

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

ÉDER LUÍS SILVA DA ROSA

**UMA OFICINA TEMÁTICA SOBRE CERVEJA ARTESANAL PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL TÉCNICO**

Porto Alegre, 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

ÉDER LUÍS SILVA DA ROSA

**UMA OFICINA TEMÁTICA SOBRE CERVEJA ARTESANAL PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL TÉCNICO**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Seminários de Estágio” do Curso de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química

Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado
Orientadora

Porto Alegre, 2013

RESUMO

Neste trabalho é feita uma análise do desenvolvimento de uma oficina temática, na qual foram abordados temas relativos à “química da cerveja” para uma turma de curso Técnico em Química. Foi utilizada uma abordagem baseada em oficinas de aprendizagem centrada no trabalho de temas referentes à fermentação e outros aspectos químicos relacionados à cerveja e aos processos que envolvem sua produção. O objetivo foi explorar um assunto alternativo quando comparado aos experimentos usualmente realizados em cursos de nível técnico profissionalizante, além de proporcionar a investigação acerca da viabilidade da aplicação deste tema sob a forma de uma oficina temática. A oficina desenvolveu-se em um total de quatro encontros, nos quais foram abordados os aspectos teóricos, em sala de aula, e realizada, em escala de laboratório, a produção de pequenas quantidades de cerveja artesanal, as quais se diferenciam por suas características finais. Foram utilizados instrumentos de coleta de dados prévios e posteriores à aplicação da proposta, além de anotações no caderno de campo, e os resultados foram avaliados quanto ao aspecto motivador da oficina e ao conhecimento adquirido pelos estudantes em relação aos processos químicos envolvidos na produção da cerveja. Observou-se que o tema foi considerado interessante pelos alunos e que contribuiu para que eles pudessem compreender os conteúdos trabalhados e relacioná-los com aspectos já conhecidos por eles em relação ao tema.

Palavras chave: oficina temática, cerveja artesanal, ensino técnico profissionalizante

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 ENSINO TÉCNICO NO BRASIL	4
2.2 OFICINAS TEMÁTICAS	6
2.3 ABORDAGEM TEMÁTICA	10
3 METODOLOGIA	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 AULA PRÁTICA	15
4.2 AVALIAÇÃO ESCRITA	15
4.3 ANÁLISE GERAL DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES	21
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICES	29

1 INTRODUÇÃO

Contextualizando a história da humanidade e constituindo uma tradição milenar, a cerveja vai muito além da bebida alcoólica famosa encontrada nos bares e supermercados. Seu processo de fabricação remonta à própria história da humanidade, influenciando seu contexto e sendo influenciada por sua cultura. Entretanto, no contexto histórico nacional, a cerveja não alcança tanto valor cultural, além daquele divulgado midiaticamente como motivo para festas e diversão. O estudo sobre seus princípios de fabricação, sua cultura e apreciação gastronômica limita-se a uma pequena parcela da população nacional, composta principalmente por entusiastas e pessoas ligadas profissionalmente ao ramo de bebidas. Considerando seu valor histórico e sua pouca difusão na literatura nacional, seria interessante cada vez mais essa incorporação da cerveja no meio científico e cultural do país. Paralelo a isso há de se evidenciar sua influência na história da humanidade e sua participação no processo de evolução da ciência e como forma de valorização da ciência como cultura. Sob a perspectiva da cerveja como tema gerador no ensino de química – e por que não de ciências? – aparecem temas como fermentação, composição da cerveja e demais transformações químicas e físicas que ocorrem na produção desta bebida. Averiguar a compreensão das transformações envolvidas na fabricação de cerveja pode ser uma alternativa não só para o ensino de química, mas para outras disciplinas como biologia, física, ou até mesmo disciplinas da área humanística, como sociologia, ao abordar questões relativas ao seu consumo excessivo e o comportamento humano, por exemplo. Voltando à perspectiva de química, a abordagem desta disciplina sobre a química da cerveja nos aponta para o estudo da composição dos ingredientes e do produto final; dos constituintes formados no seu processo das transformações e dos processos envolvidos na sua produção; das condições de temperatura, pressão e concentração necessárias em diversas etapas do processo. Nesse contexto, é na etapa de fermentação da cerveja em que vamos nos concentrar para o surgimento de mais questionamentos sobre esses assuntos.

Uma forma que poderia viabilizar essa proposta seria a utilização de um estudo focado na experimentação como meio de estimular o conhecimento

a respeito do tema. Dentro dessa ideia, a utilização de oficinas temáticas aparece como uma alternativa, pois possibilita, além da prática experimental, o contato com diversos processos envolvidos na produção de cerveja, contextualizando a parte química a partir de um tema que permite articular as diversas transformações envolvidas. Além disso, como forma de contextualização, é preciso levar em conta a incorporação da ciência no cotidiano do aluno, e a escolha do tema deve ser essencial, e neste caso o tema Cerveja Artesanal parece oportuno, pois é um assunto atual e cada vez mais popular.

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver o tema Cerveja Artesanal, por meio de oficina temática, com uma turma de curso técnico profissionalizante de Química. Buscou-se verificar de que forma a introdução deste tema contribuiu para motivar os estudantes e se a estratégia adotada propiciou a compreensão dos conceitos trabalhados. A escolha pelo nível técnico primeiramente se deu por este ser um tema que pode ser motivador na escolha profissional do aluno, abrindo caminho para carreiras nesta área, podendo ser proveitoso para uma futura atuação profissional destes alunos. Por se tratar de um tema que envolve conceitos de diversas áreas da ciência, há a possibilidade de se articular com outras práticas profissionais que não apenas a da produção de bebidas como, por exemplo, a área de alimentos de uma forma geral, pois possuem muitos princípios de química e bioquímica que fazem parte de ambas.

Além disso, essa multiplicidade de conceitos envolvidos pode servir como elemento motivador de duas formas: dentro das disciplinas do curso, podendo ser adequada aos planos de ensino dessas disciplinas, assim como ocorreu na disciplina de Processos Industriais, na qual o trabalho foi desenvolvido; integrando diferentes disciplinas, pois possibilita articulação entre diferentes assuntos, viabilizando o trabalho conjunto baseado em um tema central, neste caso, sobre produção de cerveja.

Assim, neste trabalho são feitas, inicialmente, algumas considerações sobre o Ensino Técnico no Brasil e a respeito do uso de oficinas temáticas, bem como sobre a abordagem temática adotada. Descreve-se a metodologia da pesquisa e apresenta-se, nos apêndices, o material utilizado para a realização da oficina. Os resultados obtidos são discutidos de acordo com uma

abordagem qualitativa sendo feita uma análise de todas as respostas das questões da avaliação escrita, dos relatórios da atividade experimental, bem como uma análise geral do desempenho de cada aluno, levando em conta dados coletados no questionário prévio e anotações feitas no diário de classe do professor-pesquisador.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A mídia tem noticiado informações sobre um dos segmentos do setor de bebidas, o das cervejas especiais, que mais têm apresentado expansão no mercado, desencadeada pelo crescimento econômico do Brasil. A evolução da demanda, proporcional ao desempenho da economia, vem contribuindo para o surgimento de um novo mercado. Dentro desse cenário, um dos setores que tem se destacado são as microcervejarias artesanais, beneficiadas com a expansão da renda da população brasileira. A julgar pelo que mostra um estudo publicado no jornal O Estado de São Paulo (CUNHA, 2012), a partir de levantamento realizado com fabricantes, entidades de classe, analistas e profissionais ligados ao segmento cervejeiro, o consumo de cerveja tende a aumentar nos próximos anos.

Esse paradigma estimula a geração de novos desafios para diferentes áreas, além do comércio e indústria, como a educação profissional. O impulso neste setor, dado pelo desenvolvimento econômico no país, e a busca por novos profissionais, com competência para lidar com este novo mercado, geram uma reflexão, a partir da qual a geração de efeitos no setor de educação profissional é uma tendência. Por isso, as escolas que têm por objetivo a qualificação profissional devem buscar constantemente a atualização de seu currículo e mais especificamente a flexibilidade no que se refere aos temas a serem abordados, visando atender às novas exigências do mercado.

2.1 ENSINO TÉCNICO NO BRASIL

O ensino técnico no Brasil tem suas raízes na Rede Federal Profissional e Tecnológica, criada em 1909, na gestão do então presidente Nilo Peçanha. Foram abertas quase duas dezenas de escolas técnicas, na época chamadas de escolas de Aprendizes Artífices, regulamentadas naquela época pelos Ministérios dos Negócios, da Agricultura, Indústria e Comércio. Foi na década de 1940 que o ensino técnico foi reformulado, passando então a ser considerado como um ensino profissional de nível médio. As escolas, então, passaram a ser consideradas escolas industriais e técnicas. No governo de Juscelino Kubitschek essas escolas ganharam autonomia de gestão e didática,

como autarquias, sendo batizadas de Escolas Técnicas Federais. Na década de 1970 ocorreram novas transformações, sendo todo o ensino médio considerado técnico-profissional, sistema que permaneceu até meados da década de 1990. Em 1996, ano da terceira LDB, é apontada a desvinculação entre o ensino básico e ensino profissional (BRASIL, 2009).

