



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A Fermentação alcoólica como estratégia no ensino de
transformação química no nível médio em uma
perspectiva interdisciplinar**

Flávia Tocci Boeing Duarte

Brasília - DF



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

A Fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar

Flávia Tocci Boeing Duarte

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e submetido à banca examinadora como requisito parcial á obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – área de concentração “Ensino de Ciências”, pelo programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília - DF

Dedico este trabalho

*A minha família Jason,
Henrique e Murilo, pois é por
eles que busco ser cada vez
melhor em tudo na minha vida.*

Agradecimentos

Primeiro agradeço a Deus, por estar ao meu lado todos os dias da minha vida e nunca desistir de mim.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Roberto Ribeiro da Silva, Bob, como carinhosamente o chamamos, por me convidar a voar em sua sabedoria, por tantas vezes me oferecer uma simples palavra de conforto em momentos difíceis da minha vida, por ser o melhor orientador que uma mestrandia poderia ter. Deixo aqui registrada toda a minha admiração.

Agradeço aos professores Ricardo Gauche, Nazaré Klautau e Joice Aguiar, pela generosa compreensão quando precisei de atendimento especial.

Agradeço ao professor Paulo Salles, por me apresentar a modelagem em ecologia e, principalmente, por ser o primeiro professor a me acolher antes mesmo de iniciar o mestrado.

Agradeço à Luciene, que sempre me atendeu na secretaria do PPGECC com carinho e eficiência.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, pelo compartilhamento de experiências e ideias, que contribuíram significativamente para o meu crescimento profissional.

Agradeço à escola CEM 10 do P.Sul e toda a comunidade, pelo apoio à minha pesquisa e por sempre me receber como se eu fosse parte da escola.

Agradeço ao Professor da USP, Dr. Henrique Amorim, que gentilmente me presenteou com seu livro: Fermentação alcoólica – ciência e tecnologia, que foi a base de construção do capítulo sobre o tema.

“O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade em que elas acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis”.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Este trabalho surgiu de um interesse profissional em desenvolver atividades que estimulassem o aprendizado dos discentes quanto ao conteúdo, visando minimizar os problemas no ensino de ciências, e ainda promover um ensino centrado no conhecimento de conceitos científicos, fundamentais para sua formação. Para isso, propomos concretizar um ensino por meio de oficinas temáticas, com o intuito de oferecer significado ao conceito de transformação química, além dos outros conceitos envolvidos no tema: Fermentação Alcoólica. Essa é uma proposta contextualizada e interdisciplinar, que permite a inter-relação dos conceitos científicos, oferecendo estímulo ao aluno, para que ele perceba as suas relações com seu cotidiano; levando em consideração as concepções prévias dos discentes para orientar a construção do módulo de ensino. A aplicação do módulo orientado foi por meio de uma oficina de experimentação e, posteriormente, verificou-se a apropriação de novas concepções científicas, principalmente sobre a aprendizagem do conceito de transformação química. O módulo foi aplicado em três dias durante a amostra científica para alunos da modalidade EJA, de uma escola pública do DF. Os resultados demonstram que a apropriação do conceito de transformação química foi eficaz, além de outros conceitos. Também demonstram que atividades experimentais, práticas dialógicas e avaliações a partir de registros em diário de classe são estratégias eficientes no processo de ensino-aprendizagem de ciências.

PALAVRAS CHAVES: Experimentação, Transformação Química, Fermentação alcoólica.

ABSTRACT

This work originated from a professional interest in developing activities that stimulate students' learning about the content in order to minimize problems in science education and even promote a centered teaching of scientific knowledge, concepts fundamental to their training. We propose finishing teaching through thematic workshops, in order to provide meaning to the concept of chemical transformation, in addition to other concepts involved in the topic: Alcoholic Fermentation. This is a contextualized and interdisciplinary approach, allowing the interrelation of scientific concepts, offering encouragement to the student so that he realizes their relationship with their daily lives; taking into account the students' prior conceptions to guide the construction of the teaching module. The application module has been driven through a workshop of experimentation and subsequently verified the ownership of new scientific concepts, especially about learning the concept of chemical transformation. This module was implemented in three days during the scientific sample of students EJA embodiment, a public school in the District Federal. The results demonstrate that the appropriation of the concept of chemical change was effective and other concepts. Also, dismantle that experimental activities, dialogic practices and reviews from records in gradebook strategies are effective in the teaching and learning of science process.

KEYWORDS: Experimentation, Chemical processing, Fermentation alcoholic.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO-	10
CAPÍTULO 1 – CONHECIMENTOS CIENTÍFICO, COTIDIANO, ESCOLAR E AS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS	
1.1 Conhecimento científico.....	14
1.2 Conhecimento cotidiano.....	18
1.3 Conhecimento escolar.....	23
1.4 Concepções prévias dos alunos.....	25
CAPÍTULO 2 – FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA.....	30
2.1 Fermentação – linha do tempo.....	32
2.2 As contribuições de Louis Pasteur.....	42
2.3 A Bioquímica da Fermentação Alcoólica.....	44
CAPÍTULO 3 – A INTERDISCIPLINARIEDADE, A CONTEXTUALIZAÇÃO E O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA, A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E AS PRÁTICAS DISCURSIVAS	
3.1 A interdisciplinaridade.....	47
3.2 A contextualização.....	50
3.3 O uso da história no ensino de ciências.....	53
3.4 O uso da experimentação no ensino de ciências.....	55

3.5 As interações dialógicas.....58

CAPÍTULO 4 – AULAS COM ABORDAGEM CTS.....61

CAPITULO 5 – SISTEMAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....65

CAPÍTULO 6 – METODOLOGIA

6.1 Caracterização da pesquisa.....74

6.2 Construção do módulo.....75

6.3 Aplicação do módulo.....76

CAPÍTULO 7 - RESULTADO E DISCUSSÃO

7.1 Análise das concepções prévias.....82

7.2 Reflexões acerca da aplicação do Módulo Orientado.....94

7.3 Análise de novas concepções e apropriação conceitos apresentados.....101

CONSIDERAÇÕES FINAIS131

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....134

APÊNDICE: Módulo de ensino orientado.

INTRODUÇÃO

Pesquisas na área do Ensino de Ciências indicam alguns fatores que podem gerar dificuldades no ensino, dentre estes fatores podemos citar a falta de contextualização e de interdisciplinaridade. De acordo com Silva (2003), o ensino de ciências está descontextualizado e distante da realidade e necessidades da comunidade escolar.

Um ensino contextualizado, de maneira geral, associa-se ao cotidiano do aluno, no qual, aquilo que é ensinado vincula-se às situações do seu meio. Nesse contexto, o discente é convidado a posicionar-se diante de fatos e fenômenos, aprendendo a problematizar situações e aceitar diferentes formas de entender o mundo. A partir da relação com o diferente e o comum, o aluno vai se apropriando do pensamento científico (MALDANER, 2000).

Ferreira (2011) esclarece que o ensino de ciências não está auxiliando os alunos a compreenderem o mundo, ao contrário disso, está alheio à realidade do cotidiano. O estudo de ciências deve ser para o discente uma ponte entre o conhecimento científico e a compreensão e interpretação das transformações do mundo.

O número demasiado de informações apresentadas em sala de aula é considerado um fator problemático para o processo de ensino-aprendizagem, já que o excesso de informações pode gerar conflitos ao aprender conceitos. O Ensino de Ciências não deve ser meramente informativo, deve ir mais além e proporcionar ao aluno ensejos de reflexão e ação, estimulando o aprendiz a ver o mundo de forma distinta (LIMA e BARBOSA, 2005).

A falta de experimentação também é caracterizada por Silva e Colaboradores (2010) como um fator influenciador da ineficiência no ensino de ciências. Esses autores destacam alguns obstáculos que inviabilizam a inserção da experimentação no ensino.

Essa inviabilidade pode-se dar por meio de uma série de carências que as escolas enfrentam, que, por sua vez, corroboram para a dificuldade de ensino-aprendizagem.

Borges (2002) destaca em seu trabalho que professores de ensino fundamental e médio concordam que a introdução de aulas práticas no currículo viabiliza uma melhoria no ensino. E, ainda, que algumas escolas não fazem uso de equipamentos que dispõem em seus laboratórios. A justificativa seria a falta de atividades prontas para os professores.

Como exemplo de obstáculos para o uso de experimentação no meio escolar, Silva e colaboradores (2010) descrevem as seguintes situações: a falta de laboratório; a ausência de materiais; a grade curricular que dificulta a inclusão de atividades práticas nas aulas; o tempo; espaços inadequados; a não conformidade dos laboratórios para a realização de aulas práticas, já que estes laboratórios foram projetados tendo como base modelos de universidades e, portanto, não condiz com as necessidades dos discentes do Ensino Básico; a locomoção de alunos para o laboratório, principalmente quando a divisão de turmas se faz necessária, que não é bem vista pela administração da escola.

A experimentação apoiada a práticas discursivas são estratégias que podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, incluindo principalmente a formulação conceitos, de forma sempre inter-relacionada com o cotidiano. Para Driver e colaboradores (1999, p.31) “[...] é por meio do discurso contextual de tarefas relevantes que se promove a introdução de iniciantes em uma comunidade de conhecimento, sendo essa uma perspectiva social de aprendizagem”.

Os temas trabalhados no experimento, de maneira geral, foram extraídos de um contexto social e histórico do discente, tornando o aprendizado significativo durante a realização da experimentação. Silva e colaboradores (2010) demonstram em seu discurso que as escolas deveriam fazer uso de uma metodologia não tradicional, com o

propósito de tornar o ensino próximo à realidade do aluno, para promover vínculo entre experiências vividas e pensamento reflexivo. Sendo importante o uso de metodologias mais ativas e participativas, que incluem atividades experimentais.

A partir de experiências vivenciadas em sala de aula entendo que um estudo realizado por temas promove um ensino contextualizado com o cotidiano do aluno, que por sua vez possibilita o aprendizado significativo. Assim, o ensino de ciências cumpre seu principal papel na educação, o de educar cientificamente para a vida.

A proposição elaborada, visa um aprendizado dentro de um contexto social, utilizando aulas desenvolvidas a partir de um tema presente no cotidiano do aluno: a fermentação alcoólica. As aulas foram realizadas em oficinas de experimentos aliadas a práticas discursivas.

O tema fermentação alcóolica é extenso e engloba vários conceitos científicos como: reações químicas, constituinte, átomo, molécula, produto orgânico, material, elétrons, etc. Além disso, é relevante destacar que para muitos a fermentação alcóolica é apenas um processo de produção de álcool, porém, sabe-se que esse processo tem vasta aplicação industrial, além de grande importância no ecossistema e na história da sociedade (AMORIM, 2005).

Esse é um tema que os alunos e professores tendem a despertar interesse e curiosidade, já que se trata de uma área da biotecnologia, que, por sua vez, é um ramo atual e importante para a formação científica da sociedade. Tendo um caráter com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade, já que, com o conhecimento proporcionado na oficina, os discentes podem avaliar quais aplicações a fermentação alcóolica proporciona à sociedade e, ainda, de forma crítica se posicionar em relação às inovações tecnológicas.

Com o objetivo de promover um aprendizado que faça sentido e uma formação efetiva cientificamente e diante dos argumentos discutidos, apresenta-se o problema de pesquisa atrelado a um tema específico: Como o conceito de transformação química pode ser aprendido por alunos em uma perspectiva interdisciplinar, no contexto da fermentação alcoólica?

Hipóteses

- I. A experimentação no ensino contribui para o processo de aprendizagem dos conceitos relacionados à fermentação alcoólica.
- II. As aulas realizadas por meio de oficina de experimentação temáticas tornam a abordagem do tema aprendido contextualizado e que faça sentido para os alunos.
- III. A inserção da História da Ciência pode promover o aprendizado efetivo.

Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um conjunto de atividades visando promover a aprendizagem do tema fermentação alcoólica, em uma perspectiva interdisciplinar.

Objetivos específicos

- Identificar as concepções prévias de alunos acerca do tema fermentação alcoólica.
- Avaliar a formulação de novos conceitos a partir dos registros, feito pelos alunos no diário de turma.
- Produzir material de apoio pedagógico para professores, levando em consideração as concepções prévias dos alunos.

- Verificar a aprendizagem em relação ao conceito de transformação química.

CAPÍTULO 1 - O CONHECIMENTO CIENTÍFICO, COTIDIANO, ESCOLAR E AS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS.

1.1. Conhecimento científico.

A ciência ainda representa um papel extremamente influente em nossa sociedade, vista por todos como soberana e incontestável, suas ideias são cultuadas, tornando-se mito, que, por sua vez, se transforma em objeto de culto e ascensão social. Suas respostas ditas como verdade absoluta, são na realidade, ideias transitórias (LOPES, 1999).

De acordo com Lopes (1999), o senso comum apresenta uma visão equívoca do conhecimento científico, pois tende a considerar todo esse conhecimento como objetivo, exato, uma verdade absoluta e validada por experimentação e observação, não admitindo a subjetividade.

A perspectiva da ciência como verdade transitória, está evidente na fala de Silva e Colaboradores (2010, p. 234): “[...] as explicações das ciências são, efetivamente, verdades transitórias. Essa transitoriedade é evidenciada quando a teoria não consegue explicar novos fenômenos observados”.

Esse aspecto dominante da ciência incide de uma doutrina, que admite que a formação do conhecimento se dê exclusivamente por meio da experimentação, sendo assim, o conhecimento científico é baseado na experiência. Silva e Colaboradores (2010) propõem que o conhecimento científico pode ser entendido como: “[...] um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados de científicos” (p. 232).

Essa visão dominante da ciência sobrevém de sua base empírica, na qual suas verdades jamais são contestadas, seu discurso confuso dispõe de uma linguagem abstrata, que não alcança a sociedade comum. Nesse domínio a ciência vai construindo uma aparência científica que é usada indiscriminadamente pelos mais diversos campos do conhecimento humano, com o intuito de validar suas práticas e obras. Muitas vezes somos convencidos pelo discurso científico e não pela verdadeira cientificidade.

Lopes esclarece a questão da escassez de clareza que prevalece na ciência:

[...] à medida que a ciência se sofisticada e amplia sua complexidade, mais é difícil de ser compreendida, portanto, mais gera em todos nós um estranhamento, misto de fascínio e humilhação. Fascinado e humilhado pelo que não entende, esses homens e mulheres se entregam a todos os tipos de compensações mais ou menos douradas ou rotuladas de científicas” (LOPES, 1999, p. 108).

Não há critérios universais que determine a verdade de uma ciência, cada ciência define seus critérios para julgar a verdade do conhecimento científico, que sempre serão temporárias (LOPES, 1999).

GRANGER³ citado por Lopes (1999) propõe a definição de ciência como “uma forma de ver o mundo e não uma metodologia”. Ele também descreve três principais características do conhecimento científico, que são:

1. A visão da realidade é representada de forma abstrata, sob a forma de conceitos, pois é uma representação e não uma imagem do real.
2. A preocupação com critérios de validação e com a interpretação dentro de teorias explícita.
3. A descrição e explicação de objetos.

No nosso momento contemporâneo a formação em ciências deve permitir ao cidadão que ao se deparar com uma informação científica seja capaz de refletir sobre a abrangência desse conhecimento. Também deverá promover a conduta de interpretação do mundo e a capacidade de reflexão crítica sobre os fatos (LOPES, 1999).

Considerando a obra de Gaston Bachelard⁴ citado por Lopes (1999), o autor resgata a Filosofia da Ciência, não definindo o que é ciência, mas criticando a concepção empirista. Segundo ele, a soma de fatos não forma uma ciência, o empirismo já não basta. Este autor também contempla a primazia do erro na construção do conhecimento científico, mudando a imagem de verdade absoluta da ciência.

Observa-se que a concepção de erro para Bachelard⁴ é diferente da concepção de outros cientistas formais, para ele o erro adquire uma posição positiva na formação do saber, pois o conhecimento científico é construído pela retificação dos erros. Assim a verdade passa a ser transitória múltipla e histórica, e só terá sentido após a correção dos primeiros erros.

A valorização do erro no processo de busca ao conhecimento científico também é defendida por Canguilhem⁵ citado por Lopes (1999), quando o autor afirma que é preciso errar em ciências, pois é por meio da retificação dos erros a ciência é construída.

O continuísmo e o descontinuísmo

Nós professores, assumimos a função da transmissão do conhecimento científico para os alunos, através da contínua interpretação da cultura. De fato as concepções filosóficas como, o empirismo, o positivismo e o cartesianismo, apesar de distintas, entendem a ciência de forma continuísta e monista, por isso historicamente herdamos esse modo de transmissão da ciência. Para as três concepções há uma continuidade entre

o conhecimento comum e o científico, sendo o conhecimento científico um refinamento do conhecimento comum (LOPES, 1999).

O continuísmo acredita que o conhecimento científico surge da lenta transformação do conhecimento comum, por isso não se observa a ruptura entre os dois conhecimentos. Surge então outro argumento que defende o continuísmo, o pedagógico, que também acredita na continuidade do conhecimento comum e científico. O argumento pedagógico considera a ciência como uma ciência fácil, acessível, um refinamento das atividades do senso comum (LOPES, 1999).

Bachelard⁴ citado por Lopes (1999) argumenta que se a ciência for fácil e acessível teremos outra visão social, a ciência não mais seria superior ou absoluta. Na perspectiva continuísta há uma falsa valoração do conhecimento do cotidiano, já a descontinuísta não há o melhor conhecimento e sim o mais adequado. O autor também propôs o conceito de descontinuidade com noções históricas, de racionalismos e da concepção de ruptura entre o conhecimento científico e comum.

O continuísmo entre o saber cotidiano e o científico contribui para a formação de obstáculos epistemológicos na construção do saber, que impede o desenvolvimento e construção do conhecimento. Lopes (1999 p. 123) contempla, “Tais obstáculos são entendidos como entraves, inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e construção.”.

O *obstáculo epistemológico* apresenta resistência à ruptura dos conhecimentos, comum e científico, pois conserva o pensamento. Nessa concepção a pessoa habitua-se ao conhecimento que já adquiriu, mantendo uma continuidade dos conhecimentos. De acordo com Lecourt⁶ citado por Lopes (1999) com o objetivo de mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento científico e comum, o obstáculo epistemológico tende a se

manifestar de maneira decisiva quando o pensamento se prende na aparência real e não no abstrato.

Portanto, a ruptura ocorre quando ensinamos o inacessível, superamos o irracional e conhecemos a verdadeira verdade, na qual, a ciência não é o espelho da realidade. Essa ideia fica clara no discurso de Lopes (1999) quando conclui que quando se supera o irracional a ele não se retoma, nesse momento ocorre a ruptura na ciência.

Também na educação dispomos de obstáculos epistemológicos, pois nela encontram-se barreiras, que inviabilizam a compreensão do conhecimento científico pelo aluno. É importante compreender que para construir um novo conhecimento, estamos sujeitos à reflexão de nossas pré-concepções e à superação de obstáculos epistemológicos (LOPES, 1999).

Lopes (1999, p. 128) toma como base Bachelard⁴ para explicar a dificuldade da prática pedagógica frente ao obstáculo epistemológico:

[..] a noção histórica de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do conhecimento científico e na prática da educação. Em ambos os casos, o trabalho se vê dificultado pela necessidade que temos de exercer um juízo epistemologicamente normativo: julgar a eficácia de um pensamento.

1.2. Conhecimento Cotidiano

Vygostky (1987)¹⁷ citado por Tunes (2000) admite a presença de dois tipos de pensamento verbal: os conceitos cotidianos e os conceitos verdadeiros (científicos). Para ele os conceitos são formados a partir das condições reais da vida humana, construídas culturalmente. Especificamente, o conceito cotidiano desenvolve-se por meio de atividades práticas e interação social, mediado pela educação formal adquire-se um sistema de conhecimento imediato.

A sociedade é autora do conhecimento cotidiano, pois este é um saber social, que faz parte da cultura humana. O conhecimento cotidiano é transferido ao longo de gerações, sendo a escola responsável pela transmissão e construção desse conhecimento. Segundo Lopes (1999) a escola oferece contribuições muito significativas na formação do conhecimento cotidiano, por meio de interações contínuas a escola elabora hábitos comuns a todo indivíduo.

Por um longo período, o conhecimento do cotidiano foi desvalorizado pela escola, pois ele deveria ser superado pelo conhecimento científico, mas hoje, o conhecimento do cotidiano já é visto como o núcleo do processo de ensino – aprendizagem e considerado a própria educação popular. A importância da valorização do conhecimento popular se manifesta na fala de Lopes (1999), quando a autora expressa que o currículo deve ser ajustado a partir do conhecimento popular, assim fortaleceria os movimentos populares.

Há no Ensino de Ciências divergências entre pesquisadores, em relação ao modo como o conhecimento cotidiano deve ser evidenciados em sala de aula, alguns seguem a linha construtivista, na qual, as concepções prévias dos alunos não são problemáticas, e sim, valoriza-se o uso de analogias e metáforas ou visões de mundo. Outro ponto de vista que se observa, é o de pesquisadores que seguem uma linha de mudança conceitual, neste caso, as concepções dos estudantes são incorretas e devem ser extintas em nome do saber científico (LOPES, 1999).

Porém, Lopes (1999), mais uma vez, evidencia a importância do conhecimento cotidiano e defende a aprendizagem significativa através da valorização dos saberes populares, promovendo aproximação entre ensinar, aprender e cotidiano: “Segundo os princípios que defendo um dos obstáculos a ser suplantado pelo conhecimento científico

em seu processo de desenvolvimento e construção é o conhecimento do cotidiano” (LOPES, 1999, p.138).

A cotidianidade

Cada ser humano tem sua cotidianidade de forma peculiar, pois está diretamente ligada com nossas relações sociais, especificamente com o meio onde estamos inseridos. A cotidianidade constitui-se naturalmente por nossos hábitos diários que repetimos usualmente de forma inconsciente e por nossas relações sociais. Nossa cotidianidade é composta por ações repetidas diariamente, não refletimos sobre elas e cada indivíduo, tem uma cotidianidade que lhe é peculiar.

Segundo Lopes (1999), todos os nossos sentidos estão colocados na cotidianidade, nossas ações espontâneas e nossas paixões, por isso não desenvolvemos uma potencialidade de modo efetivo, para que isso seja possível devemos romper com a cotidianidade. Entretanto, Lopes aperfeiçoa sua reflexão sobre o rompimento com a cotidianidade quando cita: “[...] o homem jamais se resigna de sua cotidianidade totalmente, mesmo quando direciona toda a sua atenção á realização de uma atividade” (LOPES, 1999, p. 140).

Segundo Heller⁷ citado por Lopes (1999), o processo de afastamento da cotidianidade denomina-se: suspensão ou elevação, neste momento o homem deixa de ser individual, realizando atividades do cotidiano e não cotidiano. A ciência e a arte possibilitam um momento em que o homem pode romper a cotidianidade, e ao retomá-la, volta-se modificado. Nesse sentido, nota-se uma ruptura entre o conhecimento científico e cotidiano.

O conhecimento cotidiano tem como característica a opinião e o empirismo imediato, dificultando o desenvolvimento do conhecimento científico, visto que, o

conhecimento científico contradiz o conhecimento cotidiano, já que o científico atua na correção de erros durante primeira impressão. Não se pode formular opinião daquilo que não se conhece. Heller⁷ citado por Lopes (1999) evidencia que, o saber cotidiano é apenas opinião, uma verdade permanente, porém, a verdade provisória designa-se ao conhecimento científico.

A definição do conhecimento cotidiano e suas características estão nítidas nas ideias de Lopes (1999, p. 143):

O conhecimento cotidiano é a soma de nossos conhecimentos sobre a realidade que utilizamos de um modo efetivo na vida cotidiana, sempre de modo heterogêneo. É o conhecimento-guia de nossas ações, nossas conversas nossas decisões. O saber cotidiano pode, inclusive, acolher certas aquisições científicas, mas não, o conhecimento científico como tal.

O conhecimento cotidiano aborda o concreto, o empirismo, a experiência imediata. Suas ideias são instrumentos de ações, que apenas têm valor se produzem efeitos práticos, gerando assim um pensamento pragmático, ou seja, um pensamento objetivo e direto. No entanto o conhecimento científico se manifesta de forma contrária ao cotidiano, pois busca a essência, vai além dos fatos, contempla o pensamento científico abstrato (LOPES, 1999).

