, por exemplo, para discutir o problema de saúde que é o alcoolismo.

Estratégia de ensino-aprendizagem

Caracterização da turma

A estratégia de ensino-aprendizagem foi experimentada numa

turma do terceiro módulo do Projeto Travessia – Programa de Aceleração de Estudos, adotado na Rede Estadual de Ensino de Pernambuco, com o objetivo de reduzir a distorção idade/série nos alunos de ensino médio da rede estadual. A turma é formada por 22 (vinte e dois) alunos com idades entre 19 (dezenove) e 53 (cinquenta e três) anos. O projeto Travessia é desenvolvido em quatro módulos com duração total de 18 meses, enquanto que no sistema regular de escolarização, o Ensino Médio tem duração de três anos. Em cada módulo, são trabalhadas as disciplinas que integram o ensino médio, sendo que, no primeiro módulo, trabalham-se as de Português, Biologia e Filosofia; no segundo, as trabalhadas são Matemática, Inglês e Música; no terceiro, tem-se Química, Geografia, Sociologia e Teatro; e no quarto, trabalham-se as de Física, História e Artes. Em cada turma, há dois professores, sendo um com formação acadêmica na área de ciências humanas e o outro, em ciências exatas ou da natureza.

Os registros das experiências vividas em sala de aula são documentados por meio de memorial produzido pelos professores e alunos, além do registro formal nos diários de classe.

Problemática

Para introduzir o tema, utilizamos um texto que apresenta algumas curiosidades sobre a cachaça, mais especificamente sobre a origem dos nomes “pinga” e “aguardente”, mas que faz menção às relações sociais vigentes à época. Esse texto é uma história que foi contada no Museu do Homem do Nordeste, localizado no Recife:

No Brasil, para ter melado de cana, os escravos colocavam o caldo da cana-de-açúcar em um tacho e levavam ao fogo. Não podiam parar de mexer até que uma consistência cremosa surgisse.

Porém um dia, cansados de tanto mexer e com serviços ainda por terminar, os escravos simplesmente pararam e o melado desandou! O que fazer

agora? A saída que encontraram foi guardar o melado longe das vistas do feitor.

No dia seguinte, encontraram o melado azedo (fermentado). Não pensaram duas vezes e misturaram o tal melado azedo com o novo e levaram os dois ao fogo. Resultado: o “azedo” do melado antigo era álcool que aos poucos foi evaporando e se formaram, no teto do engenho, umas goteiras que pingavam constantemente, era a cachaça já formada que pingava (por isso o nome - PINGA).

Quando a pinga batia nas suas costas marcadas com as chibata-das dos feitores ardia muito, por isso deram o nome de “ÁGUA-ARDENTE”.

Caindo em seus rostos e escorrendo até a boca, os escravos perceberam que, com a tal goteira, ficavam alegres e com vontade de dançar. E sempre que queriam ficar alegres repetiam o processo.

Hoje, como todos sabem, a AGUARDEnte é símbolo nacional!!!

Há de ser feita uma consideração importante sobre o texto, do ponto de vista técnico, considerando o caráter poético deste. A expressão “o melado desandou” não é a mais adequada, haja vista que o verbo desandar normalmente é utilizado quando há uma quebra de emulsão lipídica, por exemplo. O que não acontece com o melaço. Nesse caso, ocorre uma fermentação promovida por microorganismos e, portanto, “azedando-o”.

Na sequência, exibimos o filme *Cana de Mel, Preço de Fel*, produzido pela TV ESCOLA (Brasil, 2008) e que inspira o título do nosso trabalho. Realizamos a leitura de imagem do filme, buscando enfatizar os aspectos de ambientação (cenário), relações

sociais e trabalhistas (senhor de engenho, escravos, feitor, trabalhadores especializados), linha de produção do açúcar e construir um juízo de valor a partir da discussão.

Durante o planejamento da intervenção pedagógica, produzimos dois textos para fomentar a discussão: *O sucesso econômico da Capitania de Pernambuco* e *A produção de cachaça e de álcool*. Essas produções escritas, apresentadas a seguir, foram distribuídas à turma, que foi organizada em grupos.

1º Texto

O sucesso econômico da Capitania de Pernambuco

Uma economia baseada na monocultura da cana-de-açúcar e o modo de produção empregado

nos engenhos da Capitania de Pernambuco foram as principais características que determinaram o sucesso econômico dessa capitania quando comparadas às outras (Andrade, 2003).