Mas foi em 2008 que a educação profissional e tecnológica efetivamente passou a fazer parte da Lei nº 9.394/96, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), correspondendo às inovações trazidas pelo Plano de Desenvolvimento da Educação. Com a Lei nº 11.741, de 2008 (BRASIL, 2008), a educação profissional passou a fazer parte da LDB, integrando-se em diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, além de dispor sobre os tipos de educação profissional e tecnológica, seja de qualificação profissional, técnica de nível médio, tecnológica, graduação, etc. Além disso, prevê que o nível médio prepare o aluno para o exercício de profissões técnicas.

O ensino profissional no Brasil é classificado pela legislação em vigor (BRASIL, 2008) da seguinte forma:

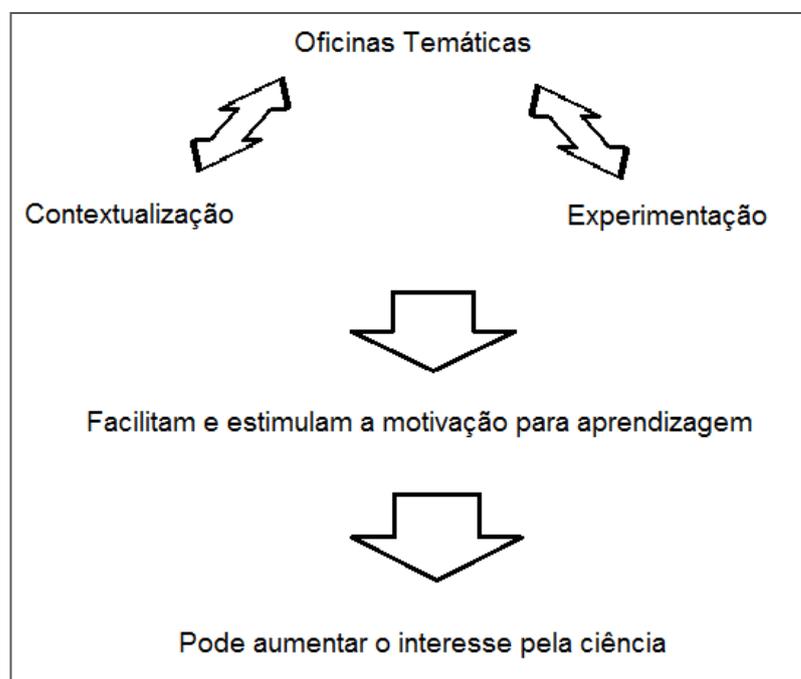
- Básico: educação não formal, proporcionando qualificação ao trabalhador, independente de sua escolaridade prévia, porém compatível com seu grau de escolaridade e complexidade tecnológica de seu trabalho.
- Técnico: ensino profissionalizante de nível médio, para jovens e adultos que estejam cursando ou tenham concluído o ensino médio.
- Tecnológico: refere-se à formação superior, tanto em nível de graduação quanto de pós-graduação.

Assim sendo, este trabalho, tal como foi aplicado em uma turma de educação profissional de nível médio, poderia ser aplicado tanto em um curso de qualificação como num curso tecnológico de nível superior, adequando-se seu conteúdo ao grau de complexidade e especificidade do curso.

2.2 OFICINAS TEMÁTICAS

Em diversos campos de aplicação e independente das condições do aluno, a oficina pedagógica se apresenta como um espaço de aprendizagem estruturado onde os conhecimentos práticos e teóricos são tratados de forma inter-relacionada. Neste sentido, essa metodologia procura envolver os alunos num processo dinâmico e interativo de construção de seu conhecimento e de exercício de raciocínio que possa contribuir para tomadas de decisões. Apoiadas no uso de atividades experimentais, essas oficinas procuram se fundamentar em determinado tema de relevância social, explorando conhecimentos químicos e estreitando as relações com suas aplicações e implicações sociais (MARCONDES, 2008). Porém, apesar de estar baseada em atividades práticas, a oficina pedagógica não se limita a apenas isso, possuindo uma série de inter-relações na sua estrutura, como assim mostra a Figura 1.

Figura 1 – Oficinas temáticas e aprendizagem.



Fonte: MARCONDES, 2008.

Com base nos trabalhos de MARCONDES (2008) pode-se resumir as principais características da aplicação de uma oficina temática da seguinte forma:

- promover aprendizagens vinculadas às vivências do aluno, organizando o conhecimento de acordo com o que ele vive no dia a dia;
- contextualizar o conhecimento, utilizando-se de temas relevantes, explorando conteúdos de Química ou de outras disciplinas as quais possam ser adaptáveis ao tema escolhido;
- se utilizar da multiplicidade de conceitos para integrar o conhecimento da Química com outros campos de ensino;
- promover a participação dinâmica do aluno, o construir de seu próprio conhecimento.

Dessa forma, as oficinas se orientam a diferentes modalidades de ensino e possuem em seu acervo teórico e experimental a expansão da possibilidade do aluno desenvolver projetos e tarefas específicas. Além disso, a dinâmica proposta por esta metodologia de ensino pode produzir uma relação pedagógica diferenciada no interior do processo de aprendizagem, pela promoção da interação entre o aluno e o professor, além da interação do aluno com o assunto proposto e entre os demais alunos participantes da oficina.

A contextualização do assunto na aplicação das oficinas temáticas pode ser motivada ao se questionar sobre quais saberes podem ser relevantes para que os alunos exerçam sua cidadania, aplicando seus conhecimentos que serão adquiridos por esta metodologia. A significação humana e social faz-se necessária na escolha dos temas, a fim de propiciar motivação para o aluno no aprendizado, facilitando a compreensão da temática como um todo. Os temas escolhidos devem permitir o estudo da realidade, valorizando a temática relacionada a ele próprio e ao grupo social a que pertence.

Estudos sobre as diferentes práticas pedagógicas no ensino de ciências têm sido frequentemente publicados nas últimas décadas (QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 1995-). Dentre essas práticas, pode-se destacar o uso de atividades experimentais, consideradas por muitos docentes como essenciais para o bom desenvolvimento do ensino. Neste cenário, o que cabe a analisar, além de se atentar sobre o desenvolvimento dessas práticas, é refletir também sobre o conceito que os professores têm em relação à experimentação. Muitas pesquisas direcionam para a aplicação de atividades experimentais no ensino de química vinculadas com o contexto social em que o aluno está inserido. No entanto, o professor deve ter atenção para a experimentação como parte

integrante de um conjunto de saberes e não isoladamente. Portanto, faz-se necessária a articulação da experimentação ao contexto social, de modo a incluí-lo no desenvolvimento da oficina, possibilitando não tornar a prática experimental com o objetivo simples e evasivo de verificação da teoria (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

O desenvolvimento de atividades experimentais proporciona ao professor constatar a importância do planejamento e elaboração dos dados relativos à atividade prática e ao aluno exercitar seu senso dedutivo e investigativo, ao se confrontar com uma situação que promove a interação com os fenômenos envolvidos na experimentação.

Ao que se referem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), os resultados decorrentes da atividade científica ainda são pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas e, por isso, passíveis de uso e compreensão acríticos e ingênuos, evocando a necessidade de um ensino que possibilite aos estudantes incorporarem no seu universo a ciência como cultura. Cabe também ao professor o levantamento e incorporação de novas tecnologias às atividades experimentais, inserindo em suas aulas temas atuais e contextualizados e favorecendo a reflexão sobre seus aspectos históricos. O exercício de construção e emissão de hipóteses pode ser discutido sob o ponto de vista histórico da experimentação, levantando questionamentos sobre a evolução da atividade experimental, ação esta que apoia a desmistificação da ideia de “ciência morta”. A ideia de ciência como um produto acabado e inquestionável acaba por apresentá-la como um conhecimento enciclopédico, não dinâmico, dando uma visão parcial da ciência, afastando-a da realidade e renunciando a seus aspectos históricos e socioculturais.

O que erroneamente se pratica, ainda segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), é a incorporação do indivíduo na ciência, exercitando-o a se habituar a um meio científico repleto de regras e exigências, formulismos descontextualizados e temas desatualizados. A par disso, deve-se esperar que um indivíduo conceba a ciência como cultura a ponto de aplicar seu conhecimento científico em diferentes áreas, admitindo a ciência como parte integrante do seu cotidiano e incorporando-a ao seu meio social. Ao longo do tempo, foi a necessidade de resolver um problema ou explicar algum fenômeno que fez a humanidade desenvolver na ciência os meios para chegar a uma

conclusão que suprisse suas expectativas. O que deve ser estudado, nos tempos atuais, é a elaboração e a proposição de temas que possam ser de aplicação significativa na vida do aluno.