Lopes (1999) ao citar Bachelard⁴ demonstra a ideia que o autor traz sobre o pensamento abstrato. Ideia essa, que defende a eficácia do pensamento abstrato em relação à ciência. Ele enfatiza que o pensamento científico abstrato tem um destino majestoso. Porém, para que o pensamento abstrato realize seu papel é necessário provar que o pensamento abstrato científico não é má consciência. “Devemos provar que a abstração desembaraça o espírito, que ela o alivia e que ela o dinamiza” (BACHELARD)⁴ citado por LOPES, (1999, p.151).

O conhecimento científico e cotidiano são históricos e sofrem interações, porém, a ciência não pode ser interpretada como pressuposto da vida cotidiana e tão pouco as ações cotidianas podem tomar decisões científicas, nota-se então, a descontinuidade de entre os dois conhecimentos. E fica evidente a ruptura entre o conhecimento científico e cotidiano. Lopes (1999) entende que o científico deve superar o obstáculo do senso comum.

Conhecimento popular e senso comum.

Há uma distinção entre o conhecimento popular e o senso comum. O senso comum é a forma pela qual a população interpreta o mundo. Este senso comum dispõe de um *caráter transclassista*, ou seja, alcança todas as classes. Podemos usar como exemplo de senso comum os dizeres populares com base racista ou preconceituosa, já para exemplo de conhecimento cotidiano, podemos exemplificá-lo fazendo uso de citações de conhecimentos que são transmitidos ao longo de gerações familiares como, o uso de ervas medicinais (LOPES, 1999).

O senso comum destaca-se pela capacidade de universalidade, em que suas concepções compreendem classes variadas, desde cientistas, filósofos a cidadãos comuns. E todas as classes, todos são resistentes à mudança (LOPES, 1999).

Lopes (1999) também destaca a importância de limitar a ação do saberes cotidianos, pois assim evitaríamos os obstáculos epistemológicos e ainda, tomaríamos o cuidado de não conferir a esses saberes a cientificidade, que muitas vezes, se apresenta como um discurso especializado, mascarado por uma democratização cultural do conhecimento científico.

1.3. Conhecimento escolar

Segundo Lopes (1999), define-se por conhecimento escolar as questões decorrentes das inter-relações entre diferentes saberes sociais, quando estas questões incorporadas à epistemologia histórica, são melhores avaliadas. Bernstein⁸ citado por Lopes (1999), também apresenta a definição de conhecimento escolar como um objeto de campo intelectual da Sociologia da Educação, que tem como objetivo determinar seu campo de estudo e o conjunto de problemas a serem pesquisados, que por muito já fora ignorado.

A educação deve ser constituída na própria natureza do conhecimento e deve ser capaz de desenvolver nos indivíduos o pensamento conceitual, o domínio de esquemas simbólicos que possa eternizar cultura humana. Hirst⁹ citado por Lopes (1999) anuncia o processo de obtenção do conhecimento como um ato de tomada de consciência da experiência humana, que deve ser estruturado, organizado e feito por meios específicos. Conquistar o conhecimento é aprender a compreender e viver experiências do mundo, por meio das formas de conhecimento.

De acordo com Lopes (1999) o conhecimento científico foi transformado em disciplinas para fins de conhecimento escolar, levando em consideração a ciência de referencia. A partir disso temos então, a organização da disciplina escolar como modificadora do conhecimento científico e constituinte do conhecimento escolar.

O conhecimento escolar dispõe de uma metodologia, ou processo didático que de certa forma se beneficia, pois apenas transmite o conhecimento científico que teve sucesso. Entretanto, oculta a ruptura dos saberes e seus conflitos, não levando em consideração a importância do erro na construção do conhecimento científico.

Transposição didática ou processo de mediação didática.

Forquin¹⁰ citado por Lopes (1999) expressa que a transposição didática constitui o conhecimento escolar, pois tem como alicerce a concepção de que a educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre o que há disponível da cultura em momentos históricos, mas transforma os saberes assimiláveis.

O trabalho de transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino define-se como transposição didática (CHEVALLARD)¹¹, citado por Lopes (1999). A partir da noção de transposição didática tem-se a perspectiva do conhecimento escolar, que se constitui por meio de dois processos: *a disciplinarização e a transposição*, que nada mais é que um processo de construção do conhecimento, por meio da transformação do conhecimento científico em algo resumido.

Pietrocola (2002) demonstrou em seus trabalhos os três estatutos ou patamares de saber, diferenciados pela transposição didática, os quais são descritos a seguir:

1. **O saber sábio** – é o conhecimento produzido pela atividade científica
2. **O saber a ensinar** – é o conteúdo do saber sábio que sofre alterações para se tornar um conteúdo de ensino, a lógica conceitual.
3. **O saber ensinado** - é definido pela perspectiva de um controle social e legal da aprendizagem. Nesse saber o conteúdo nele presente deve atender aos seguintes requisitos: ser potencialmente ensinável e possibilitar a elaboração de objetivos de ensino, de exercícios, avaliações ou trabalhos práticos.

Estes conceitos têm como objetivo explicar o processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar. Neste aspecto, tem-se um processo de ensino-aprendizagem problematizada, no qual se apresenta uma tendência de

construir metodologias que possibilite a apropriação do conhecimento científico pelo aluno. Lopes (1999) defende que para isso ser possível, o professor de ciências deve ter como função de disponibilizar o conhecimento científico para os alunos, dando sentido natural ao conhecimento.

A educação tem como função tornar o saber escolar acessível, o processo de mediação didática realizado na escola implica, exatamente em facilitar a aprendizagem, levando o conhecimento ao nível do aluno. Entretanto, isso não quer dizer que a escola deva fazer apenas uma simples reprodução do conhecimento científico. Essas ideias são evidenciadas no trabalho de Lopes (1999).

1.4 – Concepções prévias dos alunos.

As concepções prévias são ideias particulares que cada indivíduo constrói para interpretar o meio em que ele está inserido. De maneira clara e sucinta Pedrotti (2011, p.42) define as concepções prévias como: “a representação que cada um faz do mundo que o rodeia, consoante a sua própria maneira de ver o mundo e a si próprio”.

Oliveira (2005, p. 234) também descreve as concepções prévias como uma construção individual: “[...] as concepções alternativas são construídas pelos alunos a partir do nascimento e o acompanham também em sala de aula, onde os conceitos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem”.

O termo concepções prévias varia de acordo com cada autor, podendo apresentar outras nomeações como, ideias científicas informais, concepções alternativas, ideias prévias (OLIVEIRA, 2005). Neste trabalho em questão, adotaremos o termo concepções prévias.

Oliveira (2005) aponta os teóricos Piaget e Ausubel, como precursores do Movimento das Concepções Alternativas (MCA). Apesar de divergirem em dado

momento, ambos defendem que quem determina a organização e estruturação do seu conhecimento é o próprio sujeito. Sem sua participação efetiva não há aprendizado.

Driver e colaboradores (1999) esclarecem que o foco central das pesquisas de Piaget era como os indivíduos conferem significado ao mundo físico, por meio do desenvolvimento de estruturas operacionais lógicas (esquemas cognitivos) independente do conteúdo. Logo, para o estudo das concepções prévias o foco é o conhecimento específico por domínio e não os esquemas gerais. Entretanto, este campo de pesquisa se assemelha à teoria piagetiana, pois ambas defendem que o aprendizado ocorre quando os esquemas de conhecimento existentes no indivíduo são modificados, e que o significado depende desses esquemas.

A apropriação do conhecimento se dá pela reestruturação de esquemas cognitivos que o indivíduo já dispõe. Nessa perspectiva, o aprendizado engloba o processo de mudança conceitual, ou seja, as concepções prévias dos alunos são consideradas e discutidas para posteriormente modificá-las, respeitosamente (DRIVER e Colaboradores, 1999).

Mortimer (2000)¹ citado por Pedrotti (2011) apresenta o perfil conceitual como modelo de estudo de evolução conceitual, no qual se entende que o aluno não abandona suas concepções prévias ao formular novas concepções científicas, e, sim, ambas passam a conviver e serão usadas em momento apropriado.

Lopes (1999) defende que o conhecimento cotidiano, que, por sua vez, representa as concepções prévias, é um dos obstáculos a ser superado pelo conhecimento científico.

Destacando a ideia de Bachelard (1996) em sua obra, “A formação do espírito científico”, ele delinea que os professores de ciências imaginam que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, não consideram que o aluno entra

em sala de aula com conhecimentos empíricos já estabelecidos. Bachelard dá ênfase à postura reflexiva que o professor deva ter “[...] não se trata de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental” (p. 23).

Bastos (1991)² citado por Oliveira (2005) reconhece a importância das concepções prévias dos alunos para o planejamento das atividades pedagógicas, uma vez, que as ideias dos estudantes, sobre as estruturas biológicas muitas vezes não coincidem com o contexto cientificamente aceito.

Concepções prévias envolvendo o conceito de transformação química.

Muitos trabalhos na literatura apontam a dificuldade que os alunos têm em entender o conceito de transformação química. Estes estudos mostram que os discentes apresentam concepções bem diferentes daquelas consideradas científicas (MORTIMER & MIRANDA, 1995). Como o conceito de transformação é primordial para ensino de química, essa ambiguidade de concepções, interfere no processo de ensino-aprendizagem.

Mortimer e Miranda (1995) esclarecem que os alunos às vezes, não identificam as entidades que se transformam e as que se conservam. E normalmente, apresentam uma tendência de centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis das substâncias, não fazendo referências a nível molecular.

Ao estudar as reações químicas, os alunos encontram dificuldades, principalmente, porque este é um conceito amplo e generalizado. Também nota-se, certa confusão por parte dos estudantes, em relação à mudança de estado físico e a transformação química, sendo que há uma tendência em generalizar os dois. Este fator fica claro no exemplo de Mortimer e Miranda (1995) citado a seguir (p. 23):

[...] Muitos estudantes não conseguem perceber que, na combustão de uma vela, a parafina ou a estearina é o combustível que está sendo queimado. O fato de parte da parafina se fundir no processo leva o estudante a pensar que o que queima é o pavio, enquanto a parafina apenas derrete. Da mesma forma alguns alunos tendem a tratar a ferrugem como um tipo de mudança do ferro.

Nota-se que é comum alunos usarem dois tipos de explicações para desenvolver suas ideias sobre a transformação química: a transmutação e a animista. A primeira, diz respeito à transmutação de substâncias, neste caso, mais de um tipo de substância pode ser transmutado, e a matéria também pode ser transmutada em energia. Já na explicação animista, atribui-se comportamentos típicos dos seres vivos à substância. Sendo que, a transformação é vista como uma vontade da substância (MORTIMER E MIRANDA, 1995).

Como implicação para o ensino, Mortimer e Miranda (1995) apontam a dificuldade que os alunos têm, em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas, são consequências de rearranjos dos átomos, que acaba por induzir o uso inadequado do raciocínio de conservação de massas. Este fator torna-se muito relevante, quando se entende que o ensino de química tem privilegiado o uso de equações, para a representação de reações químicas.

Mortimer e Miranda (1995) sugerem que, uma maneira de lidar com essas dificuldades é promover uma evolução na concepção dos alunos, através da discussão que eles trazem de algumas transformações químicas.

O professor pode desenvolver perguntas, de acordo com um fenômeno, sempre fazendo referência às entidades que estejam envolvidas no processo de transformação desse fenômeno. Como por exemplo:

1. Que substâncias ou substância se transformam?

2. De que para que elas se transformam?
3. Porque acontece a transformação?
4. A massa do sistema antes da transformação é maior, menor ou igual que a massa do sistema depois da transformação?

Silva e Pitombo (2006) demonstram em seu trabalho, sobre as concepções prévias de alunos a cerca do tema “Queima e Combustão”, que o entendimento sobre esses processos, é fragmentado, inconsistente e divergente em relação ao considerado científico.

Por isso os autores, valorizam a importância de saber como o aprendiz chega ao ambiente escolar. Tudo deve ser considerado, suas ideias, opiniões e a imagem estruturada em um saber prático, que está sempre em contínua elaboração nas trocas de informação, experiências e relações com o cotidiano. O saber prático também é denominado *representação social* (SILVA E PITOMBO 2006).

Moscovici¹³ (1978) citado por Silva e Pitombo (2006) explica que a função das representações sociais, é a elaboração de comportamentos e a comunicação entre as pessoas das sociedades modernas. Ele contempla em seu discurso, que o propósito das representações sociais é a transformação do não familiar em familiar, pois possui princípios básicos:

1. A objetivação que dá formas específicas ao conhecimento a cerca do objeto abstrato, tornando-o concretos.
2. A ancoragem que integra o objeto representado a um sistema de pensamento social pré-existente.

Entendendo a importância da comunicação e da troca de experiências no processo de ensino-aprendizagem, apresenta-se a seguir, um tema social que possibilita uma representação social: a fermentação alcoólica.

CAPÍTULO 2 - FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA*

Ao longo da história da humanidade a fermentação foi um dos fenômenos que mais intrigou os pesquisadores de todas as épocas. Na tentativa de melhor compreender esse processo fascinante, conseguiu-se obter importantes avanços, que ajudaram a humanidade a conhecer sua natureza e a utilizar seus recursos de forma racional.

Verifica-se que a maior parte dos estudos relacionados à fermentação alcoólica está direcionada, para a produção de bebidas alcoólicas, embora, o uso de álcool tivesse várias finalidades, as bebidas alcoólicas eram o foco da fermentação.

Somente em 1970, o Brasil passou a produzir álcool em larga escala, para uso-motor, inicialmente, misturado à gasolina. E depois, em um segundo estágio, como combustível para movimentar uma boa parte da frota nacional de veículos.

Esta alternativa se tornou um programa autossustentável e enérgico de sucesso. Porém, ninguém ainda havia pensado no processo eficiente de fermentação, que era essencial para o processo de produção de álcool. Por muito tempo, o processo de fermentação foi pouco rentável, pois era usado para fins específicos. A chegada do Programa Nacional do Álcool mudou esta realidade. Inicialmente, o objetivo era resolver o problema energético, por causa das dificuldades na obtenção do petróleo, depois se percebeu que era um negócio lucrativo.

Em longo prazo, a produção de álcool favoreceu a economia nacional, o desenvolvimento social, e contribuiu pra a melhoria do meu ambiente. Na década de 1980, instituíram-se os veículos movidos somente a álcool, e foi a partir desse momento, que se incorporam novas tecnologias na área de fermentação.

* Texto baseado em AMORIM, H. V. **Fermentação Alcoólica** – ciências e tecnologia. Fermentec: Piracicaba-SP, 2005, 448p.

Hoje o Brasil é um dos países que dispõe de uma das mais avançadas tecnologias de fermentação alcoólica, o que nos confere o título de país mais eficiente, no quesito produção de álcool do mundo.

A fermentação é definida como um fenômeno natural, durante o qual certas matérias primas orgânicas complexas são transformadas em substâncias mais simples. Ela se deve a ação de fungos e bactérias. Estes organismos secretam enzimas indispensáveis para a degradação desses materiais, que serão utilizados por eles para a fermentação e para o seu desenvolvimento. Há dois tipos de fermentação, como descritas no quadro abaixo:

Fermentação oxidativas ou aeróbias.	Fermentação anoxidativas ou anaeróbicas.
Acontecem com a presença do ar.	Acontecem sem a presença do ar.
Ex. fermentação acética.	Ex. fermentação alcoólica.

O processo que consiste na fermentação de açúcar em álcool etílico e gás carbônico e, também na liberação de certo número de outras substâncias, encontradas em quantidades variadas, não era compreendido pelos povos da Antiguidade, apesar de ser amplamente utilizada na fabricação das bebidas primitivas. Verifica-se que, aos poucos os procedimentos com as frutas, leite, seiva vegetal, mel e grãos, foram sendo melhorados, possibilitando primeiro a obtenção de diversas bebidas, e mais tarde, a produção do álcool puro.

2.1. Fermentação – linha do tempo

O ser humano descobriu que podia aproveitar reações que ocorriam espontaneamente na natureza, para tornar sua vida melhor e mais agradável. E cedo, passou a utilizar em seu benefício, os efeitos surpreendentes, e por muito tempo, inexplicáveis, dos processos fermentativos, para conservar alimentos e preparar bebidas.

Os povos primitivos perceberam que os frutos quando estavam muito maduros alteravam seus sucos, que ganhava um efeito inebriante, que ajudava a matar a sede e suportar as temperaturas baixas. Também perceberam que a carne dos animais deveria ser consumida dias depois do abate, porque essa prática melhoraria seu paladar.

Há 10.000 anos, os humanos abandonaram a vida nômade e passaram a praticar atividade agrícola e pecuária, a partir de então, surgiu à necessidade de conservar alimentos e carne, e com isso, novos métodos de conservação foram desenvolvidos.

Os métodos de conservação desenvolvidos foram a desidratação, a salga e a fermentação. Este último dava origem a um produto ácido, agradável ao paladar. O leite ordenhado era guardado em vasilhames, onde sofriam transformações que permitiam seu armazenamento por mais tempo, possibilitando varias técnicas de preparos de queijos e coalhadas, a partir da fermentação. Mesmo sem entender muito bem o que se passava, esses povos usavam a fermentação.

O pão e o fermento

As mudanças que ocorriam naturalmente no trigo, levaram a fabricação do pão. A moagem primitiva do trigo e de outros grãos resultava em mingau grosso. Acidentalmente, descobriu-se que da combinação dessa massa com certos resíduos orgânicos, depositados nas pedras quentes onde ela era assada, surgia um produto mais consistente, volumoso e saboroso.

A fabricação do pão é uma tradição milenar dominada pelos povos orientais, muito antes de chegar ao ocidente. Sabe-se, que povos da Mesopotâmia e Egito conheciam a técnica do preparo do pão, há pelo menos 6000 anos. Eles utilizavam a espuma produzida nos barris de cerveja, para fazer o pão crescer.

Os romanos eram grandes consumidores de vinho, e por isso, conheciam bem as técnicas para produzir o fermento. Eles usavam o levedo natural das cascas da uva, porém, não entendiam o que de fato acontecia neste processo, já que, ainda não se conhecia o mundo microscópico. Para os romanos o fenômeno do fermento era um mistério.

O nome fermento surgiu da observação do processo, que liberava uma espécie de fumaça, identificada mais tarde como gás carbônico. Como o material que passava por tal transformação, ficava de alguma forma aquecido, os antigos pensavam que ele estava fervendo, por isso, a denominação fermento. Só muito tempo mais tarde, alcançou-se a concepção atual de fermentação.

Os primórdios das bebidas alcoólicas

Produtos como cereais, frutas, seiva de plantas, mel e arroz eram usados para a produção de bebidas alcoólicas. O açúcar presente nesses alimentos possibilita a fermentação e como produtos secundários a esse processo têm-se a produção de álcool, por meio de procedimentos empíricos, adquiridos ainda no período neolítico. Na opinião de muitos autores, a cerveja e o vinho não foram as mais antigas bebidas fermentadas, mas sim, o hidromel.

O hidromel era obtido pelo abandono de soluções aquosas de mel silvestre, que após algum tempo fermentava. O fenômeno se manifestava de forma característica pela emissão de bolhas de gás carbônico, pela formação de espumas e odor característicos de leveduras (fungos unicelulares).

O hidromel foi fabricado por toda parte e por todas as épocas. O melhor hidromel dizia-se, que era aquele produzido a partir da água de chuva, neste processo, a água de chuva era deixada para repousar por cinco anos. Também há relatos de outro processo da produção do hidromel, no qual, um vapor da resina de cera era apanhado do bico de uma chaleira, com um pedaço de lã; torcendo a lã obtinha-se um líquido denominado *al kuhu*.

De todas as bebidas alcoólicas, a que mais se destacou foi o vinho, o desenvolvimento da vinhocultura, está diretamente ligado ao nascimento da civilização europeia. Muitos autores consideram que, se extraiu o álcool pela primeira vez da uva, por meio do vinho. Os povos antigos registraram uma curiosa observação: o vinho que jogavam sobre o fogo dos altares, após queimarem suas oferendas, exalava uma chama azulada. A partir de então, registra-se os primórdios do álcool.

A cerveja

Arqueólogos acharam resíduos de cerveja, em ânforas e recipientes na Síria e Babilônia, porém, afirmam que a cerveja pode ser mais antiga ainda. A cerveja foi a bebida fermentada mais consumida pelos povos antigos, nessas regiões, assim como na Mesopotâmia e Egito, a cevada crescia em estado selvagem. Há 5000 anos a.C. sabe-se, que já existiam vários tipos de cerveja.

No Egito, a cerveja chegou mais tarde. Lá, encontram-se referências do seu uso, como oferendas aos mortos; também consumia-se amplamente a cerveja rústica, conhecida como bouza, durante as cerimônias religiosas.

A cerveja foi a mais popular das bebidas alcoólicas, durante a idade média, diante do perigo das grandes epidemias; em função da contaminação da água, aconselhava-se a beber cerveja em lugar de água. Em 1373, a cidade de Hamburgo, na Alemanha, tinha 57 fabricantes de cerveja e apenas 7000 habitantes. Inicialmente, em sua fabricação

usava-se mel e grãos fermentados, depois, houve aprimorações e sua produção tornou-se arte, que era passada de pai para filho.

A cerveja também era conhecida como pão líquido e sempre feita com os mesmos ingredientes: cevada fermentada, lúpulo, levedura e água. A cevada é o principal componente, pois a partir dele é feito o malte, que depois é submetido à fermentação. O lúpulo é uma planta de origem europeia, cuja flor depois de seca é adicionada no final da fervura.

A cerveja no Brasil chegou em 1808 trazida pela família real portuguesa, porém, era restrito a poucas pessoas. A mais antiga notícia de publicidade de cerveja no país, é de um anúncio publicado no jornal do commercio (Figura 01), conhecida como cerveja barbante, porque tinha grande quantidade de gás carbônico e precisava ser amarrada com barbante, para impedir que a rolha saltasse da garrafa.



Figura 01 - Publicidade da primeira cervejaria do Brasil – imagem retirada do livro: Fermentação Alcoólica – ciências e tecnologia (AMORIM, 2005).

O vinho

Há vestígios de vinho encontrados com data possível de 8000 a.C., em países como a Geórgia e Armênia. Na época, esses países faziam parte de uma região entre o mar Negro e Cáspio, conhecida como Cáucaso (Figura 02).



Figura 02 – Mapa geopolítico da região do Cáucaso – imagem retirada do site: www.professormauro.com.br, acesso em 21.03.2013.

A Cáucaso era um lugar onde videiras cresciam naturalmente. Acredita-se que foi a partir desse local que o vinho se espalhou para o mundo.

A vinhocultura teve um período de grandeza no Egito antigo, quando as técnicas de produção de vinho foram aprimoradas. Com a prensa da uva, os egípcios iniciaram o comércio de vinho, mas foram os fenícios que difundiram a prática por toda a região do mediterrâneo.

Fabricado e consumido pelos gregos no segundo milênio a.C., o vinho já havia se tornado um componente tão importante daquela cultura, que se acreditava ter origem divina. Esse povo difundiu seu consumo em suas colônias, e assim, a Sicília, o sul da Itália e a França se tornaram importantes centros de produções. Eles denominavam essas regiões de terra do vinho. A partir do século III a.C., os romanos expandiram a produção e consumo do vinho, para todas as regiões conquistadas por eles.

Após a segunda guerra mundial (1939-1945), a mecanização levou a modernização da vinhocultura, com consequente industrialização e produção em massa.

Essa produção em massa desqualificou o vinho, por causa disso, surgiu uma corrente contrária a industrialização do vinho.

O álcool

A palavra álcool deriva da língua árabe, empregado tanto para designar um líquido, ou um pó muito fino. É muito difícil precisar quem primeiro produziu o álcool. Sabe-se, que a destilação de líquidos fermentados, era conhecida por diversos povos antigos.

O álcool teve ao longo da história varias denominações: água ardente, alma do vinho, água fragrante, chama permanente ou eterna (que não podia ser solidificada ou fixada), mercúrio vegetal, ar animal, luz dos mercúrios. Nos tempos medievais, era conhecida como prima essência, espírito sutil, quintessência, espírito do vinho, água de vida e finalmente álcool.