A produção de açúcar é um processo que exige um conhecimento técnico elevado e cuidados que vão desde o momento da plantação, passando por cultivo, colheita, produção do caldo e do açúcar propriamente dito. Qualquer falha numa dessas etapas pode gerar um grande prejuízo. Isso explica, em muito, as relações de trabalho observadas na época. Num primeiro momento, nós poderíamos ser induzidos a pensar que todos os trabalhadores envolvidos na produção de açúcar seriam escravos, o que não corresponde à realidade. Se assim fosse, estes teriam uma poderosa ferramenta nas mãos contra o sistema. Bastava prejudicar irremediavelmente a produção de açúcar que destruiria as finanças do senhor de escravos. Sem o poder econômico, a luta contra a escravidão seria facilitada. Dessa forma, a principal mão de obra dos engenhos era escrava, sem dúvida, mas havia trabalhadores especializados e remunerados que

cuidavam para que todas as etapas do processo ocorressem sem tumulto. Assim, poderíamos imaginar que a capitania funcionava, em termos, de forma semelhante aos feudos (Prado Jr., 1933)¹. Em todo caso, a produção de açúcar, e toda a estrutura econômica que dava suporte a ela, destinava-se a atender às necessidades do mercado e, portanto, estamos tratando de uma sociedade tipicamente capitalista.

Outra questão relevante é que estamos falando do século XVII e de fatos históricos que ocorreram no Brasil, fora do centro do mundo da época, ou seja, o continente europeu. E a análise rigorosa desses fatos mostra que o modo de produção empregado nos engenhos de açúcar da Capitania de Pernambuco se assemelha ao modo de produção empregado no século XIX, na Inglaterra, em plena Revolução Industrial.

Essas duas características são impressionantes, mas nós não podemos nos esquecer que o sucesso econômico dessa capitania aconteceu a custo de muitas vidas e de uma grande demonstração da maldade que um ser humano pode produzir contra outro. Os relatos históricos que se têm da época descrevem uma relação social muito difícil e desfavorável aos negros e indígenas. Considerando-se que a história é escrita pelos vencedores, esses relatos não correspondem à totalidade da brutalidade vivida à época.

Aqui, queremos evidenciar que o desenvolvimento tecnológico e o modo de produção foram fundamentais para o sucesso, mas é preciso destacar também que muito dos problemas que observamos nas relações de trabalhos atuais se originaram naquele período com os empregadores tratando seus empregados como animais e/ou mercadorias.

2º Texto

A produção de cachaça e de álcool

O caldo de cana-de-açúcar é uma mistura rica em açúcar. Para a produção de cachaça ou álcool, é necessário fermentá-lo, ou seja, transformar quimicamente parte do

Desenvolvemos uma estratégia de ensino-aprendizagem que aborda o período histórico do Brasil-Colônia, mais especificamente a Capitania de Pernambuco, buscando entender os motivos que promoveram o sucesso dessa capitania sob o aspecto científico-tecnológico e das relações sociais da época.

açúcar contido na mistura em etanol e outras substâncias de baixa massa molar. Isso é feito por um microorganismo, que é um ser vivo. Assim, esse processo é dito bioquímico, pois ocorre uma transformação química provocada por um sistema vivo.

Normalmente, introduz-se esse microorganismo no caldo e permite-se que ele atue por um determinado tempo. Após esse período, a mistura passa a conter, além de açúcar e água, etanol, metanol, isopropanol, ésteres e outras substâncias (Vicente e cols., 2006). Essa mistura, chamada de mosto, é filtrada e passa por um processo de destilação, que pode ser simples ou fracionada, dependendo se o objetivo é produzir álcool ou cachaça.

O processo de destilação consiste basicamente de aquecer a amostra (mosto filtrado) até que ele entre em ebulição. Os vapores produzidos são direcionados para um condensador (tubo resfriado), no qual esses vapores são transformados em líquido e coletados. Esse líquido coletado, no nosso caso, é chamado de cachaça ou álcool etílico destilado, dependendo do tipo de destilação realizada.

Para a produção de cachaça, é feita uma destilação simples, geralmente num alambique, e obtém-se uma mistura aquosa contendo principalmente etanol e outras substâncias em menor quantidade, mas que são responsáveis pelo odor e sabor da cachaça. Alguns produtores costumam envelhecer sua cachaça em barril de carvalho. Esse procedimento faz com que a cachaça extraia da madeira alguns componentes que mudarão sua apresentação (cor) e sabor, valorizando o produto.