Como se pode perceber com a prática docente, a sala de aula é composta por alunos provenientes de diferentes origens sociais e culturais. O espaço escolar, em seus diferentes níveis de ensino, se apresenta como apenas mais um dos ambientes onde explicações e linguagens são construídas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). Dentro dessa ideia, a realização de trabalhos que contextualizam a vida social do aluno pode colaborar significativamente para apropriação do conhecimento em questão e o estreitamento entre os conceitos estudados e o próprio aluno. No ensino de ciências em escolas de nível técnico profissionalizante, essa relação entre o aluno e os conteúdos a serem estudados no curso estão de certa forma pré-acordadas, na medida em que o estudante, ao ingressar nesta modalidade de ensino, tem certa clareza quanto à carreira profissional pela qual está optando. Apesar disso, mesmo nessas situações em que a especificidade do assunto trabalhado em sala de aula aponte mais claramente para o objetivo a que o curso se destina, é possível encontrar conteúdos que frequentemente não agradam a muitos alunos. Isso é uma realidade, uma vez que os currículos dos cursos são montados sob diversas perspectivas, visando preparar os alunos para uma gama de possibilidades que possam se apresentar ao longo de sua trajetória profissional futura.

As ciências naturais se compõem de um conjunto de explicações, propriedades e métodos para explicar os fenômenos químicos, físicos e biológicos, dentre outras transformações. O aluno não é uma folha em branco. Todos possuem conhecimentos prévios e interesses próprios a cada um, resultantes de suas origens e experiências vividas. A utilização de temas que englobem uma variedade de assuntos poderia se tornar uma alternativa para aproximar, com mais eficácia, o conteúdo a um grupo de alunos com heterogeneidade de valores sociais e distintas aspirações profissionais. Assim, ao se trabalhar um conteúdo com uma multiplicidade de processos e técnicas, nos quais estejam envolvidos conceitos científicos diversificados e relacionados entre si, supõe-se a formação de um ambiente facilitador para a contextualização com o aluno. Com essa aproximação o aluno acaba sendo

inserido no processo histórico como agente do seu conhecimento, passando a se sentir mais responsável com a obtenção dos resultados e instigado ao aprendizado, facilitando a compreensão do tema trabalhado. Além disso, o desenvolvimento de temas com uma grande diversificação de conteúdos tem uma maior possibilidade de articulação entre os conhecimentos prévios e os propostos pelo professor.

Há de se ressaltar a dimensão da multiplicidade de estilos motivacionais presentes em sala de aula. Segundo estudos empíricos (MARTÍN DÍAZ; KEMPA, 1991), estes estilos são caracterizados de acordo com suas preferências quanto à forma de aprendizado no ensino de ciências. Estas tipologias podem ser divididas em quatro grupos, sendo: 1) os executores, 2) os curiosos, 3) os cumpridores de tarefas, 4) os sociais. Segundo Neto (1996, *apud* RIBEIRO, 2011), o professor deve ser capaz de adaptar as características dos procedimentos didáticos a essa multiplicidade, assim como se deve ter grande preocupação em como os conhecimentos prévios dos alunos e seus interesses espontâneos podem influir na forma como aprendem e constroem o conhecimento. Também se deve dar a devida relevância às suas características motivacionais. Alunos socialmente motivados têm seu interesse estimulado, e sua curiosidade com respeito à resolução de uma problemática acaba fazendo com que reajam melhor a situações de aprendizagem.

2.3 ABORDAGEM TEMÁTICA

Ao se definir a abordagem temática, deve-se ter atenção para que os temas escolhidos permitam o estudo da realidade, nunca se afastando da contextualização e fazendo com que o aluno reconheça a importância da temática para a sua vida, no seu meio social. Não se deve considerar a temática apenas uma simples justificativa para apresentação dos conteúdos a serem trabalhados na disciplina (MARCONDES *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a escolha da cerveja como tema de trabalho torna-se interessante, pois ela está fortemente presente na mídia, incorporada na cultura do país e é consumida por pessoas de todas as classes sociais e de diferentes origens culturais.

Dentro do tema deste trabalho, a cerveja aparece como fonte de diversos possíveis assuntos, tais como: sustentabilidade; álcool e sua ação no organismo; economia; evolução da ciência ligada à cerveja; tratamento da água; processos industriais; impacto ambiental; fermentação; pH; viscosidade; densidade; propriedades coligativas; volatilidade; colorimetria; oxidação; fatores extrínsecos às reações químicas, dentre tantos outros, muitos deles relacionados a outras áreas do conhecimento que não a química.

3 METODOLOGIA

Este trabalho de pesquisa, por se tratar de um estudo de uma situação bem delimitada, de contornos claramente definidos, constitui-se, metodologicamente, como um Estudo de Caso. Em um estudo desse tipo, tem-se interesse próprio, singular, constituindo-se em uma unidade dentro de um sistema mais amplo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Para se obter os dados empíricos desta pesquisa foram utilizados como instrumentos de coleta de informações: o questionário inicial, o exercício de avaliação e o material escrito pelos estudantes (relatório), bem como as anotações no diário de classe do pesquisador. Tais informações foram analisadas com base nos referenciais teóricos da pesquisa qualitativa, nos termos propostos por Lüdke e André (1986) e por Bogdan e Biklen (1994).

A proposta foi aplicada em uma escola pública estadual de ensino médio e técnico, localizada na cidade de Porto Alegre. As atividades foram desenvolvidas com uma turma da terceira etapa do Curso Técnico em Química, que compreende um total de quatro etapas, sendo a última destinada ao estágio curricular e desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso. A turma era formada por 11 alunos com faixa etária variando entre 18 e 30 anos, na maioria já atuando no ramo a que se destina a formação do curso.

Buscou-se verificar se a introdução de um tema contextualizado, como o da Cerveja Artesanal, contribui para motivar os estudantes neste nível de ensino e se a estratégia adotada, de uma oficina temática, propiciou a compreensão dos conceitos trabalhados.

A oficina temática foi desenvolvida em um total de quatro encontros de quatro períodos cada, que foram desenvolvidos na disciplina de Processos Industriais do Curso Técnico em Química. Os encontros foram organizados sequencialmente em três encontros consecutivos, mais um quarto encontro que ocorreu três semanas após a realização do terceiro.

O primeiro encontro compreendeu a aplicação de um questionário (APÊNDICE A), seguido de uma aula expositiva dialogada voltada para os aspectos teóricos do tema Cerveja. O questionário aplicado neste encontro visava verificar os conhecimentos prévios e implícitos dos alunos a respeito da “Química da Cerveja”, além de verificar o interesse espontâneo deles a respeito

deste assunto. Para isto foram propostas questões abertas referentes à cerveja indagando sobre sua composição, características químicas e físico-químicas, além de se propor, em uma das questões, que os alunos fizessem algum questionamento sobre o qual gostariam que fosse discutido posteriormente no desenvolvimento da oficina temática. Estes questionamentos foram levados em conta para o planejamento das aulas posteriores.

Após o questionário foi iniciada uma aula expositiva, com o uso de ferramenta de apresentação de slides, na qual foram abordados temas referentes à cerveja, incluindo suas características segundo sua composição, propriedades físicas, químicas e sensoriais, seus processos de produção, além de questões que contextualizavam seus aspectos históricos e atuais sobre a cerveja e sua relação com a evolução da humanidade. Nesta aula foi dada ênfase para os aspectos apontados pelos alunos na pergunta número 5 do questionário prévio (APÊNDICE A). Com o intuito motivacional a aula foi finalizada com a apresentação de um filme, no qual a cerveja e suas tecnologias são documentadas sob o ponto de vista histórico, colocando este produto como uma das principais protagonistas na influência da ciência e evolução da humanidade desde tempos remotos até o contemporâneo. O plano de aula foi baseado em livros (PALMER, 1999; HORNSEY, 2003) e textos retirados da internet (CERVESIA, 2012) e um resumo do que foi apresentado encontra-se no APÊNDICE B.

O segundo encontro ocorreu no laboratório, onde os alunos tiveram a incumbência de produzir pequenas quantidades de cerveja, de forma artesanal, utilizando equipamentos disponíveis no laboratório e fazendo adaptações com materiais não convencionais para laboratório, tais como peneiras e panelas. Para isso, os alunos foram divididos em quatro grupos. Cada grupo recebeu um roteiro (APÊNDICE C) com as etapas do experimento para a produção da bebida. Cada grupo produziu um tipo específico de cerveja, escolhido pelos próprios integrantes do grupo. Esses tipos se diferenciavam nas suas características organolépticas por apresentarem diferenciação na composição de suas receitas e no modo de preparo em uma das etapas, a sacarificação. As cervejas foram elaboradas de modo a evidenciar qual etapa e modificação pode ser feita na produção da bebida para obter uma característica distinta no produto final. O roteiro foi organizado por etapas de produção da cerveja e

cada etapa era nomeada da mesma forma que as cervejarias comerciais utilizam nos seus processos.