É crédito do médico suíço Theophrast Bombast, o fato, de ter usado pela primeira vez, o nome álcool em seus escritos, em que descrevia, com detalhes, sua própria concepção de como deveria ser realizada a destilação.

No século XV, o álcool deixou de ser monopólio dos sábios, alquimistas e religiosos, para passar às mãos de comerciantes. Nesse aspecto, destacaram-se os holandeses, a eles, se deve não só a difusão, aos diferentes usos de álcool, mas o uso como bebida. Somente no início do século XX, o uso de álcool se ampliou consideravelmente, foi empregado na indústria química, para fins científicos e na fabricação de bebidas e vinagre. Foi também muito utilizado na iluminação.

Outro tipo de álcool menos comum era o metanol, fabricado a partir de colheitas de agrícolas, era conhecido como álcool da madeira, e impróprio para consumo humano.

A ampliação do uso de álcool exigiu modernização no processo de sua produção. O método tradicional era feito a partir do preparo do mosto, com matérias açucaradas. Este mosto era submetido à fermentação alcoólica e em seguida a destilação. Obtinha-se um álcool com um teor elevado, denominada flegma, que devia ser destilada para depois ser comercializada.

A destilação comum permitia obter o álcool com composição inferior a 96%; para elevar o teor em 2 e 3%, retirava-se a água, que restava por meio da desidratação, com uso de agentes químicos (cloreto de cálcio e carbureto de cálcio). Em seguida, era submetida a uma nova destilação, para obter o álcool absoluto.

A cachaça – destilado exclusivo do Brasil

Em 2002 a cachaça foi apontada pela Organização Mundial de Aduana, como uma bebida destilada endêmica, exclusiva do Brasil.

A cachaça surgiu nas senzalas deste país, onde, escravos do engenho sabiam que a partir da garapa, que ficava ao relento e azedava, formava-se um líquido de sabor agradável e embriagante, denominado inicialmente por cagaça. O consumo da cagaça ajudava a esquecer da vida dura, e ainda, diminua a fome. Por isso, os senhores de engenho incentivaram o consumo entre os escravos.

No processo industrial empregou-se a cana-de-açúcar, previamente despalhada pela ação do fogo, e colhida à mão. Antes de entrar na fábrica, ela passa por uma lavagem, em seguida, extrai-se o sumo da cana, por meio de um equipamento, a moenda. Para facilitar a operação, adicionava-se a água, obtendo o caldo misto, que posteriormente, era conduzido para as bordas de fermentação, onde seria adicionado o

levedo. Este processo durava de 10 a 24 horas, o destilado obtido continha 47% de álcool em volume.

Os cientistas da fermentação

Foi no século XVII que ocorreu o estudo sistemático da fermentação, principalmente a alcoólica. O tema era ainda controverso e duvidoso, mas foi foco de estudo em vários países. As modificações inexplicáveis, apresentadas pelas matérias fermentáveis, intrigavam e fascinavam cientistas e filósofos, que procuravam descobrir a causa desse fenômeno natural.

Os primeiros estudos sobre fermentação foram conduzidos quase todos por químicos, aos poucos, novos conhecimentos foram incorporados, como descritos a seguir:

Thomas Willis (1621-1675)	A primeira concepção filosófica de fermentação: ele escreveu que o levedo dotado de íntimo de decomposição, transportava esse movimento a matéria fermentescível, possibilitando a separação das partículas homogêneas e depois seriam combinadas sob a forma de compostos estáveis. Alguns compostos permaneciam como o álcool, outros eram liberados como o gás carbônico.
Ernst Stahl (1697)	Formulou conceitos que mais tarde conduziram àqueles das enzimas e dos catalizadores de reações.
Antoine Laurent Lavoisier (1745-1794)	Defendeu Stahl e Willis Investigava o mundo microscópico.
Jean Baptiste Van Helmont.	Em 1652 percebeu durante a fermentação, a produção de um gás especial, diferente do álcool com o qual era confundido.

Sylvius de le Boe (1659)	Distinguiu o processo de outras reações químicas, não só pelos gases que liberava, mas também pela liberação de determinados ácidos.
Johann Joachim Becher (1635 -1682)	Ressaltou que somente os líquidos açucarados poderiam entrar em fermentação espirituosa. Segundo ele o álcool não preexistia do mostro, mas se formava durante a fermentação, sobre as influências do ar.

A descoberta do mundo microscópico mudou a história das ciências, o pioneiro nas pesquisas microscópicas, foi o alemão Athanasius Kircher. Seu instrumento tinha uma só lente e capacidade de aumento de 32 vezes; O primeiro relato de um microscópico surgiu em 1625, que Cornelius Drebbel possuía.

Em seguida, surgiu Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723), que nasceu e viveu em Delft na Holanda, passou a observar coisas incríveis no microscópico. Com um auxílio de um microscópico simples, observou os animálculos, que dançavam em uma gota de água.

Os conceitos de fermentação

No século XVIII, já havia algumas ideias a respeito do fenômeno da fermentação, os quais estão descritos a seguir:

- ✓ Era necessário um agente para desencadear e dela também se desprendia um gás indispensável para provoca-lo.
- ✓ Lavoisier considerou o processo de fermentação uma das mais extraordinárias das reações químicas. Ele formulou a lei considerada alicerce da química experimental, estabelecendo que na natureza ocorram somente modificações ou

mudanças, ou seja, para ele na natureza nada se cria nada se perde. O princípio a ser formulado é que: em todo processo há uma quantidade igual de matéria antes e depois da reação e a qualidade e quantidade dos princípios seriam os mesmos.

Lavoisier foi brilhante ao inserir procedimentos de análise quantitativa aos estudos das relações existentes, entre o açúcar e seus derivados. Ele mostrou que neste processo o açúcar era desdobrado em álcool e anidrido carbônico e que era possível recombina-los para formar novamente o açúcar.

- ✓ Thénard mostrou que a fermentação tinha compostos nitrogenados e com a destilação produziam amônia. Também apontou que todos os líquidos fermentáveis produzia um levedo semelhante ao da cerveja.
- ✓ Em 1825 o químico J.J. Colin afirma que o levedo é formado durante a fermentação do açúcar, na ausência do oxigênio. Confirmando a teoria de Thénard.
- ✓ O biólogo J. B. Desmazieres, em 1826, analisou os micróbios da cerveja e do vinho, alguns de seus desenhos se assemelhavam com leveduras. Porem não lhe atribui à atividade de fermentação.
- ✓ Em 1836, três cientistas estabeleceram que a levedura era um ser vivo. Os três pesquisadores foram: Charles de la Tour, Friedrich Traugott e Theodor Schwann. Definiram, portanto, que as leveduras eram seres vivos, ou seja, matéria organizada.
- ✓ Em 1860, Pasteur tentava provar o papel da levedura na fermentação, porem J. H. van den Broek corroborou sua tese: estudando o suco de uva, ele atribui à fermentação às células do fermento.

2.2 As contribuições de Louis Pasteur

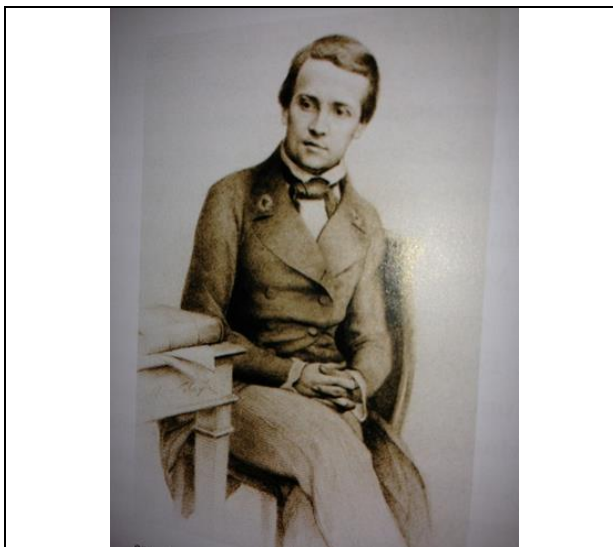


Figura 03 - Louis Pasteur (1822-1896), ainda jovem, em Paris. Retratado por Lebayle, por volta de 1945. Imagem retirada do livro: fermentação alcoólica – ciências e tecnologia.

Louis Pasteur foi o segundo filho de um médico, que cuidava heroicamente dos doentes, em um subúrbio de Paris. Tornou-se, um dos mais importantes microbiologistas de todos os tempos.

As descobertas de Pasteur modificaram o mundo, e conseqüentemente, o futuro da humanidade. Seus conhecimentos deram origem às regras de higiene e imunologia.

A descoberta de que, os organismos vivos, são a causa da fermentação, é a base de toda a teoria moderna de germes causadores de doenças e do método antisséptico de tratamento. Pasteur realizou diversos trabalhos em diferentes áreas, como descrito a seguir, no quadro cronológico:

Período	Pesquisa
1847-1857	Cristalografia: atividade óptica e assimetria cristalina.
1857-1865	Fermentação e Geração espontânea:

	estudos sobre o vinagre.
1865-1870	Doenças de Bicho da Seda.
1871-1876	Estudos sobre a cerveja; novos debates sobre Fermentação e geração espontânea.
1877-1895	Etiologia e profilaxia de doenças contagiosas.

A partir de 1884, Pasteur com o apoio do governo francês, começou estudar a vacina contra a raiva, que acabou sendo testada em seres humanos, tendo sucesso em julho do ano seguinte. Em 1888, foi inaugurado o Instituto Pasteur.

Morreu aos 72 anos, paraplítico, em um quarto simples do seu Instituto, onde mais tarde seria enterrado, com todas as honras. Uma inesquecível homenagem lhe foi feita aos 70 anos, pela Universidade de Sorbonne.

Pasteur e a fermentação

Em 1855 e 1875, Pasteur estabeleceu, equivocadamente, que a fermentação alcoólica era um fenômeno fisiológico (e não biológico). Porém, proporcionou uma interpretação correta do processo de fermentação, a partir do conhecimento disponível da época. Estabelecendo as seguintes premissas:

- a. Durante toda a fermentação alcoólica, além do álcool e do gás carbônico, se forma a glicerina e o ácido succínico.
- b. A glicerina e o ácido succínico são produtos dependentes do açúcar, sem que ocorra ação da levedura aja, de nenhuma forma nesse processo.
- c. O ácido láctico observado em quantidade variável na fermentação alcoólica é o resultado de uma fermentação parcial paralelo à primeira.

2.3 A Bioquímica da Fermentação Alcoólica

A fermentação alcoólica é um processo biológico, cujo principal agente é a levedura, as espécies de leveduras mais utilizadas são *Saccharomyces cerevisiae* e *Schizosaccharomyces pombe*. Ao metabolizar anaerobicamente o açúcar, são capazes de gerar ATP (trifosfato de adenosina), que posteriormente é empregada para as mais diversas atividades metabólicas da célula de levedura.

As leveduras absorvem sacarose na forma de seus monossacarídeos estruturais, a glicose e frutose, após a reação de hidrólise pela enzima invertase.

A fermentação é um processo de produção de moléculas, para fins enérgicos, que ocorre sem a participação do oxigênio (processo anaeróbio). **A fermentação compreende um conjunto de reações controladas, através das quais uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples, liberando energia.**

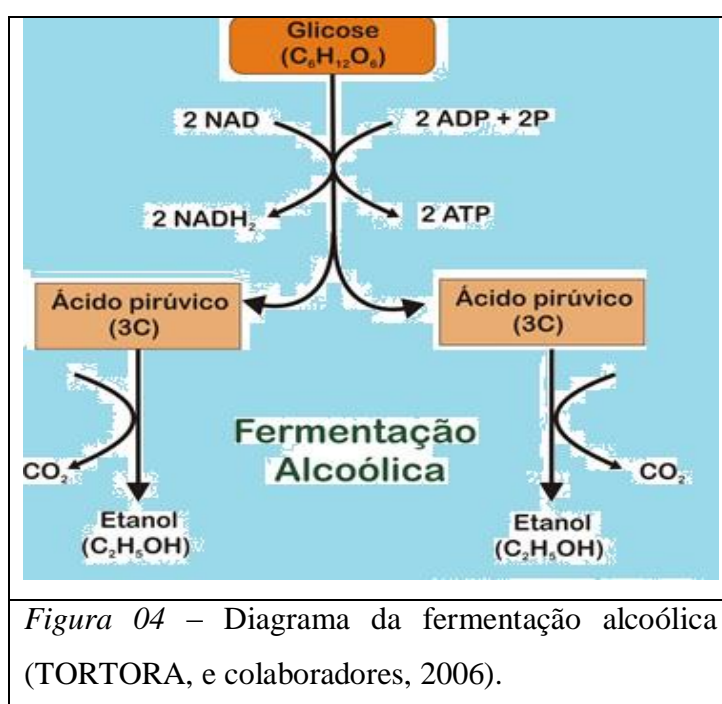
TORTORA; FUNKE; CASE, (2006) descreve algumas características que definem o processo de fermentação alcoólica:

- Forma aminoácidos, ácidos orgânicos, purinas e pirimidinas.
- Não requer oxigênio.
- Não requer o uso de uma cadeia transportadora de elétrons (durante a fermentação os elétrons são transferidos junto com os prótons das coenzimas (NADH e NADPH) para o ácido pirúvico e ou para seus derivados).
- Utiliza uma molécula orgânica comoceptor final de elétrons.
- Produz pequenas quantidades de ATP, que é gerado durante a glicólise.

A **glicólise** (conversão da glicose em ácido pirúvico) é o primeiro passo da fermentação alcoólica, porém, a levedura também faz uso da **frutose**, pois ela é absorvida pela levedura, e posteriormente, fosforilada a frutose 6 fosfato, que é

composto da via glicósídica, formado por uma isomerase, que transforma a glicose 6fosfato e frutose 6 fosfato em ATP.

A partir de cada molécula de glicose, obtêm-se duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas ATP. Na próxima reação, as duas moléculas de ácido pirúvico são convertidas em duas moléculas de acetaldeído e duas moléculas de CO₂. As duas moléculas de acetaldeído são então, reduzidas por duas moléculas de NADH, para formar duas moléculas de etanol (Figura 04).



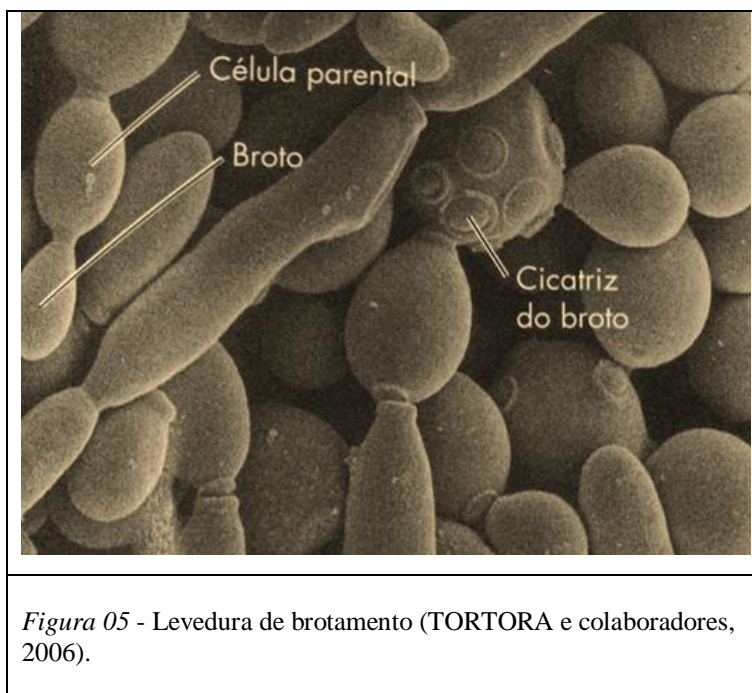
A levedura

A levedura é um organismo vivo com características próprias, responsável pelo processo de fermentação alcoólica. Ela utiliza o açúcar para obter energia, que destina às funções vitais, e não para produzir álcool. Na verdade, o álcool é uma consequência do processo de biológico de fermentação realizado pela levedura.

As leveduras são fungos unicelulares, não filamentosos, com forma esférica ou oval. São amplamente encontradas na natureza, são frequentemente encontradas como um pó branco, cobrindo frutas e folhas. As leveduras de brotamento como as

Saccharomyces, dividem-se, formando células desiguais (TORTORA; FUNKE; CASE, 2006).

As leveduras podem multiplicar-se por brotamento, esporulação ou fissão. O método mais comum é o brotamento, no qual se forma uma estrutura parecida com um tubo, a partir do vacúolo nuclear da célula mãe (Figura 05).



Os produtos secundários da fermentação alcoólica

Na sequência das reações enzimáticas de produção de ATP, aparecem rotas metabólicas alternativas, para a formação de materiais necessários à construção da biomassa. São eles: polissacarídeos, lipídeos, proteínas, ácido nucléico e outros. Outros compostos podem se formar eventualmente, durante a fermentação, que reduzem a produção de álcool, tais como glicerol, ácidos orgânicos (succínico, acético), ácidos superiores, acetaldeído, acetoína e butilenoglicol.

O glicerol é o composto secundário encontrado em maior quantidade. Como esta na mesma via de interesse do etanol, compete com ele na sua produção. O principal

ácido formado pela levedura é o succínico, desenvolve-se, a partir do piruvato, especificamente, na atividade residual de enzimas respiratórias, quando a mitocôndria está reprimindo em anaerobiose, ocorrendo um processo oxidativo.

Estima-se que 5% do açúcar metabolizado pela levedura seja desviado, para gerar tais produtos secundários da fermentação, sendo que, os restantes 95% resultam no rendimento em etanol, conforme foi observado por Pasteur.

A fermentação alcoólica é um tema interdisciplinar, que pode ser usado de forma contextualizada, fazendo uso de sua história como recurso para dar sentido ao conteúdo ensinado. Portanto, discutiremos esses termos a seguir.

CAPÍTULO 3 – A INTERDISCIPLINARIEDADE, A CONTEXTUALIZACAO E O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA, A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E AS PRÁTICAS DIALÓGICAS.

3.1 Interdisciplinaridade

Hoje em dia, o ensino de ciências tem uma abordagem disciplinar fragmentada, de modo que, não há relação entre as disciplinas científicas, apresentam-se comprometida, tornando o ensino descontextualizado. A interdisciplinaridade surge como uma tática de superar essa fragmentação das disciplinas (ARAGÃO DE SÁ e SILVA, 2005).

Ainda recorrendo aos autores, que definem a interdisciplinaridade como (p. 283): [...] uma ação de transposição do saber posto na exterioridade para as estruturas internas do indivíduo, constituindo o conhecimento; necessária para mediar à comunicação entre professores, e entre eles e o mundo do senso comum.

Para Bianchetti e Jantsch (1995, p. 64): “[...] A interdisciplinaridade consiste precisamente na transposição, no deslocamento de um sistema construído para outro.

Assim a interdisciplinaridade tem como base, a formação e fundamento da produção do saber”.

Para Bianchetti e Jantsch (1995) a interdisciplinaridade é um elemento mediador de comunicação do cientista consigo mesmo e das diferentes disciplinas ou construtos entre si e entre a linguagem do cotidiano. Os autores resumem (p. 75):

[..] pode-se dizer que é o princípio da compreensão da ciência para o próprio cientista, da compreensão de seus pressupostos e de seus limites, portanto, o princípio da exploração máxima da potencialidade de cada construto, e, quando o cientista descobre os limites, ela o impulsiona a busca de novos horizontes para a superação do atual construto e a criação de um novo.

É através da interdisciplinaridade que o ensino se inova na busca do conhecimento. Por isso é importante compreender a importância da interdisciplinaridade na apropriação do conhecimento.

Luck (1994)¹⁵ citado por Aragão de Sá e Silva (2005) aponta que a qualidade do ensino está relacionada com a prática interdisciplinar, pois, através de um projeto pedagógico interdisciplinar, superam-se as barreiras impostas pela fragmentação das disciplinas. Assim, tem-se a comunicação entre alunos, professores e conteúdos.

Japiassu (1976)¹⁶ citado por Aragão de Sá (2006) descreve alguns obstáculos na realização de um projeto pedagógico interdisciplinar, tais como: obstáculos psicológicos, linguísticos e sociológicos, que se tornam evidente na comunicação entre professores, na formação e na competição; outro obstáculo é na especialização de docentes, que tem caráter de fragmentação das disciplinas; e por fim, a própria pedagogia que valoriza a repartição das disciplinas.

Mesmo diante de tantos obstáculos, Japiassu (1976)¹⁶ sugere algumas etapas importantes para se desenvolver uma metodologia interdisciplinar:

- I. A constituição de grupos de pesquisadores.

- II. O estabelecimento de conceitos chaves para a pesquisa, o domínio linguístico.
- III. A formulação do problema de pesquisa.
- IV. A organização e a repartição de tarefas.
- V. A apresentação dos resultados disciplinares e discussões pela equipe.

A interdisciplinaridade e a educação

As diretrizes do currículo nacional incentivam o ensino a desenvolver uma prática interdisciplinar, pois sugerem que todo conhecimento deve manter um diálogo permanente com outro conhecimento, isso significa, que o ensino deve ter como princípio a interdisciplinaridade (BRASIL, 1996).

E ainda, de acordo com as Orientações Curriculares do Ensino Médio (2004, p. 232):

A educação escolar, pela significação dos conhecimentos historicamente construídos, permite a compreensão da vivências em novos níveis, mais do que deixar de lado um tipo de conhecimento para colocar outro em seu lugar. Isso acoplado a ideia de uma abordagem temática, além de permitir a contextualização e a interdisciplinaridade, leva em conta duas perspectivas, oportunizando o desenvolvimento dos estudantes.

A interdisciplinaridade propõe um estudo comum de problemas concretos, de projetos de ação e investigação, tendo como principal objetivo o desenvolvimento da aprendizagem do aluno (PENIN, 2006).

O trabalho interdisciplinar é uma atividade fundamentalmente direcionada, sendo que uma prática interdisciplinar pode apresentar finalidade teórica e utilitária, no caso de apresentar finalidade teórica, esta propenderá à representação de conceitos e fornecimento de linguagem de situações (FAZENDA, 1993).

Segundo Fazenda (1993) a interdisciplinaridade promove a eliminação de lacunas existentes entre a atividade profissional e a formação escolar. Possibilita a retorno ao

mundo vivido e a recuperação da unidade pessoal, a tomada de consciência sobre o sentido da presença do homem no mundo.

Câmara (1999) diz que é na sala de aula que podemos observar a interdisciplinaridade, quando percebemos o seu caráter político e transformador, não considerando apenas que sala é um recurso metodológico. Para isso, se faz necessário uma prática pedagógica lógica consolidando a articulação entre teoria e prática.

As oficinas de experimentação temáticas tendem a compor propostas interdisciplinares, pois quando se realiza este tipo de atividade, obrigatoriamente, há a abordagem de conceitos dos mais variados campos da ciência e uma relação entre teoria e prática.

3.2 A contextualização

A contextualização dos conteúdos curriculares é um assunto de extraordinária relevância para a construção do currículo escolar, este fato, torna-se evidente quando verificado na proposta das Diretrizes do Currículo Nacional. No qual, aparecem dois pressupostos:

- I. O primeiro deles é que a analogia entre teoria e prática demanda uma concretização dos conceitos, através de situações familiares aos alunos;
- II. O segundo pressuposto, é que o ensino que emerge de situações do cotidiano e da experiência do aluno, possibilita um aprendizado efetivo de conceitos complexos (PENIN, 2006).

Em relação à parte diversificada, as DCNs do currículo determina que esta, se integre a base comum, seguindo os mesmo fundamentos e princípios dos conteúdos da base comum.

As Orientações Curriculares do Ensino Médio (2004) prevê a autonomia dos sistemas e unidades escolares, para promover a contextualização dos conteúdos curriculares, de acordo com o contexto de cada região e realidade do discente. Estes são parâmetros propostos, que visam o estabelecimento da contextualização, como forma de organização dinâmica dos conteúdos de ciências, interagindo com temas sociais.

Gonçalves e Marques (2006) demonstram a importância da contextualização para a formação do discente, ao afirmarem, que ela pode ser um meio de desenvolver atitudes e valores. Pois, ao imaginar o mundo, na sala de aula, com mais argumentos vindos de experiências sociais, admitimos uma postura social e cidadã.