Se o objetivo é produzir etanol com alto grau de pureza, deve-se fazer uma destilação fracionada. Para isso, utiliza-se uma coluna de destilação mais extensa, fazendo com que apenas o etanol seja coletado ao final do processo. A coluna de destilação, no nosso caso, é um

tubo vertical que é colocado antes do condensador.

Então, a produção de cachaça e de álcool são processos bioquímicos, que envolvem a transformação de açúcar em moléculas menores por conta da atuação de um microorganismo. A diferença na obtenção de cachaça ou de álcool está na forma como a mistura produzida pelo microorganismo é destilada.

Após a leitura e discussão, os alunos deveriam responder aos questionamentos que seguem:

1. A partir do que foi visto e discutido até agora, como acontece a produção de açúcar, álcool e cachaça?
2. Será que numa mesma usina é possível produzir açúcar, álcool e cachaça?
3. Você já ouviu a expressão “cana de cabeça” ou “cachaça de cabeça”? O que isso significa?
4. Qual o papel dos escravos e dos trabalhadores remunerados na produção de açúcar? Por que haviam trabalhadores remunerados se o sistema era escravocrata?
5. São Paulo, hoje, é o maior produtor de cana-de-açúcar do país. Você seria capaz de apontar razões para isso, sabendo que os estados do nordeste foram os pioneiros na cultura desse produto no país?
6. Qual o papel dos microorganismos na produção de álcool e cachaça?

Uma abordagem é multidisciplinar quando há apenas uma justaposição das diferentes disciplinas que podem ser utilizadas para analisar o objeto de estudo do ponto de vista específico de cada área do conhecimento.

Concluída a fase de discussão interna, cada grupo expõe o que discutiu e, coletivamente, os conceitos são abordados. Após essa etapa, nós propusemos produzir álcool e cachaça no laboratório da escola. Para isso, explicamos quais etapas estão envolvidas no processo: preparação do caldo de cana; fermentação do caldo e preparação do mosto, utilizando fermento biológico;

destilação simples do mosto para obtenção da cachaça ou destilação fracionada para produção de álcool.

Nessa etapa do trabalho, os alunos têm contato com os materiais de laboratório (béquer, condensador, balão de fundo redondo, chapa aquecedora etc.) que serão utilizados durante a destilação e constroem os conceitos de mistura e separação de mistura. Discutem as razões de obter álcool ou cachaça dependendo da estratégia utilizada, usando uma estratégia pedagógica diferenciada.

Produzindo cachaça e álcool etílico na escola

Os alunos providenciaram o caldo de cana recém-preparado e o fermento biológico. No primeiro dia, foram adicionados 20 g de fermento biológico a 200 mL de caldo-de-cana, que foi mantido em repouso no laboratório por 48 horas, em temperatura ambiente (em torno de 30°C), num recipiente semifechado para impedir que ocorresse um aumento de pressão. Após o processo de fermentação, foram adicionados mais 200 mL de caldo de cana recém-preparado e a mistura foi filtrada. O filtrado foi destilado de duas formas diferentes: para a obtenção de cachaça ou de álcool etílico. Inicialmente foi realizada uma destilação simples para obtenção da cachaça, enquanto que na segunda destilação foi utilizada uma coluna de *Vigreux* para realizar uma destilação fracionada, obtendo assim o álcool etílico.

Materiais e reagentes

- Placa aquecedora;
- Balão de fundo redondo de 50 mL (amostra a ser destilada);
- Balão de fundo redondo de 25 mL (destilado);
- Aparelho para destilação simples (coluna reta, condensador e saída a vácuo);
- Aparelho para destilação fracionada (coluna de *Vigreux*, condensador e saída a vácuo);
- Mangueira de látex para entrada e saída de água corrente;
- Termômetro de mercúrio (-10°C até 110°C);

- Rolha;
- Papel de filtro;
- Funil;
- Erlenmeyer;
- Bastão de vidro;
- Garras e suporte universal;
- Caldo de cana recém-preparado;
- Fermento biológico comercial, utilizado na produção de pães.

Após a realização dos experimentos, a turma foi dividida em grupos para discutir e responder oralmente aos seguintes questionamentos:

1. Qual a diferença entre a cachaça e o álcool?
2. Por que há formação de cachaça em um dos sistemas enquanto que no outro há produção de álcool?
3. Qual o papel do fermento biológico no processo? Seria possível substituí-lo por um fermento químico?
4. Que diferenças você observou com relação à variação de temperatura durante as duas destilações? Explique-as.