O terceiro encontro foi dividido em duas partes, a primeira destinada à análise e envase da cerveja e a segunda para uma aula expositiva intitulada de “Química da Cerveja”. Na primeira parte os alunos foram levados ao laboratório e procederam a análise da cerveja, verificando assim a ocorrência e efetividade da fermentação. De posse dos resultados, procederam ao envase da cerveja, posteriormente colocando-as em local adequado para que ocorressem os processos de maturação e carbonatação. Após essa parte experimental os alunos seguiram para a sala de aula, onde foram trabalhados os conteúdos relativos à “Química da Cerveja”, na qual foram abordados assuntos mais ligados à química, em especial aos principais componentes envolvidos, carboidratos e enzimas, e suas transformações sofridas, fermentação e alteração da densidade da mistura. O plano de aula foi baseado em livros (VILLELA; BACILA; TASHALDI, 1961 e VOLLHARDT; SCHORE, 2004), em um artigo publicado sobre o tema na revista Química Nova na Escola (FERREIRA; MONTES, 1999) e textos retirados da internet (CERVESIA, 2012) e um resumo dessa aula expositiva se encontra no Apêndice D.

No quarto encontro foi aplicado o teste (APÊNDICE E) para verificação do aproveitamento na compreensão dos conceitos, por parte dos alunos, durante essa oficina. O teste compreendeu questões de resposta aberta, as quais os alunos responderam, em média, em trinta minutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AULA PRÁTICA

Os relatórios da atividade experimental foram elaborados em grupo, um para cada tipo de cerveja produzida. Os relatórios elaborados pelos alunos seguiram o padrão usualmente adotado nas outras aulas práticas das disciplinas do curso técnico, embora o professor autor deste trabalho não tenha fixado normas para a sua apresentação. Todos descreveram de forma clara e satisfatória as etapas da preparação das respectivas cervejas. Há de se destacar a organização dos relatórios, os quais foram muito claros com respeito às etapas que se sucederam na experimentação, distinguindo-as e definindo suas funções no processo de produção de cerveja. Por ser este trabalho aplicado a uma disciplina de processos industriais, é bem plausível que os alunos tenham se baseado nos relatórios habitualmente elaborados nesta disciplina. Foi observada também, atenção especial para a apresentação escrita das aplicações industriais que compõem a produção da bebida. Provavelmente por estarem habituados a confeccionar relatórios de atividades experimentais, os relatórios entregues podem ser considerados muito bons.

Avaliar a elaboração e a qualidade dos relatórios é importante para a análise da viabilidade da aplicação deste tema em cursos técnicos de nível médio, visto serem os relatórios de experimentações peças habituais de avaliações em cursos deste nível de ensino. Além disso, o relatório permitiu esclarecer a diferenciação entre as cervejas, promovendo a exposição aos alunos de uma realidade ainda não tão comum no mercado de cervejas brasileiro, quando nos referimos a variedades de cervejas, proporcionando o contato com os princípios e técnicas que contribuem para essa variedade.

4.2 AVALIAÇÃO ESCRITA

Participaram da avaliação escrita onze alunos, os quais a realizaram duas semanas depois do encontro anterior. Para análise das questões, foram criadas categorias de análise. Os desempenhos foram categorizados como:

a) **SATISFATÓRIO**, quando o aluno demonstrou clareza e organização nas suas argumentações e na exposição das suas ideias acerca

do assunto questionado. Da mesma forma, demonstrou compreensão dos conceitos referentes aos questionamentos propostos.

b) **INSATISFATÓRIO** para o aluno que não descreveu com clareza suas ideias, demonstrando, em suas respostas, que não compreendeu o conteúdo, ou então expressou confusão entre os fundamentos que regem determinados fenômenos. Do mesmo modo as respostas apresentadas em branco foram categorizadas dentro desta forma de avaliação.

As respostas que receberam conceito **SATISFATÓRIO** foram consideradas em conformidade com os fundamentos do assunto discutido na questão e, portanto, consideradas como acertos para fins de tabulação, enquanto as respostas com conceito **INSATISFATÓRIO** foram consideradas em divergência com as respostas esperadas para as questões contidas na avaliação.

Questão 1) *Que tipo de compostos compõem a cerveja pronta?*

Nesta questão era esperado que os alunos mencionassem a composição aproximada da cerveja, citando, além da água, o álcool e os carboidratos. A ideia principal era verificar se além da água e do álcool, formado no processo de fermentação, os alunos compreenderam que nem todos os carboidratos foram consumidos durante o processo de fermentação.

Do total de alunos, apenas um não respondeu, entregando a questão em branco. Porém alguns alunos responderam “*água, álcool e cevada*”, que foi considerado correto, se posteriormente o aluno demonstrou ter compreendido que são os produtos extraídos da cevada que participam dos processos subsequentes e conferem sabores à cerveja. Do restante, três alunos deram respostas menos precisas, porém percebe-se que compreenderam o aspecto dos carboidratos não fermentáveis ao afirmarem que a cerveja é composta por água, açúcares, também citando maltose e frutose e CO₂, além de um aluno ter mencionado de forma mais generalista o termo “*compostos orgânicos*” na sua resposta. Os demais alunos referiram-se mais aos ingredientes que participam do processo de produção da cerveja, incluindo álcool e água como representantes dos compostos indicados nas suas respostas.

Questão 2) Descreva, da forma mais detalhada possível, o que acontece no processo de fermentação.

Era esperada do aluno uma resposta que se relacionasse com o âmago do processo de fermentação e fundamentasse esse processo nas transformações ocorridas por parte da levedura, nos quais os açúcares extraídos do malte são transformados em uma substância intermediária, a qual posteriormente é transformada em álcool. Esta etapa é que distingue a fermentação alcoólica de outros tipos de fermentação. Ou seja, era esperada uma resposta detalhada que demonstrasse entendimento geral e que contemplasse o aspecto fundamental da fermentação.

Quatro dos alunos foram bastante claros em suas respostas, tendo um deles apresentando sua resposta com muita riqueza em detalhes e os demais, embora mais generalistas, com acertada coerência e compreensão do processo de fermentação como um todo. Outros quatro responderam acertadamente os princípios fundamentais que ocorrem no processo de fermentação, como ao referenciar "*consumo de carboidratos*" no processo, porém eventualmente cometendo alguns enganos ao citarem etapas não pertencentes a este processo. Apesar disso, a resposta não foi considerada imprópria, pois tal informação não compromete a verificação da compreensão do aluno em relação ao assunto discutido. Dos alunos que não obtiveram êxito nas respostas, destacam-se respostas evasivas, considerando a fermentação como uma "*transformação do mosto em cerveja*", tal como citado por um dos alunos. Da mesma forma, respostas voltadas para o processo industrial de como se sucede a fermentação, em detrimento da exposição de conceitos referentes à química da fermentação, foram consideradas divergentes das respostas esperadas. Talvez a formulação da questão tenha contribuído parcialmente para essa interpretação, pois não constava explicitamente na pergunta que se desejava que eles falassem dos fenômenos químicos. Para uma próxima oportunidade, a pergunta poderia ser reformulada.

Questão 3) Que tipo de adjunto pode-se adicionar ao mosto para elevar a graduação alcoólica da cerveja? Por quê?

Era esperado nesta questão que fosse mencionado que a adição de mais açúcar fermentável ao mosto pré-fermentação fosse responsável por

e elevar a graduação alcoólica da cerveja. A maioria dos alunos de alguma forma referenciou que a adição de maior quantidade de açúcar ao mosto, junto ao fermento, será responsável pela elevação da graduação alcoólica da cerveja. Apenas dois dos alunos mencionaram o fermento como participante singular da formação de álcool e gás carbônico, não referenciando o consumo de açúcar no processo. Portanto, pode-se considerar que a maior parte dos alunos compreendeu esse aspecto da fermentação.

Questão 4) Sabe-se que são necessários açúcares do malte para produzir cerveja, então por que a maioria das cervejas não é doce?

Após uma afirmação, foi proposta então uma indagação, a qual se relaciona com a questão anterior, por se basear no consumo de açúcar como principal fenômeno ocorrido no processo de fermentação alcoólica. Assim, esperava-se que os alunos mencionassem que a cerveja não apresentava sabor doce pelo fato do seu principal constituinte de sabor adocicado ser praticamente todo consumido durante a fermentação.