Atualmente, o que se percebe nas escolas, é um estudo fragmentado e descontextualizado, em todas as áreas do ensino. A respeito disso, existe uma constante preocupação de pesquisadores das mais diversas áreas do ensino de ciência.

Como exemplo dessa questão, podemos citar as colocações de Oliveira, et. al., (2011), acerca do ensino de expressão gênica no nível médio. Em seus trabalhos, os autores afirmam que conhecimento vem sendo abordado de forma fragmentada e descontextualizada, sendo que, professores demonstram dificuldades em trabalhar os conteúdos de forma sistêmica, e ainda, observa-se a falta de perspectiva histórica.

A contextualização a partir do uso de temas sociais

O uso de temas sociais promove a contextualização do conteúdo curricular com o cotidiano do aluno, trazendo para sala de aula, discussões de caráter científico, tecnológico e social. Convidando assim, o discente a desenvolver uma opinião crítica (SANTOS E SCHNETZLER, 2003).

Ainda de acordo com esses autores, em trabalhos realizados no ensino de Química, apontam que o ensino através de temas sociais, promoveria algumas situações, como:

- I. A compreensão de fenômenos químicos ligados ao cotidiano.
- II. A interpretação das informações químicas transmitidas pelos meios de comunicação.
- III. A compreender e avaliar as aplicações e implicações tecnológicas.
- IV. A tomar decisões frente aos problemas sociais relativos à química.

De acordo com a Organização Curricular do Ensino Médio (2004) o ensino de maneira geral, deve buscar adaptar-se as necessidades dos alunos e do meio social. Promovendo a participação da comunidade e o investimento em práticas pedagógicas diversas.

Nesse contexto, valoriza-se uma educação que permite a interação da ciência com os aspectos históricos e sociais, dos mais variados conceitos estudados (SANTOS E SCHNETZLER, 2003). Pois assim, durante o processo de apropriação do conhecimento, o aluno seria capaz de dispor de um a aprendizado que fizesse sentido.

Dando ênfase a essas ideias, (SANTOS E SCHNETZLER, 2003, p. 95) afirmam que: O ensino deve ser caracterizado pela abordagem integrada de dois aspectos centrais: a informação química e o contexto social.

Para Kinaisi e Zanon (1997), o fato de uma simples abordagem de temas sociais não viabiliza a ascensão de aprendizagens que seja críticas e interdisciplinar. E, por isso, é preciso dar grande relevância ao conhecimento científico.

No parecer final das Diretrizes Curriculares Nacionais, há uma menção de um dos papéis que o professor exerce no processo de ensino-aprendizagem. Este papel nada

mais é que, a postura do educador como o grande protagonista de uma proposta pedagógica, ou seja, sem o professor nada sai do papel.

3.3 O uso da História no ensino de ciências

A história das ciências tem sido considerada uma estratégia eficaz para superar alguns problemas no ensino de ciências, a seguir, destaca-se certos benefícios completados a partir do uso desse recurso na educação (PEREIRA E SILVA, 2009):

- I. Desmistifica e rompe a imagem errada que os discentes fazem da ciência.
- II. Serve como instrumento e motivação para os alunos.
- III. Possibilita o entendimento de como o conhecimento científico é construído.
- IV. Possibilita a compreensão entre da relação entre ciências, tecnologia e sociedade.
- V. Humaniza as ciências
- VI. Diminui a dificuldades que os alunos têm em compreender determinados fenômenos.
- VII. Combate o dogmatismo e o cientificismo.

Matthews (1995) explica que não é necessário criar uma nova disciplina para introduzir a história das ciências. Basta o professor abordar de forma natural, sempre que tratar de um conteúdo. Para isso ele deve apontar os aspectos históricos do assunto.

Consideramos neste capítulo, a importância do uso da história para a formação do aluno. Portanto, destaca-se, que a história da ciência é importante em todos os níveis do conhecimento, principalmente, para alunos de curso de licenciatura. Neste aspecto, o futuro docente toma ciência e se apropria das informações históricas, podendo assim, reproduzi-la através da transposição didática.

Para Matthews, et. al. (1995) a História da filosofia das Ciências (HFS) tem como objetivo, promover, a partir de estudos reflexivos, das principais teorias e temas, contemporâneos da filosofia da ciência, a investigação conceitual dos fundamentos e dos limites epistemológicos e do significado intelectual e cultural do conhecimento científico.

Ainda referindo-se a esse autor, ele defende o uso HFS no ensino de ciências e na formação de professores, pois assim, o conteúdo seria ensinado no contexto ético, social, histórico e filosófico. Desse modo, a História e a Filosofia da Ciência (FHS) colaboram com a formação e o aperfeiçoamento de profissionais das mais diversas especialidades científicas.

A História e a Filosofia podem proporcionar uma estrutura mais humana nas ideias de ciência, tornando o conhecimento científico mais acessível e as explicações mais interessantes de serem contemplados (Matthews, et. al. 1995).

Pereira e Silva (2009) sugerem o uso da História da Ciência como instrumento de motivação para os alunos, induzindo-os a entender como ocorre a construção do conhecimento científico. Esta seria uma tática para solucionar problemas de aprendizagem, pois além de motivar os alunos, também humaniza a ciência, promove a interdisciplinaridade e reduz o grau de dificuldade ao aprender.

O ensino de ciências tem a função de auxiliar o discente a compreender o mundo, porém, a educação não está alcançando este feito com êxito. Assim, o ensino formal, não tem conseguido cumprir seu maior papel para a sociedade, que é a formação crítica e consciente.

Em relação ao ensino de Química, as Orientações Curriculares do Ensino Médio, prevê, dentre outras competências, a contextualização sociocultural, que compreende:

- ✓ A compreensão do conhecimento científico e tecnológico com construções históricas integrantes da cultura humana.
- ✓ A avaliação do conhecimento tecnológico contemporâneo em suas dimensões no cotidiano de pessoas.
- ✓ A compreensão do caráter ético do conhecimento científico e tecnológico.
- ✓ A implicação da compreensão do caráter ético e tecnologia e ciência, no exercício da cidadania.

3.4 O uso da Experimentação no Ensino de Ciências.

A experimentação entrou para o currículo escolar no final do século 19, a Inglaterra e Estados Unidos foram os pioneiros no assunto. Mas, foi durante a década de 30, que a atividade experimental ganhou foco. Neste período o ensino inseriu a valorização do fazer por parte do aluno, no qual, o ensino se aproxima de sua realidade, e assim, facilitando a ligação entre pensamento reflexivo e experiências da vida do aluno (SILVA e Colaboradores, 2010).

A introdução da atividade experimental no Brasil tinha como objetivo a utilidade, ou seja, um enfoque de interesse econômico, como por exemplo, a transformação e extração de minérios. Somente no século 20, foi determinado pelo Estado que as instituições educacionais deveriam ter laboratórios para o ensino de ciências (SILVA e Colaboradores, 2010).

Ao discutir o papel da experimentação no ensino de ciências, ainda recorrendo a Silva e Colaboradores (2010, p. 235), elucidam o modo como devemos entender a experimentação: “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade

que permite a articulação entre fenômenos e teorias, desta forma o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”.

Bizzo (2000) afirma que o ensino sabe bem qual objetivo deve alcançar, mas as discussões de como proceder para obter esses objetivos apontam para vários caminhos, sendo assim, é visível que o conhecimento científico de laboratórios precisa passar por uma seleção e adaptação até chegar às salas de aulas. O autor se refere diretamente à experimentação no ensino de ciências, em que a escola e o professor devem definir parâmetros epistemológicos diferenciados.

O papel da experimentação no ensino de ciências é contribuir para o processo de ensino – aprendizagem dos alunos, incluindo principalmente a formulação conceitos, de forma sempre inter-relacionada com o cotidiano e o assunto estudado em sala de aula (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Os temas trabalhados no experimento devem ser extraídos de um contexto social e histórico do discente, tornando o aprendizado significativo durante a realização da experimentação. A experimentação também é significativa para desenvolver habilidade de raciocínio, pensamento analítico (decompor um fenômeno complexo em partes) e motivar a aprendizagem (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Entretanto, é preciso estar atento aos objetivos do experimento, limites e aplicações. SILVA, et. al., (2010) evidencia que o simples fato de realizar atividade prática com os alunos, não assegura por si só a aprendizagem efetiva sobre o conhecimento de ciências.

Nessa atual conjuntura, a função do professor de ensino de ciências ultrapassa os muros da escola e se transforma em ações práticas vivenciadas pelo aluno. Por isso é eminente à importância da aplicação de diversos recursos didáticos durante as aulas. A

atividade experimental torna-se um recurso valioso no processo de Ensino e Aprendizagem.

Para Silva e Zanom (2000), o potencial da experimentação está em auxiliar o aluno a aprender através do estabelecimento das interações entre os saberes teóricos e práticos, intrínsecos ao processo de conhecimento escolar em ciências.

Segundo Mortimer e Miranda (1995), a utilização de experimentos simples no ensino de Química, no qual sua análise é feita através de reflexão e observação orientada por questões como: que substâncias se transformam? Ou ainda, porque acontece a transformação? Podem promover a apropriação de novas concepções.

Os experimentos desenvolvidos para o processo de ensino-aprendizagem, devem se estabelecer na problematização, como enfatizados no discurso de Aragão de Sá (2006, p. 100):

A utilização de experimentos deve basear-se na problematização, tematização e contextualização de determinados fenômenos, pois a ausência dos mesmos pode fazer com que o aluno tome por reais, formulas e substâncias químicas ou modelos expressos na sala de aula.

Assim, as atividades experimentais propostas no módulo orientado deste trabalho, dispõem de maneira integrada, os três níveis de conhecimento descritos por Mortimer e Colaboradores (2000)¹⁴, citado por Aragão de Sá (2006):

- ✓ Prático/fenológico – caracteriza-se pela visualização completa ou pelo manuseio de materiais, substâncias e transformações químicas, bem como pela descrição de suas propriedades.
- ✓ Teórico/modelo – caracteriza-se por uma natureza anatômica molecular, envolve explicações de conceitos abstratos.
- ✓ Nível representacional – representação das substancias, suas formulas e transformações.

3.5 As Interações Dialógicas

Existe uma grande preocupação com a forma em que um professor conduz suas atividades em sala de aula, principalmente no que se refere a seu discurso. Monteiro e Teixeira (2004) identificaram em seu trabalho que a fala do professor, quando composta por diferentes recursos discursivos, contribui para o processo de construção de argumentos por parte dos alunos.

Há uma classificação de categorias do tipo de fala do professor em sala de aula ou recurso discursivo, a qual, esta dividida em: argumentação retórica, socrática e dialógica. O quadro a seguir, define as principais características dos três tipos de fala ou argumentação, segundo Boulter e Gilbert (1995)¹⁸ citado por Monteiro e Teixeira (2004):

Tipos de fala do professor	Características Principais
Argumentação retórica	Tem como alicerce a transmissão de conhecimentos, usa ferramentas tradicionais, alunos passivos a conflitos internos, o professor ocupa papel transmissor de conteúdos.
Argumentação socrática	Tem como base a condução dos alunos a descoberta, o professor ocupa papel de condutor.
Argumentação dialógica	Baseia-se no compartilhamento de ideias entre alunos e professor, o papel do professor é mediar as concepções dos alunos e os conceitos cientificamente aceitos, os alunos participam intensamente do processo de discussão, utiliza-se ideia de confrontação de ideias para a resolução de problemas.

Argumentação dialógica

Ainda recorrendo aos autores Boulter e Gilbert (1995)¹⁸ citado por Monteiro e Teixeira (2004) destaca-se que, no discurso dialógico é notório o empenho do docente para comprometer os alunos com o processo de ensino-aprendizagem, por meio da mediação de concepções expostas e o conhecimento científico.

A categoria de argumentação dialógica está subdividida nas seguintes subcategorias, dispostas no quadro a seguir (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004):

Subcategoria da argumentação dialógica	Características
Instigação	Visa incentivar os alunos a expor suas opiniões, início do processo de interação na sala de aula.
Contraposição	O professor destaca contradições nos argumentos dos alunos. Confronta ideias.
Organização	Sistematiza as ideias, articulação de ideias.
Recapitulação	Conclusão de ideias, síntese de todas as ideias discutidas.
Recondução	Retoma o desenvolvimento das discussões pertinentes, define os limites das discussões.
Fala avaliativa	Busca da lógica utilizada pelo aluno ao fazer determinada afirmação, investigação dos motivos que levaram o discente a determinada afirmação.

Na perspectiva de uma proposta de trabalho com o uso do discurso dialógico o aluno tem papel ativo nas atividades de sala de aula. O centro das atenções é sua fala e suas ideias, cabe ao docente exercer um papel de apoio ao desenvolvimento da construção coletiva de conceitos estudados (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004).

Os conceitos científicos estão diretamente relacionados a um perfil conceitual. A abordagem do perfil conceitual é baseada no entendimento de que as pessoas têm diferentes maneiras de ver e conceituar o mundo (MORTIMER, 2010).

Perfis conceituais são modelos da heterogeneidade de pensamento verbal (TULVISTE, 1991¹⁹ citado por MORTIMER, 2010). Para Mortimer (2010) o perfil conceitual está ligado aos significados socialmente construídos por cada um, portanto, o modo pensar ou atribuir significados é singular.

Para enriquecer um perfil conceitual devemos considerar a prática do diálogo. “O diálogo constitui inevitavelmente toda experiência de aprendizagem. Aprender a dialogar com a palavra do outro. É povoar esta palavra com suas próprias palavras” (MORTIMER, 2010, p.185).

O conhecimento científico é apropriado por alunos, quando estes estão envolvidos socialmente em discussões e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Portanto, conferir significado ao conhecimento, é um processo dialógico. “Em vez de construir uma única e poderosa ideia, os indivíduos podem apresentar maneiras diferentes de pensar” (DRIVER e colaboradores, 1999, p.34).

CAPITULO 4 – CIÊNCIA – TECNOLOGIA – SOCIEDADE (CTS)

A CTS é uma linha de pesquisa do ensino de ciências que tem como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores, na formação humana. Tendo como compromisso a formação da cidadania para uma sociedade justa e igualitária (SANTOS E AULER, 2011).

Santos e Auler (2011) recorre a Roberts (1991)²⁰ ao descrever a CTS em seu trabalho como uma ciência no contexto social que apresenta como característica a inter-relação entre a compreensão da ciência, o planejamento tecnológico e a solução de problemas da sociedade.

O entendimento dessa inter-relação fica mais clara no texto de Hofstein e colaboradores (1988)²⁷, citado por Santos e Schnetzler (2010): “Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade)” (p.61).

O diagrama a seguir é uma proposta de Hofstein e colaboradores (1998)²⁷ que representa a inter-relação entre ciência, tecnologia, sociedade e o aluno, citado por Santos e Schnetzler (2010, p.62):

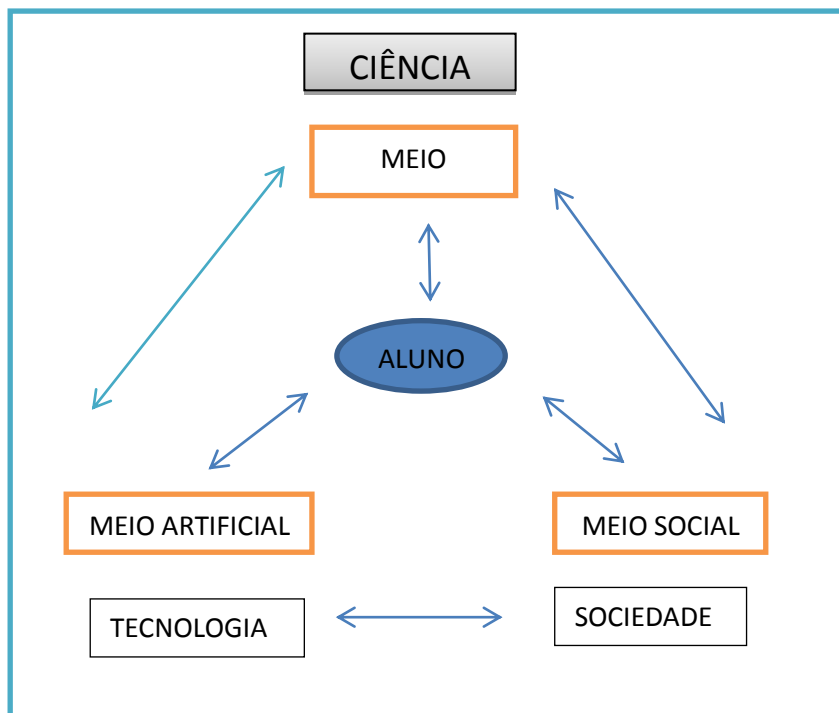


Figura 6 – Diagrama da inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Solomon (1988)²¹ citado por Santos e Schnetzler (2010) descrevem três importantes componentes da CTS:

1. Quanto às ciências: para a CTS a ciência deve ser contínua e não permanente, sempre destacando seu caráter provisório. Sendo assim, os discentes não terão dificuldades em aceitar mais de uma possibilidade para a resolução de problemas.

2. Quanto à tecnologia: para a CTS a tecnologia deve ser apresentada por suas inúmeras funções a serviço da sociedade. Promovendo assim, entendimento ao aluno, de que a tecnologia é um processo de desenvolvimento social, ao qual a sociedade tem necessidade.

3. Quanto à sociedade: a CTS deve possibilitar ao aluno a percepção de que ele tem poder de decisão na sociedade, por meio de suas opiniões.

Características do Ensino de CTS

Para esclarecer o que seria um ensino de ciências com enfoque CTS, Santos e Schnetzler (2010) utilizaram um quadro, extraído do trabalho de Zoller e Watson (1974, p.110)²², que traz uma breve comparação entre o ensino de ciências tradicional e um ensino de CTS:

Ensino clássico de ciência	Ensino de CTS
Organização as material conceitual a ser estudada (conceitos de física, química e biologia).	Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
Investigação, observação, experimentação e coleta de dados e descoberta como método científico.	Potencialidade e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	Prevenção de consequências em longo prazo.
Ciência como um processo, um atividade universal, um corpo de conhecimento.	Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas.
Ênfase à teoria para articular com a prática.	Ênfase a prática para chegar até teoria.

Lida com fenômenos isolados, exata e imparcial.	Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real.
Busca novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural.	Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos.

Além das comparações entre um ensino de ciência tradicional e um ensino de ciências com enfoque CTS, os autores também citaram McKavanag e Maher (1982)²³, para exemplificar como seria uma aula com enfoque CTS. No exemplo em questão, uma aula com o tema metais, teria a seguinte descrição:

1. Diversidade de funções dos metais, problemas de desperdício e desuso.
2. Produção de materiais referentes às propriedades e aplicações dos metais.
3. Visão histórica das descobertas dos metais.
4. Pesquisa sobre metais. Desenvolvimento de novas tecnologias.
5. Interpretações atuais sobre metais, busca de novos conhecimentos.

Fica claro que o ensino de ciências, com enfoque CTS, tem como estratégia uma abordagem interdisciplinar e que ignora o método de transmissão de conteúdos, como é visível no ensino tradicional (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

É consenso coletivo entre os autores de pesquisa em CTS a relevância social da educação em ciências e tecnologia. Santos e Auler (2011) enfatizam que ter acesso à educação científica é direito de todos, e que isso é primordial ao desenvolvimento humano. Para esses autores, quando se trata de uma sociedade democrática, espera-se a participação da sociedade em grandes decisões que envolvem natureza científica e técnica, ou seja, temos o direito de decidir se nos interessa fazer uso dos benefícios oriundos da ciência e tecnologia.

Também é dever e direito do cidadão reconhecer as mudanças, funções, benefício e malefício da tecnologia (SANTOS; AULER, 2011).

“A principal característica de uma sociedade realmente informada é o desenvolvimento de uma literacia científica crítica” (ALKENHEAD, 2009²⁴ citado por SANTOS; AULER 2011, p.145). Responder os problemas da humanidade é responsabilidade de todos. Compreender que a ciência tem função social é o primeiro passo para educação científica. Existe um apelo de cunho humanitário e consciente da UNESCO, apresentado na Conferencia Mundial sobre a Ciência, em 1999, que diz que: “A ciência está na sociedade e para sociedade” (SANTOS; AULER 2011).

CAPÍTULO 5 – SISTEMAS CONCEITUAIS EM CIÊNCIAS

Nogueira e Colaboradores (1981)²⁶ citado por Tolentino e Colocadores (1986) identificaram durante suas pesquisas, vários problemas no ensino de Química, em nível médio. Entre eles, destacam-se, a aprendizagem restrita de baixo nível cognitivo e a falta de relação entre os conteúdos pelos alunos.

Tolentino e Colocadores (1986) apresentam dados importantes em um dos seus trabalhos, a respeito do ensino de química da cidade de São Carlos – SP, no qual, identificaram os seguintes problemas no processo de ensino:

- ✓ Aprendizagem lenta.
- ✓ Aprendizagem restrita a objetivos de baixo nível cognitivo.
- ✓ Os alunos não relacionam o conteúdo entre si.
- ✓ Há uma pequena retenção do conteúdo aprendido.
- ✓ Demonstram interesse reduzido ou nulo pela disciplina.
- ✓ Altos índices de reprovação.

- ✓ Abandono escolar.
- ✓ Aprovação de alunos sem aproveitamento.

Para Tolentino e Colaboradores (1986) o modo como os conteúdos escolares são apresentados e organizados, pode de fato, ser a causa desses problemas no ensino. Os autores consideram que os conceitos em livros didáticos de Química, não são tratados com coerência. Sendo assim, fica inviável fazer a associação necessária entre os conteúdos, resultando na má qualidade do processo de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista a importância dos materiais utilizados por alunos, principalmente para auxiliar no aprendizado de conceitos, discutiremos a seguir, a importância do uso de sistemas conceituais, que geralmente, compõem os livros didáticos.

O principal objetivo de utilizar sistemas conceituais é chamar a atenção do aprendiz para o seu próprio pensamento, pois assim, beneficiaria o desenvolvimento de processos psicológicos complexos. Como fica evidenciado no discurso de Silva e Colaboradores (1986, p. 9):

[...] a necessidade dos conceitos serem enunciados, de modo, a definir um sistema de relação de generalizações (relações interconceituais), propicia ao aluno que, ao aprendê-los, pudesse focalizar a atenção sobre o seu próprio ato de pensamento, o que favoreceria o desenvolvimento de processos psicológico complexos, tais como, abstração e habilidade para comparar e diferenciar.

Um sistema de conceitos se caracteriza por apresentar uma hierarquização de conceitos, com relações de subordinação bem definidas. Trata-se da decomposição de um conceito, mais abrangente ou de maior generalidade, em conceitos menos abrangentes, (TOLENTINO e Colaboradores, 1986).

A estrutura lógica hierárquica, apresentada em um sistema conceitual, é condicionante para o desenvolvimento psicológico do pensamento categorial, conforme as ideias de Vygotsky¹² citado por Rocha-Filho e Colaboradores (1988).

Porém, o que se vê em livros didáticos de Química do ensino médio, é exatamente, o oposto, veja o modelo a seguir:

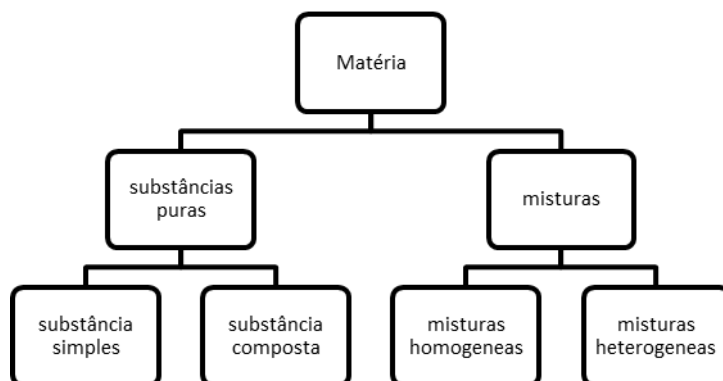


Figura 7 - Sistema conceitual de matéria encontrado em livro didático.