Resultados e discussão

Um fato marcante deste trabalho foi a mudança de comportamento dos alunos frente ao conhecimento científico, ou seja, aquele conhecimento produzido nas universidades e nos centros de pesquisa e que, no imaginário estudantil e na prática docente vigente, estão distantes da realidade desses alunos. Assim, a associação Ciência-Sociedade-Tecnologia deu sentido ao estudo de ciências. Os alunos passaram a fazer associações entre as relações sociais vigentes à época, século XVII, com as que temos hoje e concluíram que o conhecimento técnico-científico é uma poderosa arma de inserção e ascensão social, mesmo naquela época, haja vista que

aqueles que dominavam a tecnologia de produção de açúcar recebiam um tratamento diferenciado por parte daqueles que detinham as terras e as armas, sob pena de ter um sério prejuízo econômico. A esse respeito, nós fizemos uma provocação à turma: Se os escravos dominassem todo o processo de produção de açúcar, vocês acham que a história escravocrata do Brasil seria a mesma? Esse questionamento gerou um caloroso debate na turma.

Durante o debate entre os grupos e a apresentação das respostas às perguntas propostas, sobretudo no primeiro questionamento, ficou evidenciado que, de uma maneira geral, os alunos, antes de iniciar o experimento, acreditavam que o álcool já estava presente no caldo de cana. Ao final da intervenção pedagógica, observamos uma evolução com a compreensão do papel dos microorganismos (fermento biológico) atuando na transformação química (fermentação) do açúcar em etanol e em outras substâncias de baixa massa molar. Foi possível trabalhar os conceitos de misturas homogêneas e heterogêneas, bem como os métodos de separação de misturas. A partir da discussão, construímos

Em uma abordagem interdisciplinar, observa-se um nível de cooperação entre as áreas do conhecimento, de forma que nenhuma é mais importante do que a outra e que cada disciplina sai fortalecida ao final da abordagem.

o conceito de mistura azeotrópica e destilação fracionada. Apesar de os alunos não conseguirem mencionar o termo azeotrópico ou destilação fracionada, quando retomamos a discussão, algumas semanas após a intervenção pedagógica, a compreensão dos processos ficou evidente nas falas deles.

Enfim, a estratégia proposta possibilitou a discussão de questões que normalmente não são abordadas em aulas de química, e os conceitos químicos foram introduzidos e verdadeiramente construídos de forma mais significativa para os alunos.

Agradecimento

À professora Lúcia Helena Aguiar Souza (*in memoriam*), ex-professora do Departamento de Química da UFRPE.

Nota

1. Essa é a única semelhança possível com o sistema feudal implantado na Europa, segundo Caio Prado Jr (1933), pois os “donatários” europeus (senhores feudais) já encontraram uma civilização desenvolvida na Europa, enquanto que, no nosso caso, a civilização indígena ainda estava em desenvolvimento.

Ricardo Oliveira Silva (ros@ufpe.br), técnico em Química pela ETEPAM, licenciado em Química pela UFRPE, mestre e doutor em Química pela UFPE, é professor da Escola Estadual de Paulista (Paulista/PE).

Referências

- ANDRADE, M.C. *Economia pernambucana no século XVI*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.
- JAPIASSÚ, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. DVD Escola. TV Escola – História. *Brasil 500 anos: O Brasil-Colônia na TV - Cana de mel*, preço de fel. 2008.
- PRADO JR., C. *Evolução política do Brasil – colônia e império*. 18. ed. São Paulo: Brasiliense, 1933.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, vol. 2, n. 2, 133-162, 2000.

VICENTE, M.D., FIETTO, L.G.; CASTRO, I.D.; SANTOS, A.N.G.; COUTRIM, M.X. e BRANDAO, R.L. Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* strains producing higher levels of flavoring compounds for production of “cachaca” the Brazilian sugarcane spirit. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 1, 51-59, 2006.

Abstract: Honey cane, bitter taste – Pernambuco Captainty: a Multi and Interdisciplinary Pedagogic Intervention. In this paper, we developed a strategy to study the concepts of mixture and separation using an important historic time of pernambucana's economy and society: Pernambuco Captainty. Students did ferment and distill juice cane to obtain ethanol and cachaça, assessment the social relations and sciences' role about these relations, building scientific concepts from debate at classroom.

Keywords: Strategy of teaching-learning, Interdisciplinary, Science-Technology-Society.