As ideias elaboradas nesta questão foram muito satisfatórias. Sete alunos mencionaram que a não percepção de sabor doce (ou inexistente) seria devido ao consumo desta substância quase que por completo durante o processo fermentativo. É interessante observar que dois alunos, apesar de responderem corretamente a esta questão, na questão anterior não souberam responder que era a adição de mais açúcar que promoveria o aumento da graduação alcoólica: um deles disse que não sabia e o outro mencionou apenas a levedura como atuante da fermentação. Inversamente, dos quatro alunos que não escreveram a resposta esperada para essa questão, um deles soube responder na questão anterior que é a adição de açúcar que eleva o teor alcoólico da cerveja. Isso pode revelar que talvez esses alunos não tenham todos os conceitos bem claros e que precisariam ter dedicado mais atenção ao tema.

Questão 5) Considerando a cerveja composta por 5% de álcool em volume, porque não possui densidade menor do que a da água pura? ($d_{\text{álcool}} = 0,789\text{g/cm}^3$)

Esta questão visava o esclarecimento acerca da análise de uma propriedade físico-química da cerveja, a densidade. Esperava-se que os estudantes baseassem a argumentação de resposta na composição final, considerando também a composição do mosto pré-fermentação. A cerveja possui densidade maior do que a água pura pelo fato de apresentar em sua composição carboidratos que não foram fermentados pelas enzimas contidas na levedura utilizada na sua fabricação. Assim, a resposta considerada em melhor conformidade com este fundamento era considerada correta.

Dos onze alunos, apenas três obtiveram êxito em suas respostas, fazendo uso de argumentos que mencionaram os açúcares não fermentáveis. Das respostas consideradas divergentes da ideal, três entregaram a questão em branco e cinco fizeram uso de princípios incompatíveis e/ou argumentos que não se aplicam e demonstram incompreensão da discussão deste tema. Pode-se concluir que esse tema se mostrou bastante complexo, muito provavelmente pela dificuldade de lidar com a percepção da densidade de um ponto de vista microscópico, considerando as interações intermoleculares em uma fase líquida complexa, formada por uma quantidade relativamente grande de compostos. Para esse grupo de alunos, o ideal seria poder retomar este tema em uma outra atividade.

Questão 6) Analise os processos abaixo e indique em quais está envolvido o processo de fermentação.

Esta questão era composta por oito alternativas que apresentavam uma variedade de situações encontradas em eventos conhecidos para alunos da modalidade de ensino Técnico em Química, as quais apresentam, em algum ponto, peculiaridades visuais que se assemelham com algumas características apresentadas em processos onde estão envolvidas reações de fermentação:

- A. Dissolução de $\text{Zn}_{(s)}$ em $\text{HCl}_{(aq)}$ liberando $\text{H}_{2(g)}$
- B. Dissolução de comprimido antiácido efervescente em água
- C. Formação de iogurte a partir do leite
- D. Uso de bicarbonato de sódio no crescimento de massa para bolos

E. Decomposição de água oxigenada em contato com sangue

F. Produção de vodca a partir de cereais e batata

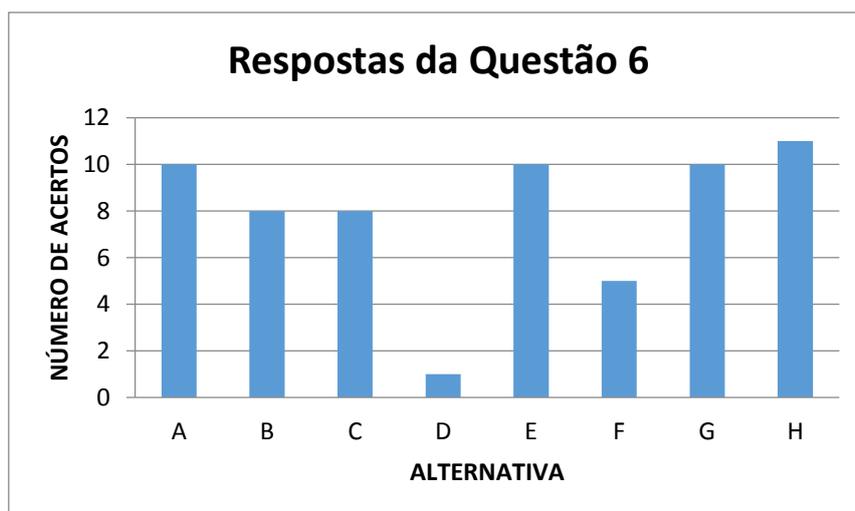
G. Caramelização de sacarose pela temperatura

H. Produção de espuma a partir de uva

A expectativa era de que os alunos pudessem distinguir em quais das situações descritas ocorrem reações de fermentação, baseados nos estudos sobre este processo e nos fundamentos básicos que a definem. A intenção de propor tais situações era de poder diferenciar entre aqueles alunos que compreenderam o processo de fermentação e aqueles que simplesmente se valeram do senso comum e dos aprendizados do dia a dia.

O número de acertos para cada alternativa proposta na questão 6 é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Tabulação dos resultados referentes à questão 6.



O aproveitamento dos alunos nesta questão pode ser considerado muito bom, pois a maioria das alternativas foi assinalada com a resposta considerada correta. Apenas nas alternativas “D” e “F” foi identificado maior número de discordâncias para com a resposta esperada como correta.

Na alternativa “D” era proposto o uso de bicarbonato de sódio no crescimento de massas para bolos. O intuito era realmente confrontar o conceito de fermentação alcoólica com a reação de desprendimento de gás pelo bicarbonato de sódio, conhecido comercialmente como “Fermento Químico”. Intencionalmente não foi utilizada esta nomenclatura, pois poderia

induzir a resposta do aluno pelo uso do nome que menciona a “fermento” como agente que promove a reação. Esta questão, de fato, foi a de menor índice de acertos: apenas 1 aluno a acertou. Pode-se concluir que este resultado foi devido justamente à confusão entre o fenômeno de fermentação e o fato de o bicarbonato se decompor por meio de uma reação com desprendimento de gás, o qual promove o “crescimento” da massa.

A outra alternativa que apresentou baixo índice de acertos foi a “F”: *Produção de vodca a partir de cereais e batata*. Havia dois aspectos importantes a serem observados: um era o fato de mencionar a produção de uma bebida alcoólica e o outro, de mencionar a matéria-prima usada na sua produção, a qual iria fornecer os carboidratos necessários para ocorrerem as reações de fermentação. Mencionando-se apenas a produção de uma bebida alcoólica não seria uma informação suficiente para identificar que ocorreu fermentação no processo, visto existir bebidas alcoólicas que não passam por fermentação, sendo produzidas apenas por infusão em solução de álcool e água. Portanto, foi referido o uso de cereais e batata esperando que os alunos fizessem uso desta lógica para identificar a reação de fermentação como participante deste processo. Acredita-se que os erros em grande parte se deram pela confusão entre bebidas alcoólicas destiladas e fermentadas, visto haver no senso comum uma forte ideia de categorização destes tipos de bebidas como distintas entre si. Excetuando-se as bebidas feitas por infusão, como *bitters* e licores, todas as bebidas alcoólicas passam por um processo de fermentação, o qual irá produzir o álcool presente em sua composição final. As bebidas destiladas irão passar pelo processo de destilação, que ocorre posteriormente à fermentação, com o intuito de elevar sua graduação alcoólica e conferir os sabores esperados para o estilo (PACHECO, 2005).

4.3 ANÁLISE GERAL DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Com o intuito de avaliar o questionário como um todo e a compreensão sobre fermentação de uma forma mais ampla, para cada aluno foi feita uma análise, investigando seu entendimento sobre o processo de fermentação e considerações a respeito da composição do sistema envolvido. Desta forma, mesmo que se alguma questão fosse eventualmente mal interpretada e isso

provocasse uma resposta incorreta, seria possível avaliar como o aluno desenvolveu o assunto e articulou suas ideias quando questionado em algum outro item que envolvesse os mesmos princípios ou que de alguma forma contemplasse este mesmo conteúdo. Considerou-se mais importante avaliar a compreensão do aluno com respeito aos princípios que regem os temas estudados e sua aplicação para explicação de outros fenômenos. Analisou-se também a motivação e a evolução do aluno ao longo do trabalho realizado, levando em conta os dados coletados na aplicação do questionário prévio e as anotações realizadas no caderno de campo do professor-pesquisador.

Aluno 1: Desempenho satisfatório. Foi mais impreciso na descrição e apresentação de suas ideias do que nos fundamentos em que baseou suas argumentações. Confundiu-se um pouco quanto à função desempenhada pelos carboidratos no processo de fermentação, porém em outra questão soube mencionar o consumo de açúcar como formador de álcool e identificou bem em quais fenômenos ocorrem ou não as reações de fermentação. Em comparação com seu questionário prévio, apresentou evolução dessas ideias, pois não havia conseguido responder com êxito às questões referentes à fermentação e à proveniência do álcool contido na cerveja. Um de seus questionamentos, no questionário prévio, era justamente em que parte do processo se daria a adição do álcool à bebida.