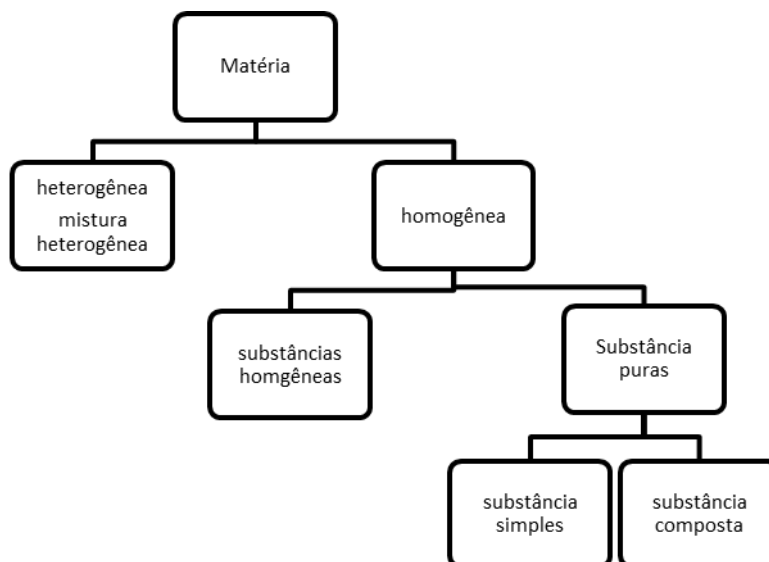


Figura 8 - Sistema conceitual de matéria

Avaliando estes sistemas (Figura 7 e 8), podemos verificar que há uma associação de dois sistemas conceituais de matéria: um refere-se à natureza da matéria,

e o outro à forma de apresentação da matéria. É possível identificar, que os dois sistemas não seguem um padrão de organização hierárquica, no qual, não há uma relação precisa de subordinação.

Os conceitos não fazem parte de um mesmo nível de classificação, sendo que, conceitos menos abrangentes deve ser mutuamente excludentes. Portanto, não atendem a um nível lógico (TOLENTINO; SILVA; ROCHA-FILHO E TUNES, 1986).

Este tipo de relação leva a problemas como descritos a seguir:

Figura 7	Figura 8
Essa substância só ocorre para um tipo de matéria, as substâncias puras. E, portanto, os conceitos menos abrangentes de substância simples e composta não estariam dentro dos conceitos mais abrangentes como homogênea e heterogênea.	Substâncias simples e compostas só ocorrem para um tipo de matéria homogênea, as substâncias puras.

Também podemos concluir, que os termos conceituais apresentados em ambos os sistemas, são apresentados como cotidianos, e não como científicos. Tolentino e Colocadores (1986) propõem um sistema conceitual de matéria, que apresenta os níveis hierárquicos e é organizado como um sistema conceitos científicos, que subsistiu os modelos das Figuras 7 e 8 (Figura 9):

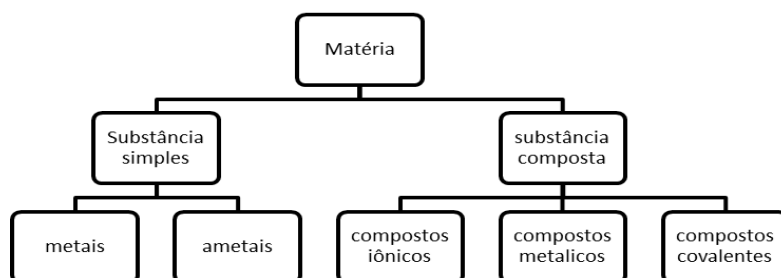


Figura 9 - Sistema conceitual para matéria proposto por Tolentino e Colaboradores (1986).

Na Figura 9, há uma proposta de sistema conceitual para a matéria quanto a sua natureza, que promove a inter-relação precisa dos conceitos, visualiza-se de modo fácil, a relação de generalização.

Este sistema permite que se tenha como foco, o próprio ato do pensamento, característica fundamental para que o discente desenvolva a capacidade de abstração, comparação e diferenciação. Neste contexto, o aluno ao utiliza-lo poderá promover o desenvolvimento de processos psicológicos complexos (TOLENTINO; SILVA; ROCHA-FILHO E TUNES, 1986).

Outras proposições de sistemas conceituais em Química foram descritos na literatura, dando continuidade aos níveis de organização da matéria. Além do já apresentado anteriormente, foram propostos mais três sistemas: um para matéria quanto à sua forma de apresentação (Figura 10); outro para substância quanto à natureza dos seus constituintes (Figura 11); e outro para constituintes quanto à natureza dos seus átomos (Figura 12) (TUNES; TOLENTINO; SILVA; SOUZA E ROCHA-FILHO, 1989).

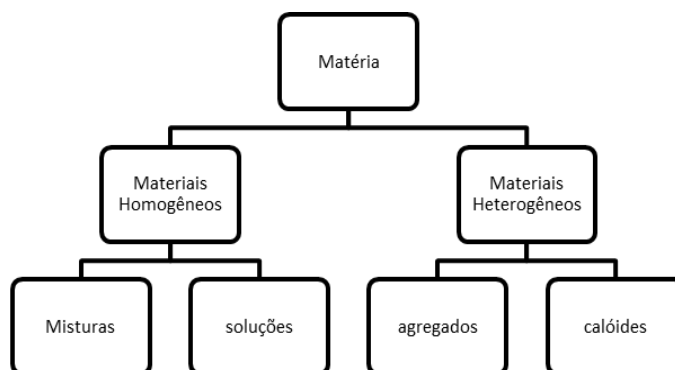


Figura 10 - Sistema conceitual referente á matéria quanto a sua forma (SILVA; ROCHA-FILHO; TUNES E TOLENTINO, 1986).

Este sistema conceitual (Figura 10) identifica a Química como uma ciência experimental. É relevante advertir que o foco está na relação entre o método da observação e o que é observado. Essas características fazem com que este sistema, se diferencie dos que normalmente são encontrados nos livros didáticos de Química, no ensino básico (Figuras 7 e 8).

Estas características permitem que o aluno possa operar com os conceitos envolvidos no sistema, e centrar sua atenção no seu próprio pensamento, desenvolvendo a capacidade de observação. Além disso, ao se planejar o ensino e avaliar a aprendizagem, o foco não será a classificação do material observado pelo aluno, e sim a relação que o discente fez com o método de observação e a classificação proposta (SILVA; ROCHA-FILHO; TUNES E TOLENTINO, 1986).

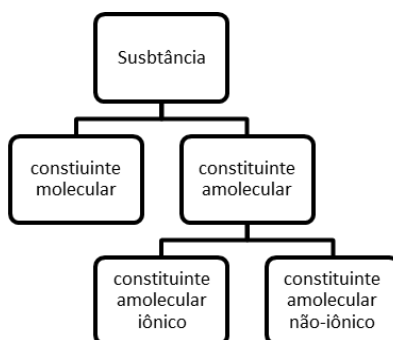


Figura 11 - Sistema conceitual proposto para substância (ROCHA-FILHO; TOLENTINO; SILVA; TUNES; SOUSA, 1988).

Neste sistema (Figura 11) adotou-se o termo constituinte, ao invés de molécula. Esta escolha pelo termo constituinte justifica-se pela necessidade de evitar algumas definições equivocadas, presentes em livros didáticos.

Por exemplo, é comum encontrar em livros a definição: “substâncias puras são formadas por moléculas quimicamente iguais entre si”. Esta definição induz ao erro, pois a partir dele, entende-se que toda substância é pura e feita de moléculas. Entretanto, existem substâncias que não são formadas por moléculas, como por exemplo, o cloreto de sódio. Por outro lado, o termo substância pura caracteriza-se por apenas uma porção de matéria formada por apenas um tipo de constituinte, sendo assim, o adjetivo “pura”, não é necessário, já que uma substância impura seria o material (ROCHA-FILHO; TOLENTINO; SILVA; TUNES E SOUSA, 1988).

Um último modelo proposto por Tunes e Colaboradores (1988), o qual se refere a um sistema para constituinte, quanto à natureza de seus átomos (Figura 6), mantendo o nível de organização da matéria.

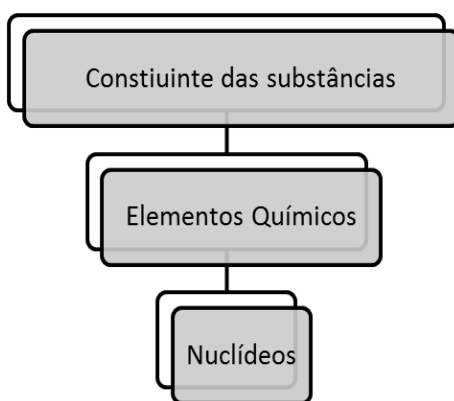


Figura 12 - Sistema conceitual para constituinte quanto á natureza de seus átomos (TUNES; TOLENTINO; SILVA; SOUZA E ROCHA-FILHO, 1988).

Tunes; Tolentino; Silva; Souza e Rocha-Filho (1988) entendem que do ponto de vista da Química, os nuclídeos são as entidades químicas elementares da matéria. O

elemento químico define-se por tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico, e em outro nível, o nuclídeo seria tipo de um dado elemento químico caracterizado por um número de massa específico.

Levando em consideração a importância do uso de sistemas conceituais no ensino de Química, adotaremos na proposta deste trabalho, os sistemas conceituais para matéria quanto à sua forma de apresentação e quanto à sua natureza.

Os conceitos envolvidos podem ser hierarquizados quanto ao grau crescente de abstração do seguinte modo:

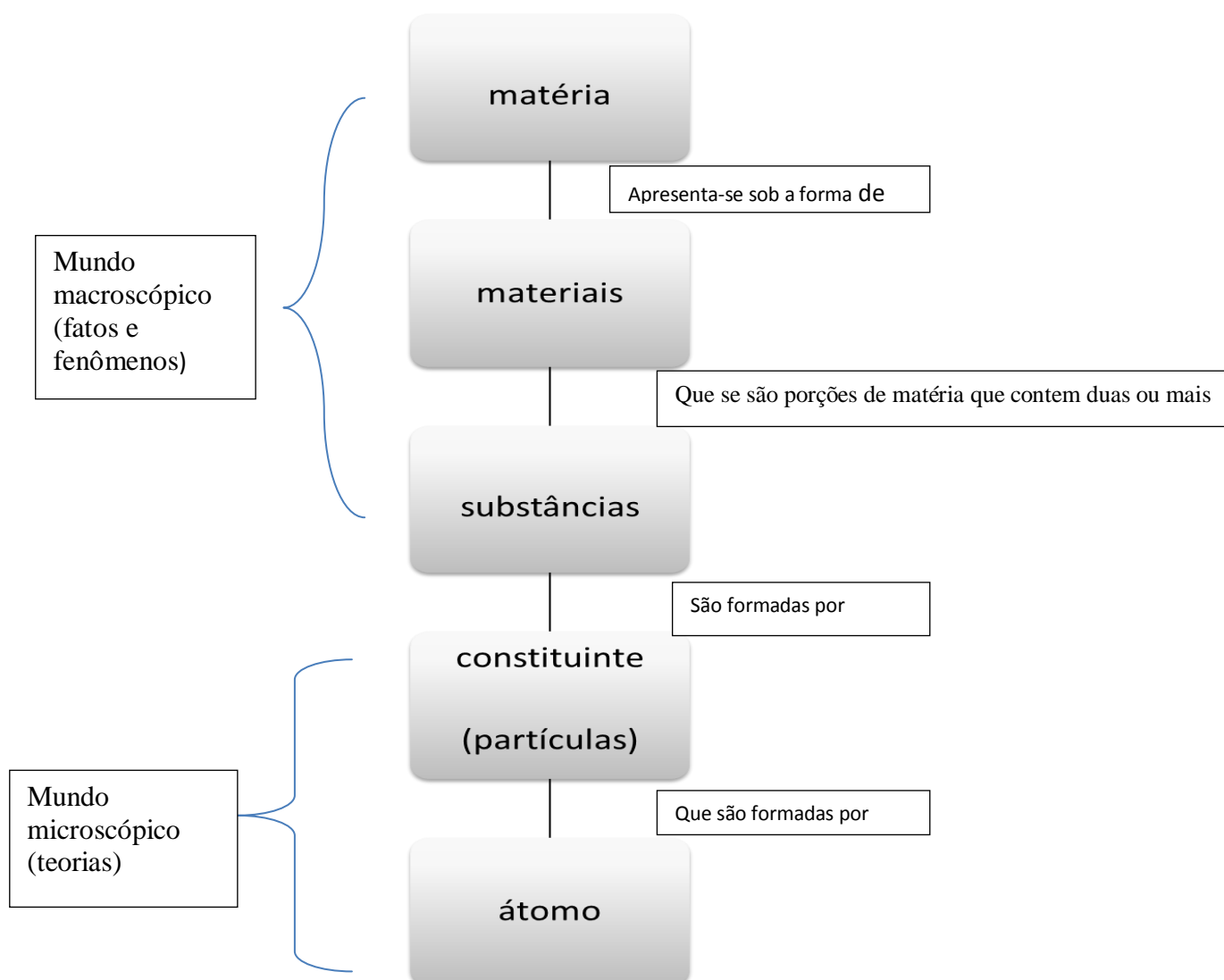


Figura 13 – Sistema conceitual proposto para matéria quanto à forma de apresentação e sua natureza (fonte: LPEQ – UnB).

A seguir, para cada um dos conceitos que fazem parte desse sistema, adotam-se os seguintes enunciados (SILVA e COLABORADORES, 2005):

Matéria – tudo aquilo, que no universo, ocupa lugar no espaço.

Materiais – porções de matéria que contêm duas ou mais substâncias, assim o ar é um material.

Substância – porção de matéria que contêm somente um tipo de constituinte

Constituinte – conjunto de átomos que caracteriza uma substância particular

Átomo – entidade do constituinte formada por um núcleo positivamente carregado e uma eletrosfera negativamente carregada.

Este sistema conceitual demonstra um nível de organização hierárquica, sendo que, os conceitos apresentam uma relação de generalização entre si. Silva e Colaboradores (1986) definem essas relações como, interconceituais.

Para este sistema aplicam-se as seguintes relações interconceituais: a química é a ciência que estuda as substâncias; a matéria se apresenta sob a forma de materiais; os materiais, que são porções da matéria, contem duas ou mais substâncias; a substância é formada por constituintes; e por fim, os constituintes são formados por átomos (SILVA e COLABORADORES, 2005).

Destacamos ainda, que o sistema conceitual adotado neste trabalho difere dos sistemas comuns em livros didáticos, como por exemplo, o representado na figura 7 deste trabalho.

CAPÍTULO 6 - METODOLOGIA

6.1 Caracterização da pesquisa

Para este trabalho adotou-se como estratégia metodológica a pesquisa qualitativa. Que tem como base o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada. Na pesquisa qualitativa o pesquisador tende a atuar em um trabalho intensivo de campo, afim de, interpretar o fenômeno que se observa (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

A pesquisa qualitativa compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas, visando traduzir e expressar fenômenos sociais. Nesta pesquisa adotamos as seguintes características da pesquisa qualitativa (MAANEN, 1979):

- I. O ambiente natural como fonte direta de dados.
- II. O caráter descritivo dos dados coletados.
- III. Caráter indutivo.
- IV. A interpretação de um fenômeno, que nesse trabalho, refere-se à apropriação de novos conceitos científicos.

A proposição deste trabalho foi promover uma oficina de atividade experimental temática, com aspectos dialógicos e produzir um módulo orientado para o professor.

A oficina experimental: é uma proposta de atividade que compõe o módulo de ensino orientado, e visa à introdução de conceitos das áreas de Química, biologia e História da ciência, com enfoque, principalmente no conceito de *transformação química*. A oficina experimental é composto por 5 experimentos científicos: Amostragem, algodão doce, caramelização do açúcar, dissolução do açúcar, produção de álcool e o gás carbônico reagindo com o carbonato de cálcio.

A prática dialógica: é uma estratégia que tem como objetivo a participação ativa do aluno, o confronto de diferentes ideias e a sistematização das ideias aceitas, e a promoção da apropriação de novos conceitos por parte dos alunos.

O módulo de ensino: é uma proposta que tem como principal objetivo, o apoio didático e pedagógico ao professor. Tendo a finalidade de promover a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino básico, principalmente por meio de um ensino temático. O tema de abordagem deste trabalho é a *fermentação alcoólica*, pois é um assunto de âmbito político, social, econômico e tecnológico e científico.

6.2 Construção do Módulo

O módulo foi desenvolvido a partir das necessidades dos alunos, identificadas por meio da coleta de dados das concepções prévias. Estão presentes cinco unidades no módulo:

Unidade 01 Construindo a linha do tempo da fermentação alcoólica.

Unidade 02 Conhecendo o material açúcar e a substância sacarose.

Unidade 03 Diferenciando a transformação física e a transformação química.

Unidade 04 Transformação química na fermentação alcoólica – produção de álcool.

Unidade 05 Transformação química na fermentação alcoólica- produção de carbonato de cálcio.

Como um material pedagógico de apoio ao docente, o módulo poderá ser usado durante as aulas de práticas diversificadas, dias letivos normais ou especiais. O professor tem total liberdade de decidir como usar o módulo, sendo que, se preferir poderá fazer uso de apenas uma unidade, de acordo com o objetivo pedagógico.

Na estrutura do módulo o professor encontra essencialmente:

- ✓ Texto histórico sobre a descoberta do processo de fermentação, o uso industrial da fermentação no Brasil e na Europa, desenvolvimento dos recursos tecnológicos para a qualificação do processo de fermentação alcoólica, produtos originários do processo de fermentação e importância ecológica.
- ✓ Texto científico sobre o processo de fermentação, com informações a cerca da transformação química.
- ✓ Texto com enfoque CTS.
- ✓ Texto explicativo de todos os conceitos implícitos no experimento, como: o sabor doce do açúcar; o processo de mudança de estado físico do açúcar na produção do algodão doce; as etapas do processo de destilação do álcool, a partir da fermentação da garapa; as causas da liberação de gás carbônico no processo biológico de fermentação alcoólica da levedura; o processo de dissolução do açúcar; mudança de estado físico; e por fim estratégias para identificar a liberação do CO₂.
- ✓ Determinação do teor de álcool numa mistura.
- ✓ Plano de unidade que deverá conter:
 - Descrição dos experimentos detalhadamente e sugestões.
 - Perguntas elaboradas para orientação da prática discursiva, como sugestão.
 - Referencial teórico.

6.3 Aplicação do Módulo Orientado

A oficina de fermentação alcóolica foi ministrada para alunos do ensino médio, modalidade EJA (educação de jovens e adultos) de uma escola pública do Distrito

Federal, localizada na cidade satélite de Ceilândia. Estiveram presentes nos três dias de oficina 15 alunos.

A execução do módulo ocorreu na semana de amostra científica da escola com duração de três dias consecutivos, esta semana, trata-se de um projeto pedagógico desenvolvido por docentes e discentes, no qual, ambos trabalham desenvolvendo experimentos, maquetes e modelos, para posteriormente apresenta-los.

Descrição da realização da oficina

Houve uma divulgação prévia da oficina de fermentação alcoólica através de um banner (Figura 14) anexado na entrada da escola e também por meio de divulgação em salas de aulas. Os alunos foram convidados a se inscreverem na oficina com antecedência.

A carga horária da oficina foi de 12 horas, sendo 4 horas aula cada dia. Os alunos tiveram o compromisso de não faltar nenhum dia, sendo que ao final da oficina receberam um certificado de participação.



Figura 14 – Banner de divulgação da oficina de experimentação científica.

O módulo é composto por 5 unidades, sendo que a unidade 01, a qual tratava da história da fermentação alcoólica, foi aplicada no primeiro dia da amostra científica. Neste mesmo dia também foram realizadas as coletas de dados das concepções prévias por meio de questões orientadas e registro no diário de classe.

A *unidade 01* traz atividades pedagógicas que tem como foco a história da fermentação alcoólica, e tem como finalidade a inserção da história das ciências durante as aulas.

Esta unidade foi aplicada no primeiro dia de amostra científica após a coleta de dados das concepções científicas prévias. Como atividade prática os alunos construíram uma linha do tempo da fermentação alcoólica, em grupo de cinco alunos. Para tanto, receberam um texto com adaptações do autor Amorim (2005), com um breve resumo das principais descobertas a cerca do tema e um kit com imagens dos cientistas que pesquisaram a fermentação. Uma leitura coletiva foi realizada.

Coleta de dados das concepções prévias

A coleta de dados das concepções prévias dos discentes se deu através de um registro em diário de classe individual, porém orientado por questões específicas (Quadro 1). A ideia era investigar o que os alunos sabiam sobre o tema, quais eram as maiores dificuldades e se tinham alguma informação verdadeira sobre o fenômeno da transformação química. A partir dessas informações o módulo foi adequado para os alunos.

Quadro 1 – Questões orientadas usadas na prática dialógica.

Unidade	Questões orientadas
Unidade 01 Construindo a linha do tempo da fermentação alcoólica.	1. Já ouviram falar em fermentação alcoólica? O que é?
Unidade 02 Conhecendo o material açúcar e a substância sacarose.	<ol style="list-style-type: none"> 1. De onde vem o açúcar? 2. Do que é formado o bagaço da cana? 3. Do que é formado o caldo-de-cana? 4. Como acontece o processo de retirada do açúcar? 5. Porque o sabor o açúcar é doce? 6. Qual é a relação entre a sacarose, glicose, frutose e o etanol?
Unidade 03 Diferenciando a transformação física e a transformação química.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O que acontece com o açúcar quando o misturamos com a água? 2. Porque ao aquecer o açúcar ele muda sua coloração? 3. Como o açúcar vira algodão doce?
Unidade 04 Transformação química na fermentação alcoólica – produção de álcool.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O álcool que compramos no supermercado é o mesmo usado nos carros? Se não, qual a diferença? 2. Como você acha que o álcool é feito? 3. Vocês já fizeram pão ou bolo em casa? O que você acha que faz a massa do pão aumentar de tamanho? 4. O que você acha que é o fermento

	biológico?
Unidade 05 Transformação química na fermentação alcoólica- produção de carbonato de cálcio.	<p>1. Como sabemos que o gás que é liberado durante a fermentação da garapa, é o CO₂?</p> <p>2. Que tipo de transformação ocorre quando o CO₂ reage com a água de cal? Química ou física?</p>

A *unidade 2* traz uma atividade prática de amostragem (Figura 2), na qual o objetivo principal é a inserção de dois conceitos: material e substância. Para esta prática utilizou-se como recurso didático um sistema conceitual para a matéria, este sistema é sugerido por LEPEQ – UnB, e está apresentado na página 73 deste trabalho. O sistema conceitual ficou exposto durante toda a oficina, para que os alunos fizessem consultas periódicas.



Figura 14- Amostras na seguinte ordem: o caldo de cana, o bagaço da cana, a rapadura, o açúcar mascavo, o cristal, o refinado, sacarose, glicose, frutose e etanol.

A *unidade 03* dispõe de três experimentos: o algodão doce, a dissolução do açúcar e a caramelização. O objetivo é promover a compreensão de transformação química e física, evidenciando a diferença de ambas.

A *unidade 04* tem em suas atividades pedagógicas o experimento de fermentação alcoólica, com o produto final álcool. Nesta unidade tratamos de incluir o conceito de transformação química, fermentação alcoólica e apresentamos como ocorre o processo de destilação do álcool.

Unidade 05 realiza-se o experimento de produção de carbonato de cálcio, com o intuito de explicar para os discentes que durante a fermentação alcoólica há a liberação de gás carbônico e investigamos como ter a certeza de que é realmente o CO_2 que é liberado. O conceito de transformação química é novamente discutido e registrado, através da explicação das perguntas orientadas.

Os alunos não são orientados a utilizar linguagem científica, essa opção é um critério pessoal de cada um. A maneira de interpretar fenômenos é singular.

Coleta de dados novas concepções

A unidade 1 foi aplicada no primeiro dia da oficina, posteriormente registraram-se as novas concepções no diário de classe. Neste mesmo dia realizou-se a coleta os dados das concepções prévias de todas as unidades do módulo.

No segundo dia aplicou-se a unidade 2 e 3, em seguida as questões orientadas foram novamente apresentadas aos discentes, através da prática dialógica e discussão de ideias. As perguntas orientadas usadas na análise de concepções novas são as mesmas usadas na concepção prévias. Os discentes realizaram o registro no diário de classe, a cada fim de uma unidade. O mesmo aconteceu no terceiro dia de oficina, neste caso as unidades aplicadas foram 3 e 4 respectivamente.