Aluno 2: Desempenho satisfatório. Demonstrou interesse na articulação das respostas, apresentando-as de forma bem organizada. Respondeu incorretamente apenas a questão sobre a densidade da cerveja, na qual pareceu não ter interpretado o questionamento corretamente. Esta questão sobre a densidade da cerveja era, de fato, uma dúvida para o aluno desde o questionário prévio, no qual havia deixado de responder a questão “*por não ter dados sobre a composição da cerveja*”.

Aluno 3: Desempenho satisfatório. Apresentou com muita clareza as respostas referentes à fermentação e composição da cerveja. Respondeu incorretamente apenas a questão sobre a densidade, na qual não mencionou os açúcares não fermentáveis como responsáveis por aumentar a densidade da cerveja. Não acompanhou a aula em que foi aplicado o questionário prévio e trabalhada a parte inicial do conteúdo teórico sobre cerveja, mas seu interesse sobre o assunto compensou, pois demonstrou estar motivado com o trabalho

desenvolvido, buscando informações sobre o conteúdo já estudado. O aluno ao entregar a avaliação escrita manifestou descontentamento para com seu próprio desempenho, acreditando não ter conseguido um bom resultado, o que na verdade não aconteceu, pois ele teve um desempenho que pode ser considerado satisfatório.

Aluno 4: Desempenho satisfatório. Apresentou suas respostas muito bem articuladas, utilizando-se corretamente dos argumentos para responder às questões. Respondeu incorretamente apenas na identificação de dois fenômenos onde ocorrem ou não reações de fermentação. Este aluno não participou da aula em que foi aplicado o questionário prévio e apresentação teórica inicial, porém nas aulas posteriores fez frequentes questionamentos sobre os assuntos abordados, demonstrando interesse e procurando compreender todo o conteúdo que havia perdido.

Aluno 5: Desempenho satisfatório. Apresentou muito interesse, respondendo a todas as questões, sendo descritivo e organizado na apresentação de suas ideias. Entretanto, equivocou-se em alguns dos fundamentos.

Aluno 6: Desempenho satisfatório na avaliação escrita. Respostas um pouco confusas quanto à forma de escrita. Referenciou com pouca precisão o processo de fermentação, porém soube identificar o consumo de açúcar como responsável para a formação de álcool e CO_2 . Descreveu bem o processo de fermentação quanto às suas etapas. Comparado ao questionário prévio, este aluno apresentou evolução quanto ao seu aproveitamento, pois respondeu acertadamente as questões sobre composição da cerveja. O processo de fermentação foi esclarecido e apresentado com maior aprofundamento pelo aluno, o qual fazia ideia apenas de se tratar de uma reação com desprendimento de gás. As questões sobre produção de cerveja clara e escura foram esclarecidas tanto na aula teórica quanto na aula prática, onde foi no próprio grupo deste aluno que foi produzida a cerveja escura.

Aluno 7: Desempenho insatisfatório, apenas duas questões respondidas e as duas se utilizando de fundamentos incorretos para sua resolução. Percebe-se que o aluno não fez um bom aproveitamento tanto do conteúdo teórico dado em aula quanto do conteúdo impresso passado aos alunos. Em seu questionário prévio não ousou quando da possibilidade de

arriscar alguma resposta, limitando-se a responder que não tinha ideia das respostas ou deixando em branco. Seus questionamentos sobre as diferenças entre cerveja clara e escura foram esclarecidos tanto em aula teórica quanto na aula prática.

Aluno 8: Desempenho insatisfatório na avaliação escrita, porém o aluno demonstrou esforço na resolução da avaliação ao tentar fundamentar suas explicações. Entretanto, confundiu os princípios envolvidos na fermentação e outros processos que fazem parte da produção de cerveja. Em seu questionário prévio mencionou não ter interesse em nenhuma questão a respeito do assunto por não consumir bebidas alcoólicas. Apesar disso foi muito participativo durante todo o desenvolvimento da oficina e ao ser questionado sobre a motivação gerada pelo trabalho respondeu positivamente e que de fato era um tema interessante quando estudado mais aprofundadamente.

Aluno 9: Desempenho insatisfatório, cometendo equívocos na interpretação de determinadas questões e não demonstrando esforço na resolução da prova: deixou duas questões em branco e respondeu outras ou em poucas palavras, ou utilizando-se de conceitos não relacionados ao tema da questão. Não apresentou evolução quando comparado ao questionário prévio, onde já havia mencionado a fermentação como processo promovido por “micro-organismos” e no qual ocorre formação de álcool. No desenvolvimento da oficina, apesar de não ter se destacado no ponto de vista motivacional, acabou participando ativamente, porém de forma discreta, das atividades propostas.

Aluno 10: Desempenho insatisfatório. Deixou duas questões em branco, respondeu imprecisamente outras questões, não descrevendo exatamente o que foi perguntado e cometendo erros como “*açúcar usado como catalisador*”. Este desempenho contrasta com o interesse observado na realização da atividade experimental, na qual este aluno se demonstrou motivado ao fazer frequentes indagações, levantando temas diversos que se relacionavam com o assunto trabalhado.

Aluno 11: O desempenho deste aluno foi considerado insatisfatório, pois na avaliação escrita não lembrou que o aumento de açúcar no mosto gera mais álcool, embora tenha referenciado que o álcool é consumido no processo

de fermentação. Assim como fez no questionário prévio, mencionou a “*bactéria*” como responsável por promover as reações de fermentação. Nas demais questões que resolveu corretamente, foi objetivo e fez uso de explicações mais sucintas. No dia da aplicação da avaliação escrita demonstrou desinteresse: chegou à aula mais de trinta minutos após o horário combinado e se recusou a resolver a avaliação proposta. Além disso, durante os encontros realizados não demonstrou interesse no desenvolvimento das atividades.

Esta análise mostra que a maioria dos alunos compreendeu o processo de fermentação de uma forma geral e que mesmo aqueles alunos que inicialmente não apresentaram interesse pelo tema, ao longo do desenvolvimento da oficina se mostraram motivados e participaram ativamente das atividades propostas.

5 CONCLUSÃO

Por fazer uso de um tema que permite contextualização com diversas épocas da história e indica que futuramente ainda será um assunto de grande aplicação, o desenvolvimento da oficina temática para trabalhar a Química da Cerveja permitiu concluir positivamente sobre a aplicação desta oficina para um curso Técnico em Química. Há de se destacar também a viabilidade de se realizar a atividade experimental, facilitada pela exigência de material não sofisticado e de baixo custo. Foi possível verificar, ainda, que o trabalho proporcionou um ambiente propício para a troca de ideias e discussão ampla a respeito do assunto abordado, permitindo ao aluno fazer parte da evolução dos conteúdos trabalhados e participar de parte do planejamento da oficina, sendo este interesse também levado em conta para a avaliação dos alunos na atividade.

Esta estratégia didática favoreceu a formação de um ambiente motivador, instigante para o aluno, pois mesmo que alguns não tenham apresentado compreensão plena dos fundamentos trabalhados, em sua maioria tiveram bom desempenho no que se refere aos temas abordados e se demonstraram motivados em conduzir o trabalho e interessados em questões relacionadas ao assunto.

REFERÊNCIAS

ABRIL. Mundo Estranho. **Qual é a diferença entre bebida destilada e fermentada?** Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-e-a-diferenca-entre-bebida-destilada-e-fermentada>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Lei nº 9.394.** 20 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 15 dez. 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.741.** 16 jul. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11741.htm#art3>. Acesso em: 15 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Centenário da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica.** 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/centenario/historico_educacao_profissional.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2012.

CERVESIA. **O portal da cerveja.** Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br>>. Acesso em 19 dez. 2012.

CUNHA, L. **Produção de cerveja cresce 3,3% em 2011.** O Estado de São Paulo. São Paulo, 12 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,producao-de-cerveja-cresce-33-em-2011-,821649,0.htm>>. Acesso em: 17 dez. 2012.

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

DICKINSON, J. R.; SCHWEIZER, M. **The metabolism and molecular physiology of *Saccharomyces cerevisiae*.** Philadelphia, PA: Taylor & Francis, 1999.

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

HORNSEY, I. S. A. **History of beer and brewing.** Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2003.

HOUGH, J.S. **Biología de la cerveza y de la malta.** Zaragoza: Editorial Acriba, 1990.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p. 67-77, 2008.

MARTÍN DIAZ, M. J.; KEMPA, R. F. Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias em función de sus características motivacionales. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 9, n. 1, p. 59-68, 1991.

PACHECO, A. O. **Manual do maître d'hôtel**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 1995.