CAPÍTULO 7 – RESULTADO E DISCUSSÃO

7.1 Análise das concepções prévias

Para as análises das concepções prévias, espera-se que o conhecimento do cotidiano predomine no discurso dos participantes da oficina de experimentação. Tendo em vista, que o conhecimento do cotidiano é um saber social que faz parte da cultura humana, que por sua vez, constitui-se de nossos hábitos diários. E, portanto, acabamos por repeti-lo rotineiramente, de maneira inconsciente.

Entretanto, após a aplicação do módulo concomitante a realização da oficina, espera-se que os alunos sejam capazes de realizar uma mudança conceitual, por meio da apropriação do conhecimento científico. Pois, o intuito deste trabalho é valorar o conhecimento cotidiano e não superá-lo, já que, consideramos a anulação do conhecimento do cotidiano por parte dos alunos, inviável.

Unidade 1

Você já ouviu falar em fermentação alcoólica? O que é?

Respostas: 100% dos alunos responderam que *sim*, já ouviram falar, porém, quando perguntado o que é? Tivemos as seguintes respostas:

- (1) “A fermentação alcoólica é a fermentação do álcool”.
- (2) “Não sabe responder”.
- (3) “Processo que processa as coisas”.
- (4) “Não sei”

(5) Sem resposta.

(6) “*Forma o álcool*”.

(7) Sem resposta.

Esta pergunta teve como objetivo analisar se em algum momento os discentes usam termos científicos e o conhecimento cotidiano. Utilizamos questões abertas, para que os alunos pudessem se expressar de maneira espontânea. Como dito antes, adotamos o registro de uma prática dialógica, porém com perguntas orientadas. Notou-se, que os discentes tinham grande preocupação com o erro e demonstraram insegurança durante a prática dialógica e o registro das concepções. Essa insegurança foi mais acentuada no primeiro dia da oficina.

O termo álcool é um termo que está presente no dia-a-dia do aluno, o fato de alguns relacionarem o álcool com a fermentação alcoólica, demonstra que o conhecimento cotidiano está em evidencia no discurso. Os discentes não trataram a fermentação alcoólica como um processo biológico ou como um processo de transformação química. Apesar de utilizarem termos como *processo*, não considerou-se a presença do conhecimento científico nesta análise.

Unidade 2

1. De onde vem o açúcar?

Respostas:

(8) “*O açúcar vem da cana-de-açúcar*”.

(9) “*Açúcar vem da cana-de-açúcar*”.

(10) “*Do caldo da cana*”.

(11) *“De uma planta chamada cana”*.

(12) Não responderam.

Nesta pergunta observa-se que alguns discentes tem ciência de que o açúcar vem da cana-de-açúcar, porém, não demonstraram como esse processo ocorre. O objetivo dessa pergunta era investigar se os alunos têm compreensão de conceitos como material e substância. O processo de produção do açúcar também é relevante nesta análise, o qual não aparece em nenhum discurso. Sendo assim, consideramos a presença forte do conhecimento cotidiano, principalmente, porque o Brasil é um grande produtor de açúcar e a informação de que o açúcar vem da cana é senso comum.

2. Do que é formado o bagaço da cana?

Respostas: 15 alunos responderam *“não sei”*.

Nesta concepção não há presença do conhecimento científico e nem do cotidiano. O objetivo era avaliar o conceito científico de material e substância, mas os alunos não souberam responder.

3. Do que é formado o caldo de cana?

Respostas:

(13) *“Do líquido da cana-de-açúcar”*.

(14) *“É formado da seguinte forma, pega a cana e passa na máquina espreme dai sai todo o caldo”*.

- (15) “Água, fibras e açúcar”.
- (16) “Açúcar, líquido e água”.
- (17) “Não sei”.
- (18) “É formado de líquido e açúcar”.
- (19) “Quando se espreme a cana”.
- (20) “Formado de água e outras substâncias”.

A finalidade desta pergunta é avaliar, novamente, a presença de conhecimento científico ou cotidiano. Embora, os conceitos de material e constituinte não aparecem de forma explícita, podemos considerar que este se apresenta de forma implícita, pois, nas respostas os alunos demonstram a percepção de que o caldo-de-cana é composto por água, fibra e açúcar. Ainda sim, o conhecimento do cotidiano é resistente nas respostas, isso se justifica porque segundo Mortimer (2010) “A linguagem cotidiana é automática e muito mais próxima da fala, entretanto, a linguagem científica exige uma reflexão consciente” (p.197).

4. Como acontece o processo de retirada do açúcar?

Respostas:

- (21) “Destilação simples”.
- (22) “Extraída do líquido”.
- (23) “Não sei”.
- (24) “Acho que é do processo de destilação”.

Observa-se que nas respostas a essa pergunta, a palavra destilação apareceu com frequência. É possível que os discentes tenham feito uso deste termo, porque durante a

divulgação da oficina tiveram a informação que um dos experimentos realizado seria a destilação do álcool. Também nota-se que na resposta 22 os alunos demonstram noção de que o açúcar está presente no líquido, o caldo-de-cana.

Segundo Driver e colaboradores (1999) para aprender ciências é preciso que o indivíduo seja envolvido e iniciado nas formas científicas. É improvável, que as ideias ou entidades científicas sejam descobertas por eles, através de sua própria investigação. Sendo assim, aprender ciências compreende ser iniciado nas ideias e práticas da comunidade científica, além de tornar essas ideias práticas significativas individualmente.

Diante dessa colocação de Driver e seus colaboradores, entendo que a ausência de conhecimento científico a cerca do tema em questão é justificada por alguns fatores como, o fato de que não tiveram contato com alguns conceitos apresentados na oficina e a falta de aulas com experimentos científicos de qualquer espécie.

Normalmente quando os professores de ciências fazem uso de atividades experimentais, tem como objetivo de provar uma teoria, o que é um equívoco. De acordo com Silva, Machado e Tunes (2010) as atividades experimentais devem enfatizar a relação entre teoria-experimento, aliado a interdisciplinaridade e contextualização.

5. *Por que o sabor do açúcar é doce?*

Respostas:

(25) *"Não sei"*.

(26) *"Não sei como explicar"*.

(27) *"Sem resposta"*.

A resposta desta questão envolve um conhecimento bem profundo de química. Por essa razão, é provável que os discentes não tenham nem mesmo tentado responder. As respostas foram: *não sabiam ou deixaram a questão sem respostas*.

6. Qual a relação entre sacarose, glicose, frutose e o etanol?

Respostas:

(28) *“O etanol é formado por esses ingredientes”*.

(29) *“Não sei”*.

(30) *“Eu acho que todos vêm da cana-de-açúcar”*.

Os alunos que participaram dessa oficina frequentam a modalidade EJA (educação de jovens e adultos), como dito anteriormente. Diante da minha experiência em lecionar para turmas desta modalidade, reconheço que estes alunos apresentam um perfil diferente dos alunos do curso regular.

Em sua maioria, são pessoas que por alguma razão abandonaram os estudos ou reprovaram várias vezes, e agora, precisam dividir seu tempo entre o estudo e tantas outras atividades. Portanto, existe certa defasagem quanto à apropriação de conhecimento por parte dos discentes.

Segundo Haddad e Pierro (1999) os altos índices de abandono escolar e baixo nível de desenvolvimento no sistema de ensino público, aliado a insuficientes resultados qualitativos, estão reproduzindo de maneira contínua, um grande número de analfabetos funcionais. E ainda, de acordo com dados publicados em seu trabalho destacam que, apenas um terço da população jovem e adulta concluiu os oito anos de escolaridade

obrigatória e, mesmo entre os adultos jovens, o percentual daqueles concluíram mais de três anos de estudos, continua reduzindo.

Unidade 3

1. O que acontece com o açúcar quando misturamos com a água?

Respostas:

(31) *"Ele dissolve"*.

(32) *"Ele se dissolve, dependendo da quantidade de açúcar"*.

(33) *"Dependendo da quantidade ele dissolve"*.

(34) *"Ele dissolve dependendo da quantidade de água adicionada"*.

A resposta dissolve, foi unanime entre os discentes, entretanto, o mais importante é que eles percebiam que ao dissolver o açúcar na água ele não vai ser transformado em outra substância, ao contrário, permanece conservado. De acordo com Mortimer e Miranda (1995) os alunos tendem a não identificar as entidades que se transformam e as que se conservam, costumam centrar suas explicações em mudanças visíveis e não fazem referência a nível molecular.

2. Por que ao aquecer o açúcar ele muda de coloração?

Respostas:

(35) *"Porque ele queima e sofre uma mudança"*.

(36) *"Porque ele aquece e sofre transformação"*.

(37) *“Não sei”*.

(38) *“Sofrendo uma reação química”*.

(39) *“Porque a temperatura transforma a cor do açúcar”*.

(40) *“Por causa do calor”*.

Nesta questão, 50% dos alunos concordam que o açúcar passa pelo processo de transformação, o que para eles significa mudança de cor. Portanto, está implícito nas respostas a ideia de transformação química, como exemplo na resposta 39 que o aluno percebe a transformação química através da mudança de cor do açúcar.

Esta concepção assemelha-se a uma categoria de ideias que os discentes tem sobre a transformação química, sugerida por Anderson (1983)²⁵ citado por Rosa e Schnetsler (1998), na qual, durante o processo de transformação química a substância apenas muda de estado físico, cor ou forma.

3. Como o açúcar vira algodão doce?

Respostas:

(41) *“Porque ele é aquecido e se transforma em uma nuvem e como ele fica fino é só enrolar no palito”*.

(42) *“Ao ser aquecido suas moléculas se separam quando o mecanismo da máquina gira faz as moléculas se esticarem formando fios do algodão doce”*.

(43) *“Ao aquecer e girar mais rapidamente o açúcar fica mais fino e começa a sair pelas laterais da máquina em varias direções, então o individuo coleta o açúcar com o palito”*.

(44) *“Ao aquecer e girar rapidamente”*.

A resposta da questão 44 foi a que apareceu na pesquisa com mais frequência, porém, nota-se que na questão 42 surge o termo molécula pela primeira vez, mas, mesmo fazendo uso deste termo o conhecimento do cotidiano prevalece em seu discurso. O fato de que a temperatura promove a transformação química também está visível nas respostas.

Percebe-se que no texto há a presença tanto do conhecimento científico, quanto do cotidiano. Lopes (1999) destaca que o conhecimento do cotidiano é um obstáculo a ser superado pelo conhecimento científico. Esse conhecimento está constituído naturalmente em nossos hábitos diários, que são repetidos usualmente de forma inconsciente, por isso é tão difícil refletir sobre eles.

Unidade 4

1. O álcool que compramos no supermercado é o mesmo usado nos carros? Se não qual a diferença?

Respostas:

(45) *“Não. O álcool dos carros é mais inflamável e contém substâncias químicas diferentes”.*

(46) *“Não porque a solução do álcool comprado no supermercado é bem menor do que os usados nos carros são bem maiores”.*

(47) *“Não, porque o álcool usado nos carros é mais concentrado e leva gasolina na composição”.*

(48) *“Não, mas eu não sei por que”.*

(49) *“Não, acho que o carro usado nos carros é mais denso porque tem substâncias a mais”.*

(50) *“Não. Porque o álcool que compramos no supermercado é o álcool etílico”.*

(51) *“A diferença é a quantidade de substâncias usadas em ambas”.*

A principal observação destas concepções é avaliar que argumentos eles usam para descrever a composição álcool doméstico e o combustível. Usar questões que fazem alusão ao cotidiano da vida do aluno, como as que estão presentes neste trabalho, permite ao discente problematizar situações reais, dando significado àquilo que ele está aprendendo.

Imaginar o mundo, na sala de aula, com mais argumentos de experiências sociais, possibilita a formação cidadã (GONÇALVES E MARQUES, 2006).

As concepções das respostas 45 a 51 apontam para ideias sobre a composição e origem do álcool doméstico e o álcool usado nos veículos. Portanto partir dessas análises entendemos ser pertinente apresentar dados de comparações entre os dois tipos de álcool na proposta do módulo de ensino, que é o produto final desta pesquisa.

2. Como você acha que o álcool é feito?

Respostas:

(52) *“Ele é retirado após alguns experimentos com a cana-de-açúcar”.*

(53) *“Ele vem da cana-de-açúcar”.*

(54) *“Com o caldo-de-cana”.*

(55) *“O álcool é feito com o vapor da cana”.*

(56) *“Da extração da cana”.*

(57) *“Feito do caldo de cana”.*

(58) *“Não sei”.*

Nesta unidade o experimento principal é a fermentação alcoólica seguida da produção de álcool, por meio da destilação. Por isso o foco da concepção avaliada era investigar se os discentes tinham algum conhecimento científico a cerca desses processos e ainda, se eles seriam capazes de relacionar a transformação química a eles.

Observa-se na maioria das respostas que os alunos entendem o processo de produção de álcool como se ele fosse retirado da cana ou do caldo-de-cana. Na resposta 52, o aluno em questão, admite que haja experimentos com a cana, mas ele não demonstra quais. Então, acreditamos ser absolutamente necessária a apresentação do conceito de transformação química para de discentes, de maneira contextualiza e interdisciplinar. A ideia é que após aplicação do módulo os alunos utilizem o termo transformação química, para explicar tais processos.

3. Já fizeram pão ou bolo em casa? O que você acha que faz a massa do pão aumentar de tamanho?

Respostas:

(59) *“Sim. O fermento presente na massa ou adicionada dependendo da receita”.*

(60) *“Sim. O fermento”.*

(61) *“Não. A fermentação”.*

(62) *“Sim. O fermento biológico”.*

O ato de cozinhar em casa um pão ou um bolo é um conhecimento popular, por isso mesmo que alguns alunos não tenham essa prática, em algum momento eles presenciaram alguém da família fazendo. Na resposta a e essa questão todos apontam o fermento como responsável pelo crescimento da massa, entretanto, ninguém explicou porque isso acontece.

De acordo com Lopes (1999) a sociedade é autora do conhecimento cotidiano, transferido ao longo de gerações, e esse conhecimento deve ser visto como essência do processo de ensino-aprendizagem. Por isso o conhecimento cotidiano deve ser valorizado, assim a cultura popular se fortaleceria. Neste contexto, buscamos orientar prática dialógica durante a oficina, através de perguntas orientadas que fazem referência ao cotidiano do aluno.

4. O que você acha que é o fermento biológico?

Respostas:

(63) *“É um fermento extraído da natureza, com pouco ou sem nenhum aditivo”.*

(64) *“Ele é composto por microorganismos”.*

(65) *“Um fermento extraído de fontes naturais”.*

Os discentes entendem que o fermento biológico é um produto natural, pouco ou quase nada industrializado. Talvez, isso indique que o termo “biológico” nas embalagens dos fermentos, lhes confere uma imagem de produto natural. De fato, o fermento biológico tem como produto principal substrato o fungo *Saccharomyces*, porém, até que esse produto chegue às prateleiras dos supermercados devem passar por um processo de industrialização.

De acordo com essas considerações, podemos destacar a relevância do ensino de ciências com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para a formação do aluno. Para Mortimer (2010) o ensino de CTS apresenta uma visão crítica sobre as implicações sociais da ciência e tecnologia na vida da sociedade. Um ensino de CTS tem ênfase nos aspectos socioeducativos.

Diante disso, entendo que é importante discutir durante a oficina quais implicações à fermentação alcoólica trouxe para sociedade.

Unidade 5

1. Como sabemos que o gás que é liberado durante a fermentação da garapa, é o CO_2 ?
2. Que tipo de transformação ocorre quando o CO_2 reage com a água de cal? Química ou física?

Na unidade 5 realizou-se a análise das concepções prévias por meio das questões 1 e 2, entretanto, não tivemos respostas alguma, já que as perguntas são específicas ao experimentos que realizamos. Os discentes não tinham ainda a informação de que o processo de fermentação alcoólica liberava CO_2 . Então a resposta unanime foi: “*não sei*”.

7.2 Reflexões acerca da aplicação do Módulo Orientado

O módulo foi aplicado para alunos da Modalidade EJA (educação de jovens e adultos), sendo que os alunos presentes na oficina faziam parte do 3.º segmento, que se refere ao 1.º, 2.º, 3.º anos do ensino médio. A aplicação do módulo ocorreu durante a semana de amostra científica, que é um projeto pedagógico da escola, no qual alunos desenvolvem trabalhos científicos, nas suas mais variadas formas, e apresentam para outros colegas. A participação dos discentes na semana de amostra científica é

obrigatória, ou o aluno participa de algum projeto ou ele apenas prestigia a apresentação dos colegas.

Primeiro dia de aplicação do módulo

No primeiro dia da oficina estiveram presentes 15 alunos, no segundo dia tínhamos mais de 40 alunos dispostos a participar. Como a pesquisa de concepções já havia sido realizada no primeiro dia da oficina consenti que todos participassem dos dois dias restantes, mas a análise do registro de diário de classe foi feita apenas com os 15 alunos que estiveram presente em todos os dias.

A estratégia da proposta de apropriação de novos conhecimentos científicos era gradual, ou seja, a cada dia de oficina os alunos eram convidados a refletir, discutir, dialogar e registrar no diário aquilo que eles entenderam a partir dos experimentos.

As unidades do módulo estão inter-relacionadas, já que, uma trazia informações importantes para que a unidade seguinte fosse aplicada, como por exemplo: a produção de álcool, que discutimos os produtos secundários do processo de fermentação alcoólica, dentre eles CO_2 , que por sua vez, era foco de investigação no experimento seguinte.

No primeiro contato com os alunos, percebi que se apresentavam tímidos, com uma grande preocupação em registrar as respostas corretas no diário de classe. A partir disso, muito foi dito sobre a importância de errar em ciências, afim de, deixa-los confortáveis durante as atividades.

Após as devidas apresentações iniciamos um diálogo informal sobre o tema fermentação alcoólica. As questões orientadas das unidades 1 e 2 foram discutidas e

registradas uma a uma, sendo que, os discentes demonstraram pouca informação sobre o assunto, como descrito nas respostas da análise das concepções prévias.

Em um segundo momento deste primeiro dia de oficina, realizou-se uma apresentação breve da história da fermentação alcoólica, destacando os principais cientistas e descobertas. A seguir, foi proposta uma nova prática dialógica e um novo registro, agora com as questões orientadas do módulo 3 e 4. Concluindo assim, a coleta de dados das concepções prévias.

Para finalizar, cada aluno recebeu um texto adaptado de Amorim (2005) com a imagem dos principais cientistas e suas perspectivas descobertas a cerca da fermentação alcoólica. O qual se sugeriu uma leitura e produção em grupo de uma linha do tempo da fermentação alcoólica. Para tanto, os discentes foram orientados em destacar no texto os principais eventos e o seu período de acontecimento.

Um modelo da linha do tempo foi apresentado aos alunos, com o intuito de explicar como se constrói uma linha do tempo. Veja exemplo de uma linha do tempo de um grupo:

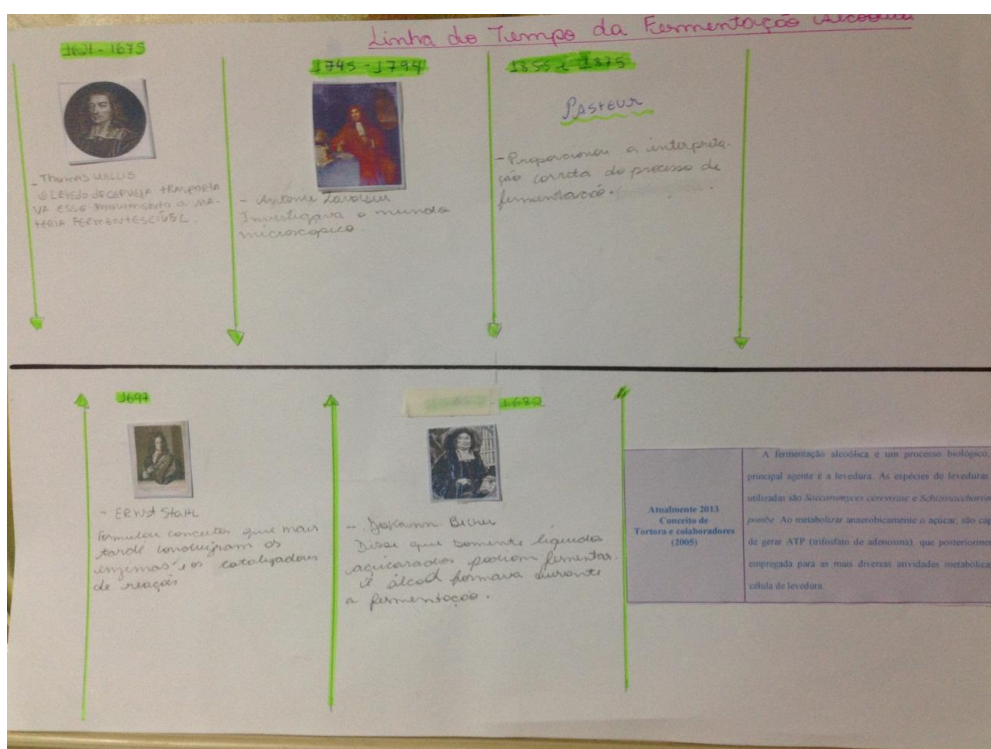


Figura 15 – Linha do tempo construída por um grupo.

Segundo dia de aplicação do módulo

No segundo dia da aplicação do módulo realizaram-se as unidades 2 e 3. Na unidade 2 o experimento foi de amostragem, com o intuito de apresentar os conceitos de material e substância, para isso também utilizamos um sistema conceitual (Figura 13, p. 73), que esteve exposto durante toda a oficina para consulta dos alunos.

Nesta unidade além dos conceitos também comparamos a composição dos tipos de açúcares amostrados, houve um destaque para a substância responsável pelo sabor doce do açúcar, a sacarose.

A prática dialógica foi utilizada ao mesmo tempo da realização dos experimentos, durante a apresentação das amostras o diálogo acontecia por meio das perguntas orientadas, dando um caráter informal à oficina. Sempre confrontando as ideias dos discentes e depois fazendo uma síntese para formular os conceitos trabalhados na oficina.

Neste segundo dia os alunos demonstravam mais tranquilidade e desenvoltura para discutir as questões. Acredito que a prática dialógica e a avaliação em forma de registro conferiu a oficina certa descontração, assim os alunos tiveram mais confiança para participar das atividades propostas, sem medo de errar.

Segundo Pedrotti (2011), quando a autora fez uso de questionamentos com conceitos trabalhados em sala de aula, obteve respostas mais consistentes. Ela aponta vantagens no uso de registro de diário de classe como: oportunidade dos alunos com dificuldade de expressão verbal se comunicar pela escrita, avaliar qual processo os discentes estão apresentando mais dificuldade, perceber se estão com algum

entendimento equívoco e ainda, o professor tem a oportunidade de refletir sobre sua própria prática pedagógica.

Como atividade para integrar o conhecimento apropriado foi sugerido que os alunos realizassem uma representação do sistema conceitual proposto, podendo inclusive consultar o sistema já pronto, que esteve exposto durante toda a oficina. Segue exemplo de sistema construído por alunos (Figura 16).

O principal objetivo do uso deste sistema, não era propor que eles construíssem um, mas que eles conseguissem identificar os conceitos apropriados durante a oficina de maneira hierárquica e principalmente, perceber em que nível cada conceito está representado no sistema.

Na unidade 3 tratamos do termo transformação física, com o propósito de diferenciar da transformação química. Três experimentos foram realizados: dissolução do açúcar na água, caramelização e o algodão doce. Conceitos como soluto e solvente também foram discutidos na prática dialógica. Após experimentos os alunos realizaram o registro no diário.

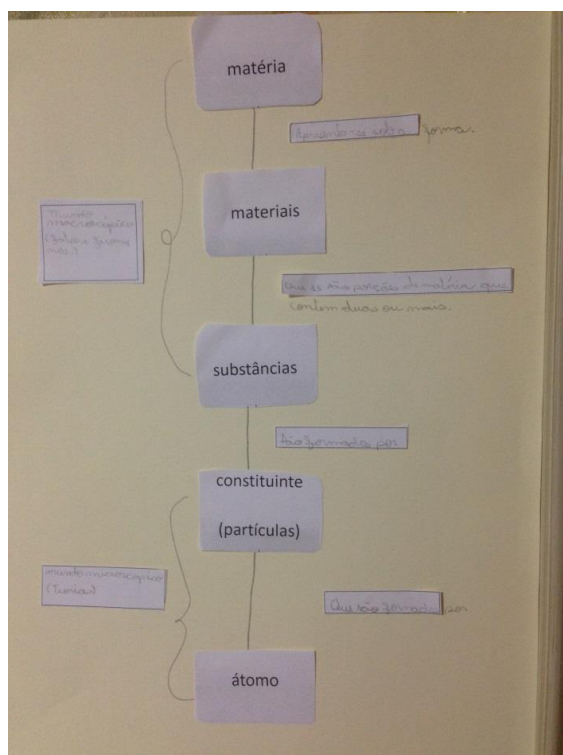


Figura 16 – Sistema conceitual para matéria usado como consulta durante a aplicação da unidade 2.

Terceiro dia da oficina

No terceiro e último dia da oficina foram aplicados módulo 4 e 5. A unidade 4 tem como experimento principal a fermentação alcoólica da garapa, seguida de sua destilação, tendo como produto final o álcool. Nesta unidade tratamos conceito de transformação química através da discussão do processo de fermentação alcoólica. Outros conceitos também são discutidos nesta unidade como, levedura e estados físicos da matéria.

Através do experimento de produção de álcool o aluno tem acesso a outras informações como o processo de destilação do álcool. Segue expressão representacional do processo de fermentação alcoólica feita por alunos (Figura 17):

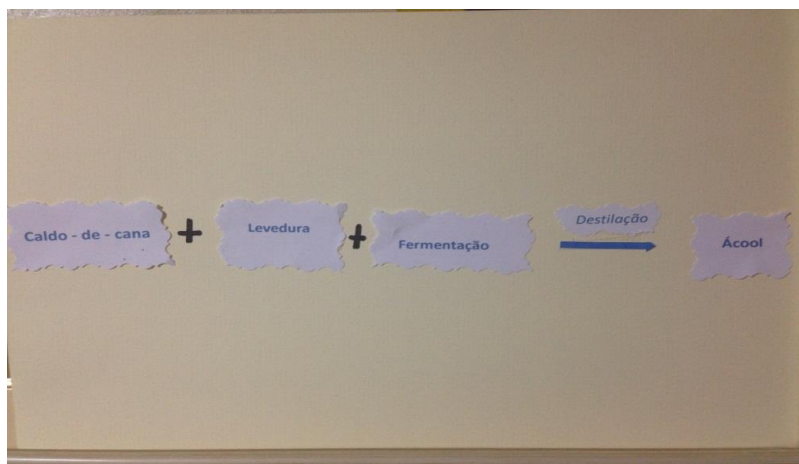


Figura 17- Expressão representacional montada por alunos na oficina de experimentação.

Na unidade 5 o aluno é convidado a solucionar um problema, que se refere a como identificar qual gás é formado durante a fermentação alcoólica, trata-se da pergunta de número 1 desta unidade.

Durante a prática dialógica a primeira pergunta da unidade é apresentada e somente ao final do experimento de produção de carbonato de cálcio, discutimos a segunda pergunta, que é qual o tipo de transformação ocorre neste experimento.

Segue expressão representacional na Figura 18, feita pelos discentes. Ao final os alunos registram as respostas das perguntas orientadas no diário.

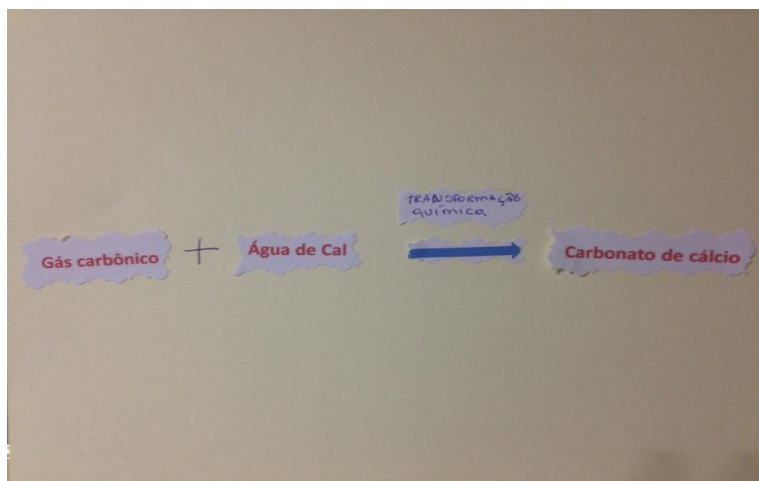


Figura 18 – Expressão representacional do experimento de produção de carbonato de cálcio.

A oficina de experimentação temática é uma proposta que diversifica as aulas de biologia, pois é evidente a falta de experimentação no ensino, também não é comum avaliações como o registro de diário e adoção de práticas dialógicas por parte dos professores. Por isso, acredito que essa oficina promoveu a motivação dos discentes de se manterem frequentes e ativos na oficina até o final. Eles participaram das discussões com entusiasmos, claro que dentro de suas limitações, considerando a modalidade de ensino EJA e o horário noturno.

As atividades experimentais devem estar inseridas em um novo contexto, no qual, os conteúdos trabalhados estão interligados e não fragmentados, sendo necessária a inclusão de diversas matérias (química, história, biologia, física) por meio de aulas temáticas, e a partir dessa perspectiva, adotar a interdisciplinaridade e a contextualização como forma de trabalho.

Sendo assim, temos um novo conjunto que possibilita uma nova realidade para o processo de ensino e aprendizagem. “Esse olhar novo para as atividades experimentais

proporciona uma produção mais ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da vida moderna e possibilitando a diversidade de abordagens” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 245).

7.3 Análise de novas concepções e apropriação conceitos apresentados.

A análise das concepções novas foi realizada utilizando as mesmas questões apresentadas na análise das concepções prévias, a cada prática dialógica e ao final do experimento realizado, os alunos fizeram o registro no diário de sala.

Vários conceitos foram discutidos durante a prática dialógica, com a perspectiva de que os discentes conseguissem se apropriar de algum conhecimento científico, mas este trabalho teve como foco principal o conceito de “*transformação química*”.

Unidade 1

1. Você já ouviu falar em fermentação alcoólica? O que é?

Conceitos científicos avaliados: fermentação alcoólica e transformação Química.

Respostas:

(66) “A fermentação alcoólica é um processo que ocorre transformação química produzindo o álcool”.

(67) “*Sim. É a fermentação do caldo-de-cana feita por um fungo e o álcool é feito através da fermentação*”.

(68) “*Ao colocar o caldo-de-cana para fermentar acontece uma transformação química, que produz o álcool*”.

(69) “*É a fermentação do caldo-de-cana*”.

Considera-se nesta unidade a capacidade do aluno em explicar o que é a fermentação alcoólica associando ao termo transformação química. Os registros dessas concepções foram feitos após a apresentação e discussão do tema, portanto não havíamos feito nenhum experimento ainda. Acredito que a prática dialógica contribuiu para a formulação dos conceitos.

Percebe-se uma clara mudança nas respostas, se comparado às concepções prévias da **unidade 1 questão 1**, os alunos associavam a fermentação alcoólica a produção de álcool, o que é bem óbvio, já que o próprio nome induz a esse pensamento. Mas agora nota-se que eles associam a fermentação alcoólica à transformação química e na resposta 67 o aluno remete ao fungo a função de fermentar. Isso mostra certa apropriação de novos termos científicos, que podem estar associados a apropriação do conhecimento científico.

Não são exatamente as respostas esperadas, mas consideremos o fato de que ainda não tinham feito os experimentos do módulo. Portanto, a conclusão que chego com esta análise é que a prática dialógica foi uma boa experiência de aprendizagem. Segundo Mortimer (2010) “Aprender é dialogar com a palavra do outro. É povoar esta palavra com suas próprias contra palavras” (p.185).

Na Figura 19 há uma representação gráfica dos termos científicos apropriados pelos alunos após a aplicação do módulo. Considero a presença de três novas

concepções: A fermentação alcoólica como processo de transformação química, fungo ou levedura como agente responsável do processo de fermentação e o álcool como produto da fermentação, bem diferente da definição estabelecida pelos alunos nas concepções prévias, em que o álcool aparece como a própria fermentação.

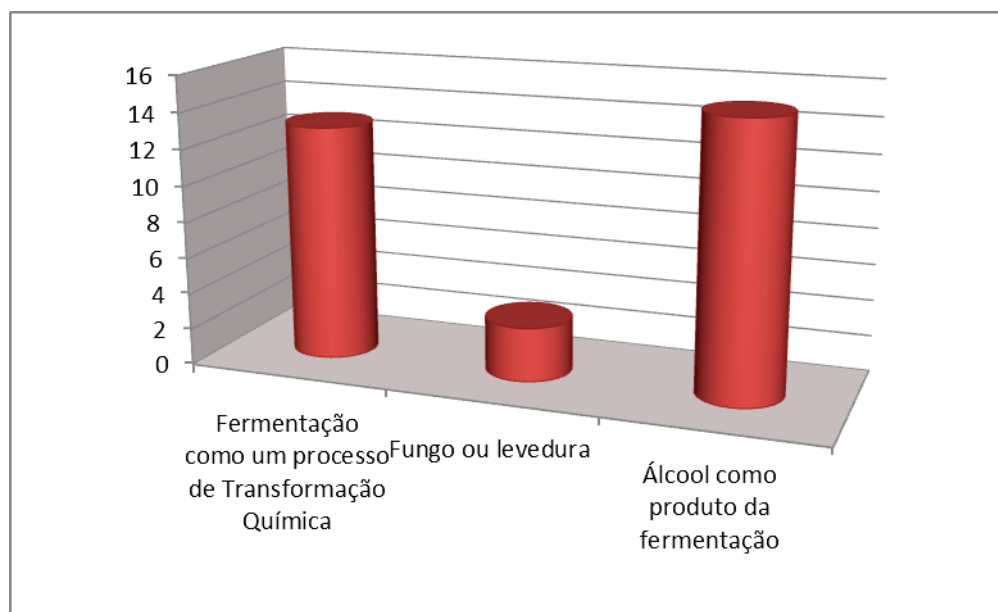


Figura 19 – Gráfico representando a ocorrência de termos científicos no discurso dos alunos após a aplicação do módulo de ensino.

Unidade 2

1. De onde vem o açúcar?

Conceitos científicos avaliados: material e substância

Respostas:

(70) “*Vem do caldo-de-cana de açúcar*”.

(71) “*Vem do processo de purificação do caldo-de-cana*”.

(72) “*Vem do caldo-de-cana*”.

(73) “*Vem da cana*”.

Nesta questão a proposta era que os alunos fossem capazes de responder a essa pergunta fazendo referência ao conceito de material e substância, isso não aconteceu. Retomando a análise das respostas das concepções prévias da **unidade 2 questão 1**, não observa-se nenhuma mudança conceitual, para os alunos o açúcar vem do caldo-de-cana, o que não é uma mentira, mas a perspectiva era de que eles fossem capazes de elaborar um resposta mais completa. O aprendizado articula-se ao processo de mudança conceitual, as concepções prévias dos alunos devem ser consideradas para posteriormente modifica-las, respeitosamente (DRIVER e Colaboradores, 1999).

Na resposta 71 há o termo purificação, para esse aluno o açúcar é um produto do processo de purificação do caldo-de-cana, e não simplesmente só vindo do caldo da cana. Isso mostra uma discreta apropriação de conhecimento científico, no qual fica implícito que o caldo de cana é um material que tem em sua composição o açúcar. .

Na Figura 20 temos a apresentação gráfica das concepções por alunos da oficina temática, referente à origem o açúcar. De um total de 15 alunos, 14 apresentam a concepção de que o açúcar vem da cana e apenas 2 apontam que a cana vem do processo de purificação.

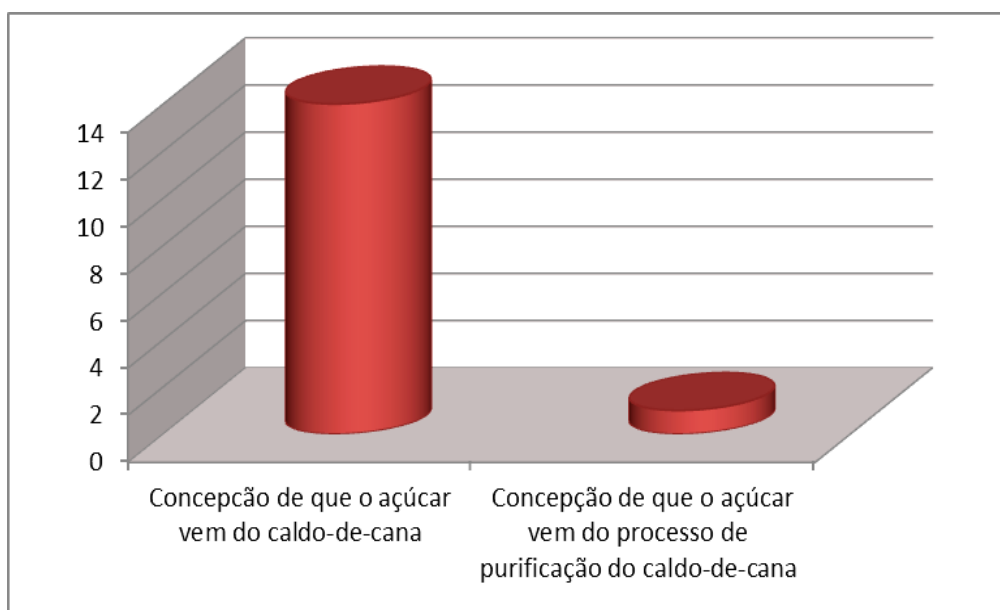


Figura 20 – Representação gráfica de concepções dos discentes quanto à origem do açúcar.

2. Do que é formado o bagaço de cana?

Conceitos avaliados: Substâncias e material

Respostas:

(74) “De constituintes”.

(75) “Formado por constituintes ou substâncias”.

(76) “Formado por constituintes como a fibra e outros”.

Nesta situação o termo constituinte aparece de forma universal a todas as respostas dos 15 alunos, que afirmaram que o bagaço da cana é formado por constituintes. A perspectiva era de que os discentes apontassem que o bagaço da cana é um material formado por diversas substâncias.

Comparando com as concepções prévias na **unidade 2 questão 2** o resultado não foi promissor, já que antes da aplicação do módulo nenhum dos 15 alunos souberam explicar do que é formado o bagaço da cana. Nitidamente houve por parte dos alunos pouca clareza sobre a relação lógica entre os conceitos de matérias e substância.

O que se observa é o uso da palavra constituinte como um conceito cotidiano. Portanto, no módulo será reforçada a necessidade de se trabalhar esses conceitos.

Segue representação gráfica na Figura 21, que refere-se a apropriação inadequada por parte dos alunos do termo constituinte, a cerca da composição do bagaço da cana.

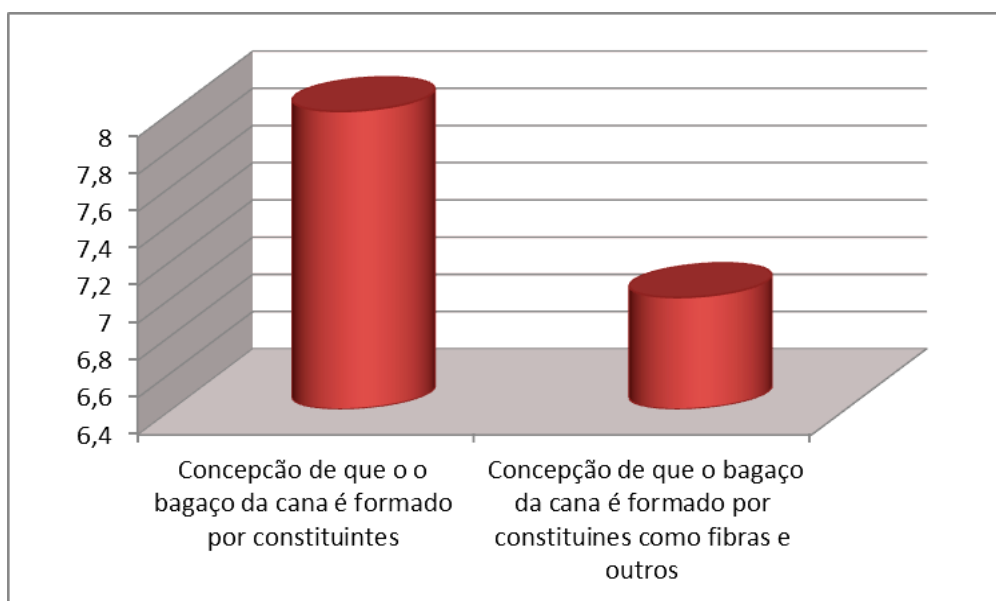


Figura 21 – Gráfico representando a ocorrência inapropriada do termo constituinte.

3. Do que é formado o caldo-de-cana?

Conceitos avaliados: Substância e material

Respostas:

(77) *“Formado de constituintes como a água, a sacarose e o açúcar”.*

(78) *“Formado por constituintes, ex: água e sacarose”.*

(79) *“Por constituintes, água, fibra, sacarose e etc.”.*

(80) *“É formado por constituintes inclusive a sacarose, frutose, e glicose”.*

(81) *“De constituintes, como água, açúcar, sacarose, glicose, frutose e etc.”.*

Nesta questão os discentes confundiram os conceitos de substância com o de constituinte das substâncias. A sacarose aparece em todas as respostas dos 15 alunos como um constituinte, bem como frutose e glicose como constituinte do caldo-de-cana.

É por meio da retificação dos erros que a ciência é construída, por isso é importante valorizar o erro na busca do conhecimento científico (CANGUILHEM, 1994⁵ citado por LOPES, 1999).

Não posso deixar de mencionar a concepção que Gaston Bachelard (1985)⁴ citado por Lopes (1999) tem a respeito da primazia do erro na construção do conhecimento científico, segundo o autor o erro deve ser considerado positivo para a formação do saber, já que o conhecimento científico é construído pela correção dos erros.

Para o módulo de ensino haverá um reforço na discussão desses conceitos, a fim de evitar conflitos conceituais como ocorreu durante essa oficina.

4. Como acontece o processo de retirada do açúcar?

Conceitos avaliados: Substância e material

Respostas:

(82) *“Purificação”*.

(83) *“Através da purificação e desidratação”*.

(84) *“Através da purificação e retirada de água do caldo-de-cana”*.

Se comparado às respostas das concepções prévias nota-se certo ganho no discurso dos alunos, já que anteriormente, eles apontaram a destilação como processo de retirada do açúcar. O termo Substância e material não estão presentes nos registros, isso significa que o objetivo desse experimento não foi alcançado, já que, tínhamos o propósito de promover a apropriação dos dois conceitos.

Parte do processo de produção do açúcar realmente passa pela purificação e retirada da água do caldo-de-cana, mas antes disso, o caldo passa pela moenda e é filtrado, depois passa pelo processo de clarificação, daí vem a purificação. Quanto mais claro o açúcar, mais puro ele é.

Isso foi discutido durante a prática dialógica, e as respostas demonstram que apesar de não fazerem uso dos termos material e substância e nem de explicarem corretamente o processo, os alunos foram capazes de perceber como ocorre a produção do açúcar.

Para análise dessa nova concepção consideramos os seguintes entendimentos por parte dos alunos: o processo de retirada do açúcar ocorre por meio da desidratação e purificação da garapa. Na Figura 22 há uma representação gráfica da ocorrência dessas respostas.

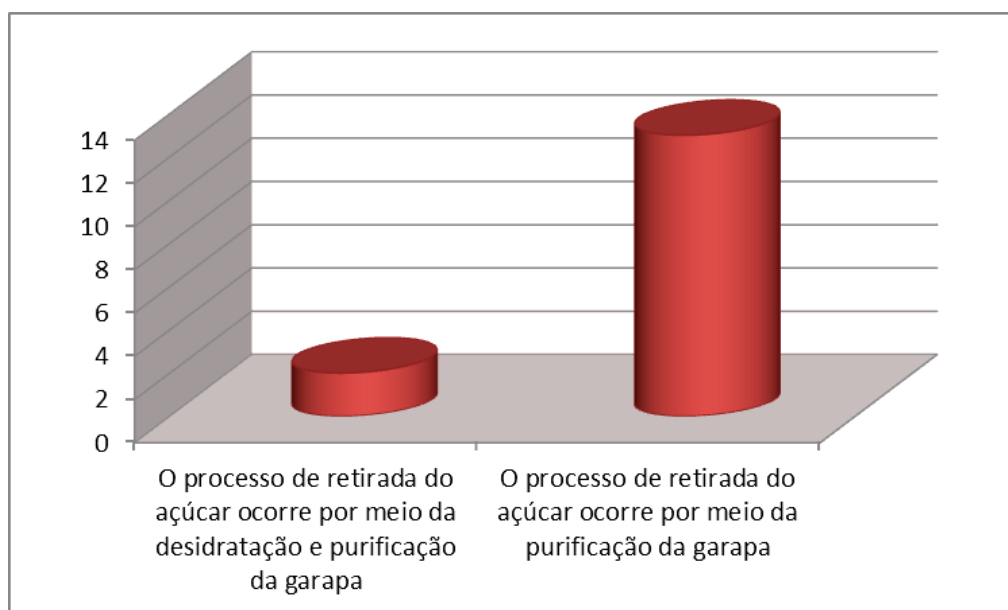


Figura 22 - Representação gráfica da ocorrência de apropriação do conhecimento científico a cerca do processo de produção do açúcar.

5. Por que o sabor do açúcar é doce?

Respostas:

(85) *“Por causa do oxigênio e da ligação das moléculas”.*

(86) *“Por causa da percepção da língua”.*

(87) *“Por causa dos receptores doces na língua, que manda informação para o cérebro, por causa das ligações de hidrogênio”.*

(88) *“A ligação de hidrogênio é fundamental para a percepção do sabor doce”.*

(89) *“Por causa da percepção de doce que tem em nossa língua”.*

Não há dúvidas de que os alunos tiveram apropriação de novos conhecimentos, embora essa apropriação não se ocorreu por completo. Já que, para essa pergunta esperava-se que os alunos atribuíssem o sabor doce à presença da substância sacarose.

Em análise das concepções prévias, os quinze discentes participantes da pesquisa, não souberam explicar porque o açúcar é doce. Após a aplicação do módulo, surgiram novas respostas para essa pergunta, todavia, nenhuma delas foi considerada completa, mas identificamos dois segmentos de raciocínio dos alunos ao tentarem explicar porque o açúcar é doce.

O primeiro é referente à percepção do sabor doce do açúcar através do sentido paladar, na qual uma região específica da língua identifica o sabor; o segundo trata da ligação de hidrogênio entre as moléculas que conferem o sabor doce, como por exemplo, a sacarose, a sacarina, entre outras. A Figura 23 demonstra uma representação gráfica da amostragem de alunos quanto à concepção do sabor doce do açúcar.

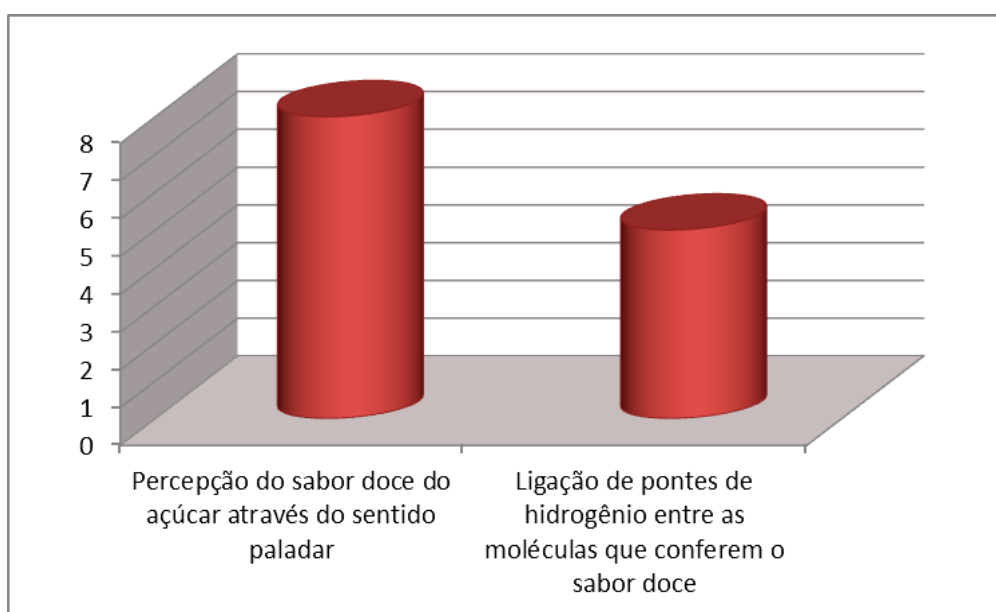


Figura 23 – Representação gráfica das respostas dos alunos sobre o sabor doce do açúcar.