PALMER, J. **Howtobrew**.1999. Disponível em:
<<http://www.howtobrew.com/intro.html>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1995 -. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br>>. Acesso em: 15 dez. 2013

RIBEIRO, F. **Motivação e aprendizagem em contexto escolar**. 2011.
Disponível em:
<http://www.cefopna.edu.pt/revista/revista_03/es_05_03_FR.htm>. Acesso em:
18 dez. 2012.

VILLELA, G. G.; BACILA, M.; TASHALDI, H. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1961.

VOLLHARDT, K. P. C.; SCHORE, N. E. **Química orgânica: estrutura e função**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Questionário Prévio

- 1) *Em suas palavras, do que é composta a cerveja?*
- 2) *Qual a densidade que você esperaria medir na cerveja? ($d > 1\text{g/mL}$ ou $d < 1\text{g/mL}$?)*
- 3) *De onde você acredita que provém o álcool presente na cerveja?*
- 4) *O que você entende por fermentação?*
- 5) *Tema livre: sugira um tema relativo à cerveja, sobre o qual tenha curiosidade ou dúvida, para ser discutido nas aulas desta oficina.*

APÊNDICE B

CERVEJA ARTESANAL

Em expansão no mercado, as cervejas artesanais nunca estiveram tanto nas mídias como atualmente. Em crescimento também está a curiosidade de saber qual seu diferencial em relação às cervejas ditas industriais. Quanto às suas características mais básicas, como os ingredientes e os diversos processos que envolvem sua produção, as cervejas artesanais pouco diferem das industriais. Contudo, a diferença que mais se pode destacar é que enquanto as grandes cervejarias optam por otimizar os lucros com produtos mais baratos e alcançar uma maior distribuição de sua bebida, as micro cervejarias prezam por um produto diferenciado, utilizando matérias primas especiais, na maioria das vezes importada e por consequência mais onerosa, porém, resultando em um produto com qualidade mais refinada que busca suprir a demanda deste nicho das cervejas especiais.

Cerveja é uma bebida produzida por fermentação alcoólica que é composta por quatro ingredientes principais: água, malte, lúpulo e levedura (HORNSEY, 2003).. Apesar de poucos ingredientes, possui uma grande variedade de estilos, que derivam da qualidade e quantidade dos ingredientes utilizados para sua fabricação, além de alterações nos parâmetros em cada etapa a que é submetida dentro do processo todo. Seu método de fabricação envolve diversas etapas, dentre as quais se podem citar: moagem, brassagem, recirculação e filtração, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e envase. Estes processos foram otimizados ao longo da história, acompanhando o avanço de diversas áreas da ciência, porém baseiam-se nos mesmos princípios que eram utilizados em tempos antigos (PALMER, 1999).

Antes mesmo do início do processo, o grão de cevada passa pela malteação, na qual o grão é submetido à elevação do seu teor de umidade, iniciando a germinação e aumentando sua população de enzimas, necessárias ao processo. No primeiro passo do procedimento em si, o malte de cevada é moído de forma a expor seu endosperma, onde está localizado o amido do grão, possibilitando a execução do próximo processo, a brassagem. Nesta etapa os grãos moídos são tratados em água quente, em temperaturas entre

55 e 72°C, num processo que normalmente tem duração de sessenta minutos. Durante o aquecimento, a mistura é mexida constantemente facilitando a extração do amido contido no endosperma do grão. O meio aquoso e a temperatura controlada promovem a conversão desse amido em açúcares - maltose e dextrose principalmente - a partir da atividade enzimática. Ao final deste processo obtém-se um líquido doce, o qual passa a ser chamado de mosto. Este líquido é, a seguir, encaminhado para o processo de filtração e clarificação, no qual é separado da parte sólida, composta pelo bagaço do malte. O líquido é recirculado pelo próprio bagaço a fim de torná-lo mais límpido, removendo boa parte de suas partículas em suspensão.

A próxima etapa é a fervura, na qual ao mosto será adicionado o lúpulo em quantidade e qualidade determinadas de acordo com as características que se pretende obter a cerveja. Neste processo serão extraídos do lúpulo os óleos que conferem amargor e aroma à cerveja, além de promover outros benefícios, tal como a esterilização do mosto pela fervura, desativação enzimática e coagulação de proteínas. Ao final do processo de fervura, o líquido é resfriado até a temperatura ideal para a fermentação, temperatura esta que é determinada pelo tipo de fermento a ser utilizado. Posteriormente ao resfriamento o mosto passa pela aeração, processo no qual visa incorporar oxigênio ao líquido o qual foi perdido durante a fervura. O fermento em sua fase inicial de adaptação necessita, além de nutrientes e temperatura ideal, de oxigênio para adaptar-se e ao mosto cervejeiro. Seguidamente o fermento é inoculado ao mosto em recipiente asséptico e devidamente alocado em ambiente dentro de sua faixa de temperatura ideal para fermentação. Durante este tempo o fermento consumirá os açúcares do mosto formando principalmente álcool etílico e gás carbônico.

Cessada a fermentação, o líquido resultante já pode ser chamado de cerveja (HORNSEY, 2003). Esse líquido agora é posto a maturar, com a finalidade de apurar os sabores e conferir estabilidade à bebida. Além disso, pelo fato da maturação ocorrer em temperaturas mais baixas, ocorre a sedimentação de fermento em suspensão e precipitação de outras partículas otimizando na clarificação da cerveja.

Na última etapa, o envase, procede-se o *primming*, que consiste em se adicionar quantidade calculada de açúcar, o qual será consumido pelo

fermento em suspensão na cerveja, gerando gás carbônico e aumentando a pressão dentro do recipiente, o que proporciona a formação de espuma ao servir a bebida.

APÊNDICE C

Roteiro da atividade experimental

CERVEJA NO LABORATÓRIO

EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA:

- 1 béquer de vidro 2 L
- 1 erlenmeyer 1 L
- funil grande – para filtragem do mosto e lavagem do bagaço
- bastão de vidro ou colher
- termômetro 0 – 110 °C
- proveta de 250 mL
- balança 0,01 g
- tanque de fermentação (pode ser o erlenmeyer)
- bico de bunsen
- banho de gelo
- copos de medida (béqueres)
- vidro de relógio
- moedor de cereais

PROCEDIMENTO

Sacarificação (brassagem)

- Moer 500g de malte utilizando o moedor de cereais
- Aquecer a água a 68 °C e adicionar os grãos
- Manter a temperatura na faixa de 55-65 °C (beta-amilase) e/ou 68-72 °C (alfa-amilase)

Filtração e lavagem do bagaço

- Verter o conteúdo todo no funil
- Recircular o filtrado (mosto)
- Lavar o bagaço homogeneamente com água previamente aquecida a 78 °C de modo a extrair ao máximo os açúcares

Fervura e resfriamento

- Aquecer o mosto até o início da fervura
- Iniciada a fervura, adicionar 5-10 g de lúpulo e manter a fervura por 60 minutos
- Tão logo terminada a fervura iniciar o resfriamento do mosto em banho de gelo até que se atinja a temperatura ideal para fermentação (18-22 °C)
- Proceder o *whirlpool* (redemoinho) para acumular o sedimento no centro do recipiente e facilitar ao verter o mosto mais clarificado para o fermentador

Fermentação

- Verter o mosto para o fermentador e aerar.
- Inocular o fermento previamente hidratado e tampar o fermentador (erlenmeyer) deixando um orifício para escape do gás formado na fermentação.
- Alocar por uma semana o recipiente fermentador em local seco, arejado e sem contato com luz. De preferência onde não haja mudança brusca de temperatura.

APÊNDICE D

1 QUÍMICA DA CERVEJA

A produção da cerveja se constitui de uma série de processos, nos quais estão envolvidas variadas transformações químicas. Serão discutidos a seguir os principais compostos que participam tanto da produção da cerveja quanto da composição da cerveja pronta, além de fazer uma consideração a respeito da densidade, velocidade de reação e da fermentação.

O estudo deste tema se inicia pela apresentação dos principais compostos orgânicos envolvidos no processo, que são os carboidratos que são poli-hidroxi aldeídos ou poli-hidroxi cetonas ou substâncias que nestes podem ser convertidas por hidrólise. Embora nem todos apresentem sabor doce, são denominados açúcares, e conhecidos também por sacarídeos. Sua fórmula geral apresenta-se na forma de $C_n(H_2O)_n$. Os carboidratos podem ser classificados em três grupos:

- Monossacarídeos: sua forma mais simples, os quais são aldeídos ou cetonas com pelo menos dois grupos hidroxila na molécula. Possuem de 3 a 9 átomos de carbono por molécula, tendo sua função química como aldose ou cetose.

- Oligossacarídeos: em geral cada molécula de oligossacarídeo é composta por dois até seis moléculas de monossacarídeos. Assim, pode ser subclassificada quanto ao número de monossacarídeos, podendo ser: dissacarídeos, trissacarídeos, tetrassacarídeos para moléculas compostas por 2, 3 e 4 monossacarídeos e assim por diante.

- Polissacarídeos: possuem um número muito maior de monossacarídeos na molécula (de 100 a mais de 1000) acarretando em diferenças nas suas propriedades físicas e organolépticas.

Os polissacarídeos dividem-se em: Homopolissacarídeos – celulose, amido e glicogênio; Heteropolissacarídeos – gomas, mucilagens e Agar.

Os principais constituintes do amido do malte e carboidratos formados (do mosto sacarificado) na produção de cerveja estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais constituintes do malte e do mosto sacarificado

Carboidrato	Malte	Mosto sacarificado
Amido	85.8%	0
Dextrinas	2,5%	22,2%
Maltotetraose	-	6,1%
Maltotriose	0.6%	14.0%
Maltose	1%	41.1%
Sucrose	5,1%	5,5%
Glicose + Frutose	2,4%	8,9%
Total	97.4%	97.8%

Fonte: HOUGH, 1990.

Pode-se observar na Tabela 1 a presença de mais de 28% de açúcares não fermentáveis (dextrinas e maltotetraose) na composição do mosto que irá para a fermentação. Esses são açúcares que não participarão do processo de fermentação, não contribuindo para a formação de álcool e gás carbônico. Já os demais açúcares são os fermentáveis, cerca de 70%, ou seja, irão sofrer o processo de fermentação, contribuindo então para a formação de álcool e gás carbônico na cerveja.

1.1 FERMENTAÇÃO

A fermentação é um processo anaeróbio de síntese de ATP, controlado enzimaticamente, no qual uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples, liberando energia. Esse é o processo essencial da produção das bebidas alcoólicas, sendo o processo que forma o álcool que compõe as bebidas fermentadas.

Para algumas bactérias anaeróbias o gás oxigênio pode ser letal, restringindo a ocorrência desses organismos a solos profundos e regiões em que o teor de oxigênio é praticamente zero. A esses organismos damos o nome de anaeróbios estritos. Há, no entanto, outros organismos que são considerados anaeróbios facultativos, uma vez que realizam a fermentação na ausência de oxigênio e a respiração aeróbia na presença desse gás, como é o caso de certos fungos. As leveduras utilizadas para a produção de cerveja são as do gênero *Saccharomyces*, que são consideradas anaeróbias facultativas, uma vez que realizam a fermentação tanto na ausência de oxigênio como na presença desse gás. (DICKINSON; SCHWEIZER, 1999)

No processo de fermentação, a levedura executa três etapas fundamentais:

- A primeira, de adaptação ao mosto cervejeiro, na qual a levedura se distribui e se adapta físico-quimicamente ao mosto cervejeiro. Nesta etapa o mosto cervejeiro deverá estar rico em oxigênio dissolvido e é deste oxigênio e de proteínas dissolvidas no mosto que a levedura necessita para se multiplicar, aumentando sua população. Após esta etapa o oxigênio torna-se prejudicial à qualidade da cerveja pois influi na ação da levedura promovendo a formação de substâncias indesejáveis ao sabor da bebida.

- Na segunda etapa, chamada atenuativa, é que ocorre a parte essencial da fermentação, na qual a levedura, agora em população suficiente, irá consumir os carboidratos de peso molecular menor formando álcool e desprendendo gás carbônico.

- A terceira e última etapa é chamada de final, na qual se dará a maturação da cerveja, ou seja, os sabores serão “arredondados”. O estudo do processo de fermentação será concentrado apenas na fase atenuativa, pois é a etapa em que as principais reações da fermentação irão ocorrer.

1.1.1 Reações envolvidas

O processo de fermentação é composto por uma grande quantidade de reações catalisadas por enzimas, algumas delas se apresentam em ciclos extensos e complexos, onde participam diversas biomoléculas de peso molecular alto. Perante este grau de complexidade visando adequar este

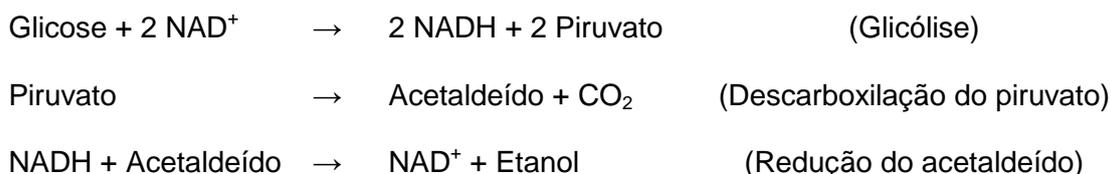
conteúdo às exigências de um curso de nível técnico, este trabalho focou seu estudo nas reações de maior importância para o entendimento fundamental do processo de fermentação. O ciclo de fermentação será construído utilizando-se a molécula de glicose como molécula base para as reações desencadeadas, visto ser ela constituinte da maltose, o carboidrato principal na produção de cerveja. Das diversas reações, catalisadas por enzimas específicas, serão destacadas a glicólise; a descarboxilação do piruvato; e a redução do acetaldeído. Essas reações todas acontecem essencialmente na fase atenuativa.

a. Glicólise: sequência complexa de reações metabólicas catalisadas enzimaticamente, onde uma molécula de glicose é oxidada produzindo duas moléculas de piruvato (ácido pirúvico).

b. Descarboxilação do piruvato: no caso das leveduras usadas para produção de cerveja, o piruvato é descarboxilado (perde um átomo de carbono na forma de CO_2) gerando acetaldeído, através da enzima piruvato descarboxilase (ausente em animais).

c. Redução do acetaldeído: para o ocorrer a redução do acetaldeído, haverá uma espécie química receptora de elétrons. Na respiração aeróbica o oxigênio que irá receber estes elétrons mas na produção de cerveja, em ausência de oxigênio, será o produto das reações anteriores, o acetaldeído, que irá receber esses elétrons. Por isto é essencial que durante o processo de fermentação já iniciado não haja mais oxigênio dissolvido no mosto, pois se houver não ocorrerá a redução do acetaldeído, que ao permanecer na cerveja irá lhe conferir sabor indesejável. Estando o mosto livre de oxigênio dissolvido, é nesta etapa então que o acetaldeído formado na descarboxilação do piruvato irá ser reduzido pelo NADH, produzindo NAD^+ e etanol.

Em suma, as reações envolvidas são:



Assim, a reação global é:



Como o oxigênio dissolvido foi, praticamente todo, consumido no processo de multiplicação da levedura, portanto o meio reacional agora é pobre em oxigênio

1.1.2 O teor de álcool

Para estimar a quantidade de álcool produzido no processo de fermentação, e por consequência o teor alcoólico da cerveja, pode-se fazer uso da medida da densidade da cerveja ou da porcentagem mássica de açúcares dissolvidos antes e depois da fermentação. Ou seja, está se fazendo nada mais do que medir o teor de açúcares que foram consumidos durante o processo de fermentação. Sabe-se que o mosto ao qual adiciona-se fermento possui uma porcentagem “X” de açúcares dissolvidos tal que, durante o processo de fermentação, esses açúcares serão consumidos, formando principalmente álcool e gás carbônico. Portanto, aquela fração de açúcares fermentáveis será degradada no processo de fermentação, fazendo a densidade diminuir tanto pela degradação dessas moléculas mais densas que a água, quanto pela formação de álcool, o qual possui densidade de $0,789 \text{ g/cm}^3$, menor que a da água pura.

APÊNDICE E

QUESTÕES DA AVALIAÇÃO ESCRITA

Questão 1) *Que tipo de compostos compõem a cerveja pronta?*

Questão 2) *Descreva, da forma mais detalhada possível, o que acontece no processo de fermentação.*

Questão 3) *Que tipo de adjunto pode-se adicionar ao mosto para elevar a graduação alcoólica da cerveja? Por quê?*

Questão 4) *Sabe-se que são necessário açúcares do malte para produzir cerveja, então por que a maioria das cervejas não é doce?*

Questão 5) *Considerando a cerveja composta por 5% de álcool em volume, por que não possui densidade menor do que da água pura? ($d_{\text{álcool}} = 0,789\text{g/cm}^3$)*

Questão 6) *Analise os processos abaixo e indique em quais está envolvido o processo de fermentação.*

- (a) *Dissolução de $\text{Zn}_{(s)}$ em $\text{HCl}_{(aq)}$ liberando $\text{H}_2(g)$.*
- (b) *Dissolução de comprimido antiácido efervescente em água.*
- (c) *Formação de iogurte a partir do leite.*
- (d) *Uso de bicarbonato de sódio no crescimento de massa para bolos.*
- (e) *Decomposição de água oxigenada em contato com sangue.*
- (f) *Produção de vodca a partir de cereais e batata.*
- (g) *Caramelização de sacarose pela temperatura.*
- (h) *Produção de espumante a partir da uva.*