Nota-se que a maioria dos alunos justificou o sabor doce do açúcar pelo sentido do paladar, portanto, podemos inferir a partir desses dados, que essa concepção é a nível macroscópico, principalmente, quando usam o termo língua como nas respostas 86,87,89. Ao justificarem o sabor doce do açúcar por razão de ligações de pontes de hidrogênio entre as moléculas, a concepção apresenta-se a nível microscópico.

Rosa e Schnetzler (1998, p. 34) “destacam que a transferência de aspectos observáveis no nível macroscópico para o nível microscópico impede que os alunos construam modelos explicativos coerentes que se aproximem mais dos modelos científicos”.

6. Qual é a relação entre a sacarose, glicose, frutose e o etanol?

Respostas: 100% dos alunos responderam que (90) “*todos vêm do caldo-de-cana*”.

Ao perguntar para os alunos qual a relação entre sacarose, glicose, frutose e o etanol, imediatamente responderam que são produtos que vem do caldo-de-cana. Essa conclusão generalizada se deu porque o experimento de produção de álcool é realizado a partir da fermentação alcoólica da garapa, e a pergunta induz a essa resposta.

Acho pertinente destacar que o álcool não vem do caldo-de-cana, e sim, é um produto secundário do processo biológico da fermentação alcoólica, tendo como agente da fermentação, uma levedura. Portanto a palavra álcool no final da pergunta induziu ao erro das respostas. Por isso, sugerimos a alteração dessa questão para: O que os açúcares tem em comum?, que é a pergunta investigativa do experimento dessa unidade.

Unidade 3

A partir dessa unidade o conceito de transformação química passa a ter destaque na aplicação do módulo. Isso porque um dos objetivos propostos nesse trabalho é o de verificar a aprendizagem em relação ao *conceito de transformação química*. Haja vista, que esse conceito é de extrema importância para o ensino de química. Rosa e Schnetzler (1998) admite que o estudo das transformações químicas corrobore para uma compreensão dos processos que ocorrem em nossa vida.

1. O que acontece com o açúcar quando o misturamos com a água?

Respostas:

(91) *“Acontece à transformação física com o açúcar, ele fica dissolvido na água”.*

(92) *“Ele sofre uma transformação física, pois a água é um solvente universal”.*

(93) *“O açúcar dissolve”.*

(94) *“Ocorre uma transformação física, porque a água é um solvente e o açúcar é um soluto”.*

(95) *“Acontece uma transformação física porque a água é um solvente”*

(96) *“Acontece uma transformação química e ele se dissolve na água, mas não muda a sua química”.*

(97) *“O açúcar dilui, acontecendo uma transformação física”.*

O objetivo desta unidade é principalmente diferenciar os processos de transformação química e física. Para isso realizamos três experimentos, como citados anteriormente, a produção de algodão doce, caramelização do açúcar e dissolução do açúcar em água.

Nesta pergunta os alunos tiveram a oportunidade de expressar sua conclusão a cerca do experimento de dissolução do açúcar, no qual eles deveriam identificar que ao diluir o açúcar na água ele não muda suas propriedades, sendo assim, ocorre uma transformação física. Além disso, outros conceitos foram apresentados aos discentes durante a aplicação do experimento, são eles: solvente e soluto.

De acordo com as respostas das concepções prévias, os alunos demonstraram em seu conhecimento cotidiano o entendimento de que o açúcar é dissolvido ao ser adicionado à água. Partimos dessa concepção para iniciarmos a prática dialógica e apresentar os conceitos de transformação química e física.

Analisando as respostas pós-aplicação do módulo, identificamos quatro categorias, que estão representadas na figura 24. A primeira categoria identifica a transformação física como processo de dissolução do açúcar; a segunda identifica a transformação química como processo de dissolução do açúcar; a terceira inclui em seu discurso o conceito de solvente; mantem o conhecimento prévio de que o açúcar dissolve. Em nenhuma resposta o termo soluto aparece.

A resposta adequada para a questão 1 da unidade três seria: o açúcar dissolvido na água apenas passa por uma transformação física, pois sua composição química permanece intacta.

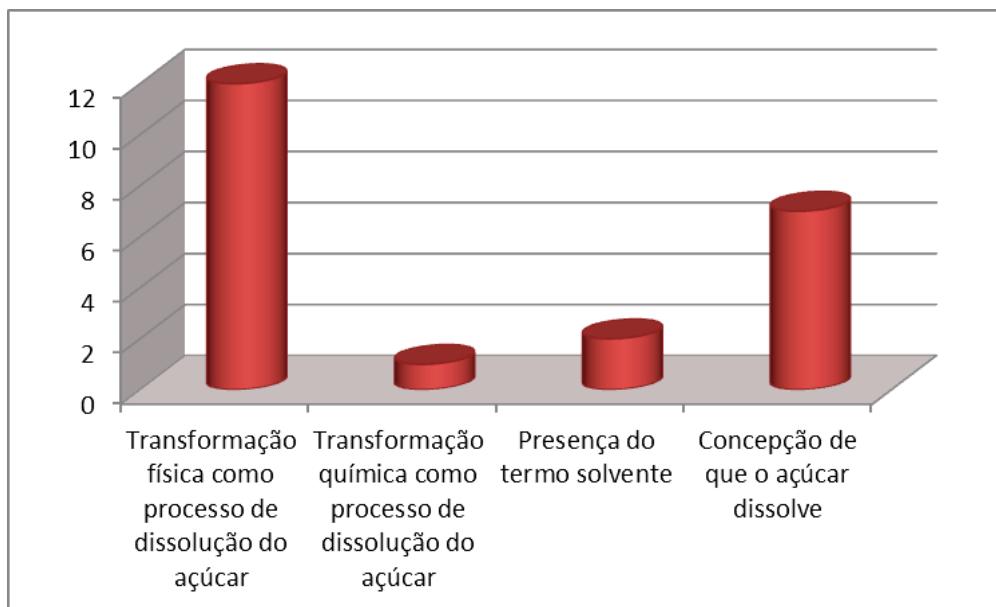


Figura 24 – Representação gráfica das respostas dos alunos participantes da oficina sobre a dissolução do açúcar.

Avaliando as respostas que a parecem com o termo transformação física, podemos considerar que a apropriação desse conhecimento científico se deu em boa parte dos discentes, como exemplo a resposta 96, na qual o aluno destaca que a transformação física ocorre quando o açúcar se dissolve na água, porém não muda sua química. Apenas um aluno respondeu que a dissolução é um processo químico e o termo solvente foi usado por dois alunos, considerando a água como solvente.

De um total de quinze alunos, oito mantiveram em seu discurso a ideia de dissolução do açúcar acrescentando o termo transformação física. Isso significa que eles foram capazes de somar o conhecimento científico adquirido ao conhecimento cotidiano pré-existente. O aluno não abandona suas concepções prévias ao formular novas concepções científicas, elas passam a conviver juntas e serão usadas em momentos apropriados (MORTIMER, 2010).

2. Por que ao aquecer o açúcar ele muda de coloração?

Respostas:

(98) *“Acontece uma transformação química”.*

(99) *“Ocorre uma transformação química chamada de caramelização, o açúcar muda de cor”.*

(100) *“Ocorre uma transformação química, o processo de caramelização”.*

(101) *“Porque ela dilui transformação química”.*

(102) *“Aconteceu uma transformação química, muda sua cor no processo de caramelização”.*

Nesta questão buscou-se introduzir o conceito de transformação química, a fim de promover a diferenciação entre a transformação química e física. As respostas para essa questão foram muito semelhantes entre os discentes. Todos afirmaram que a caramelização é um processo de transformação química. Se compararmos com as respostas das concepções prévias houve um ganho significativo na apropriação de conhecimento, já que apenas metade dos alunos foi capaz de associar a caramelização como um processo de transformação química.

Os discentes mantem a ideia de que na transformação química ocorre mudança de forma e cor. Para Anderson (1983)²⁵ citado por Rosa e Schnetsler (1998) esse fato acontece porque as de ideias de alunos sobre o processo de transformação química estão classificadas em cinco categorias: desaparecimento, deslocamento, modificação, transmutação e interação química. Sendo que em nossa análise a categoria que mais se

assemelha é a concepção de modificação, que por sua vez, revela a conotação de mudança de estado físico ou de forma durante a transformação,

3. Por que o açúcar vira algodão doce?

Respostas:

(103) *“Por causa da força centrífuga e o aquecimento ocorre uma transformação física do açúcar em algodão doce”.*

(104) *“Ao aquecer e centrifugar o açúcar derrete”.*

(105) *“Ocorre à centrifugação e a transformação física por determinado tempo”.*

(106) *“O açúcar é aquecido e a força centrífuga, faz que ele se transforme em uma nuvem”.*

(107) *“Uma transformação física, o mecanismo aquece o açúcar com uma força centrífuga, que joga o açúcar para fora esfriando”.*

(108) *“Por causa da força centrífuga que aquece o açúcar, mas não muda sua química. Então acontece uma transformação química”.*

(109) *“Sofre apenas uma transformação física, pois não muda coloração e nem é retirada de nenhuma de suas substâncias”.*

(110) *“Ele ocorre com o aquecimento e uma força centrífuga joga ao lado do recipiente até esfriar”.*

(111) *“Por causa da força centrífuga e aquece, mas não muda a forma química”.*

(112) *“Aquece, mas não chega a uma temperatura de transformação química, por causa da força de centrifugação”.*

O objetivo dessa pergunta é promover a diferenciação entre transformação química e física. Como os alunos já haviam realizado os experimentos de dissolução do

açúcar e da caramelização, esperava-se que não houvesse mais dúvidas entre os conceitos de transformação química e física. Mas na questão 108, o termo transformação química permanece, quando deveria ser transformação física.

Se compararmos com as respostas das concepções prévias notamos uma mudança no discurso dos alunos, no qual anteriormente a máquina fazia o algodão doce aquecer e girar, agora o termo força centrífuga aparece com frequência no lugar de girar.

Considero que houve a apropriação do conhecimento científico quando os alunos evidenciam em seus registros que ocorreu uma transformação física durante a produção do algodão doce.

Para identificar tais apropriações, classificou-se as respostas dos alunos nas seguintes categorias: respostas que consideram o algodão doce uma transformação química do açúcar; consideram o algodão doce como uma transformação física; repostas que incluem o termo força centrífugas como indutor da transformação física (Figura 25).

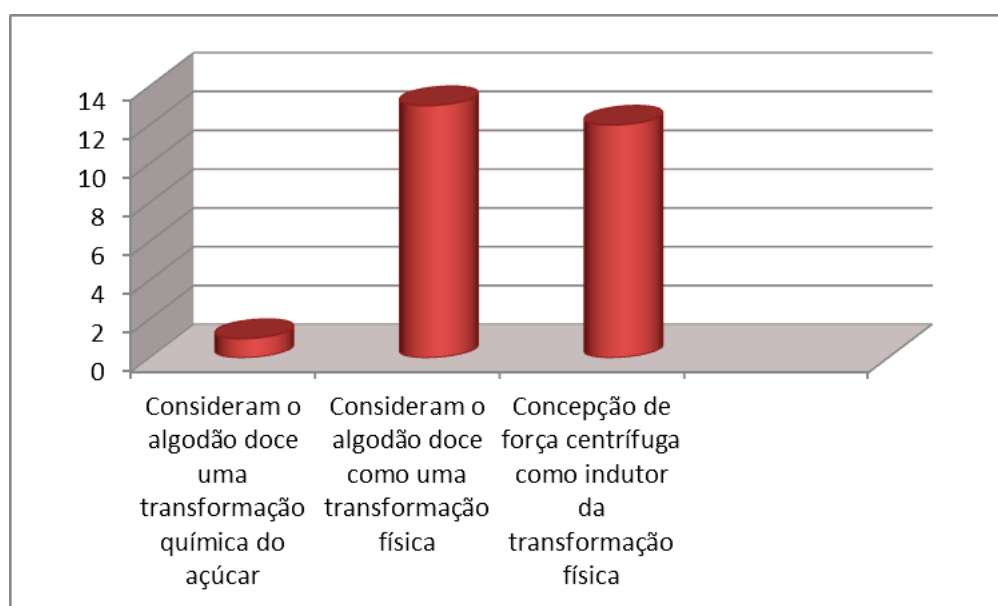


Figura 25 – Representação gráfica das concepções dos alunos sobre a formação do algodão doce.

Na resposta 112 o aluno tem a percepção de que o açúcar é aquecido, mas não a ponto de acontecer uma transformação química. Essa colocação é importante, porque isso foi discutido durante a prática dialógica, a fim de evitar que os alunos fizessem confusão em relação ao processo de caramelização.

Diante desses resultados podemos discutir como é importante o papel da experimentação na promoção desses novos conhecimentos científicos. Uma vez que, ao realizarmos as atividades experimentais relacionamos os fenômenos e as teorias, despertamos a curiosidade, convidamos os alunos ao ato de pensar, refletir e resolver problemas.

Portanto, aprender ciências é uma relação constante entre o fazer e pensar, essa relação denominada teoria-experimento acontece quando explicamos um fenômeno por meio de uma teoria, e ao fazer isso, estamos testando a capacidade de generalização dessa teoria. Quanto mais fenômenos uma teoria é capaz de explicar, maior é a sua capacidade de generalização (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Unidade 4

1. O álcool que compramos no supermercado é o mesmo usado nos carros? Qual a diferença?

Respostas:

(113) *“Não, pois são usadas substâncias diferentes. A diferença é que o álcool comprado no mercado tem bastante quantidade de água”.*

(114) *“Não. A diferença é a quantidade de água”.*

(115) *“Sim. Os dois tipos de álcool usa-se uma extração diferente”.*

(116) *“Não. Porque a solução é diferente. No álcool de usamos no carro a concentração de água é menor”.*

(117) *“Sim. Porque a quantidade de água que contem no álcool vendido no mercado é maior”.*

(118) *“O álcool do carro é mais inflamado e contem substâncias de açúcar”.*

(119) *“Não o álcool contem mais água, o álcool misturado na gasolina não tem água”.*

Nessa unidade o principal objetivo foi promover principalmente entendimento de que a fermentação alcoólica é um processo biológico que ocorre a transformação química; também destacar a transformação física no mecanismo de destilação do álcool; e a transformação física como um processo em que novas substâncias são transformadas em outras.

Avaliando as respostas a essa pergunta nota-se que há um conflito de ideias quando perguntado se o álcool do automóvel é o mesmo do álcool doméstico. Alguns alunos respondem sim são iguais e outros respondem não, são diferentes. Isso porque enquanto uns consideram que a porcentagem de água muda à propriedade do álcool, outros consideram que a quantidade de água não transforma o álcool em outra substância.

Porem todos concordam que há diferença na quantidade de água entre os dois produtos. Além disso, outras ideias aparecem nos registro como na resposta 115 que entende que há dois tipos de álcool de álcool ou que o álcool de combustível é mais inflamado.

Acredito que esses conflitos de ideias aconteceram porque a prática dialógica não aprofundou em detalhes sobre as diferenças de tais produtos, durante a discussão os

alunos levantaram pouco questionamento a respeito desse tema. Mas a quantidade de água é realmente a maior diferença entre o álcool doméstico e o usado em combustível, já que ambos são produtos do mesmo processo de fermentação alcoólica, embora o substrato usado na fermentação pode variar, hoje esta técnica utiliza não só a garapa, mas a beterraba, a mamona, entre outros.

2. Como você acha que o álcool é feito?

Respostas:

(120) *“Pela destilação da cana-de-açúcar ou garapa fermentada”.*

(121) *“O álcool é feito pela fermentação da cana-de-açúcar por um fungo chamado Saccharomyces Cereviseae”.*

(122) *“A fermentação da cana-de-açúcar gera o álcool, através do processo de destilação. Onde ocorre uma transformação química e física”.*

(123) *“Mistura o caldo-de-cana e o fermento e coloca no destilador”.*

(124) *“Usando o fermento no caldo-de-cana e destilando, havendo uma transformação química”.*

Inicialmente, na análise das concepções prévias, notou-se que os alunos já apresentavam o conhecimento cotidiano de que o álcool é um produto que vem da cana-de-açúcar. Porém, após a aplicação do módulo e uma nova investigação das novas concepções, foi possível identificar algumas mudanças conceituais, como por exemplo, na resposta 122, na qual, o aluno define o álcool como produto da fermentação, citando o processo de destilação e incluindo em sua resposta que durante a produção do álcool ocorre os dois processos, transformação química e física.

Na resposta 121 o aluno identifica o fungo *Saccharomyces Cereviseae* como o agente responsável pela fermentação. Ao analisar as respostas dos alunos classificamos em cinco concepções (Figura 26): identificam o álcool como produto da fermentação; reconhecem a existência de transformação física e química no experimento; reconhecem apenas a existência da transformação química, fazem uso do termo destilação; identificam a levedura como agente da fermentação.

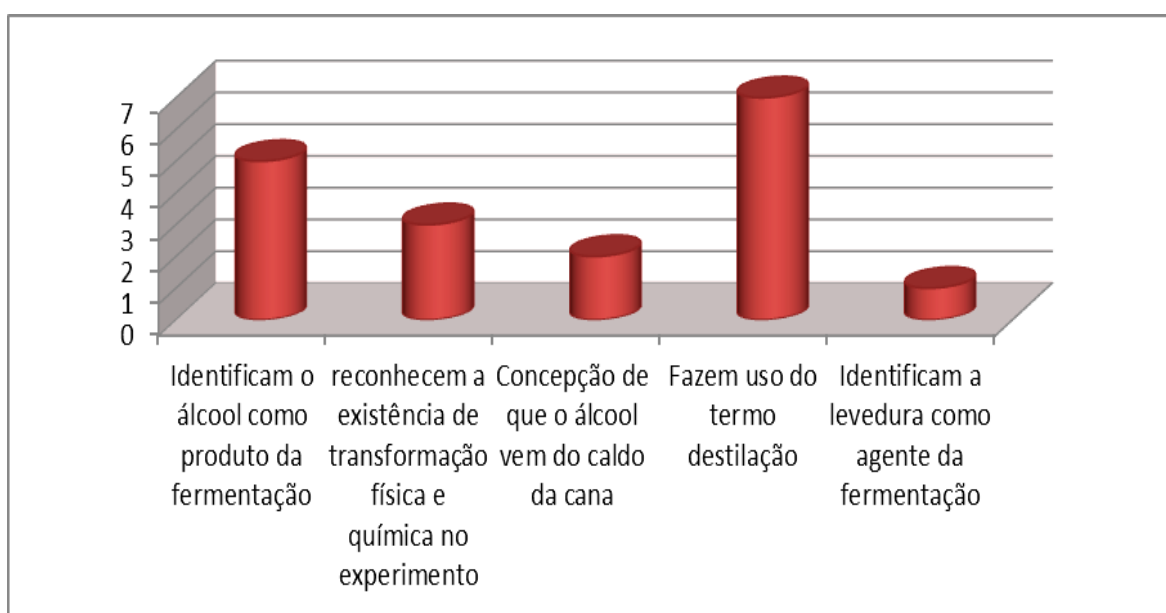


Figura 26 – Representação gráfica das novas concepções sobre a produção de álcool.

Mesmo após aplicação do módulo, dois alunos mantiveram a concepção de que o álcool vem do caldo e não do processo da fermentação alcoólica, isso significa que 13,33% dos alunos que participaram da oficina conservaram a mesma ideia, sem fazer nenhuma apropriação de um novo conhecimento científico, especificamente para item produção de álcool. Para Lopes (1999) o conhecimento do cotidiano é um obstáculo a ser superado pelo conhecimento científico em seu processo de desenvolvimento.

3. Vocês já fizeram pão ou bolo em casa? O que você acha que faz a massa do pão aumentar de tamanho?

(125) *“Sim, a liberação do gás carbônico através da fermentação na massa”.*

(126) *“O gás liberado através da fermentação faz o pão inflar. O nome desse gás é CO_2 ”.*

(127) *“Por causa do fermento”.*

(128) *“A fermentação do fungo faz liberar o gás CO_2 para que cresça o pão”.*

Nessa pergunta a proposta era aproximar o cotidiano do aluno aos experimentos realizados durante a oficina, o exemplo do bolo ou do pão confere à prática dialógica aspectos de contextualização. Em vários momentos da oficina buscamos contextualizar, através de perguntas sobre atividade corriqueiras do dia-a-dia, isso tornou os experimentos do módulo orientado uma espécie de refinamento das práticas do senso comum. Sendo assim, concordando com Bachelard⁴ citado por Lopes (1999): se a ciência for fácil teremos outra visão social e ela deixaria de ser absoluta ou soberana.

Quando realizada a análise das concepções prévias os alunos tinham a ideia de que o fermento era o que fazia a massa do pão crescer, com o argumento de que fermento também crescia. Consequente a aplicação do módulo percebeu-se que novas ideias foram apropriadas pelos alunos, por exemplo, nas respostas 128, 126 e 125, que apontam a liberação do gás CO_2 liberado durante a fermentação, como razão para o aumento da massa.

No entanto, as concepções prévias persistiam em algumas respostas, sem que não houvesse nenhum acréscimo de novos conceitos. Na minha visão, o problema não é manter uma concepção, mas sim não conseguir somar nenhum novo conhecimento a ela. O estudante só é capaz de entender e se apropriar de novos significados, quando ele for capaz de aplica-los a vários fenômenos e situações (MORTIMER, 2011).

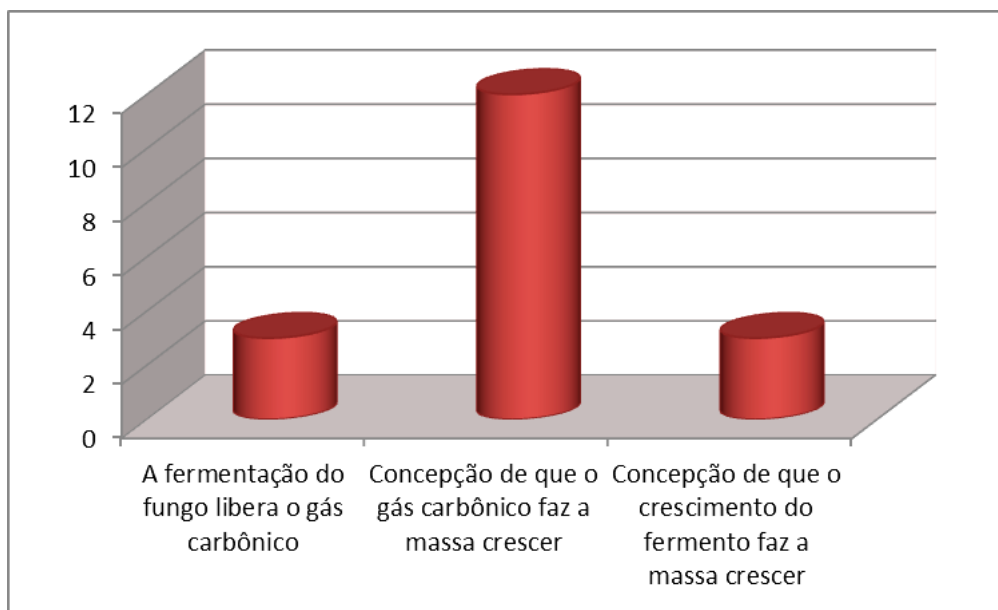


Figura 27 – Representação gráfica das respostas acerca do crescimento da massa.

4. O que você acha que é o fermento biológico?

Respostas:

(129) “É o fermento usado para a produção de pão”.

(130) “É uma substância feita através de um fungo”.

(131) “O fermento biológico é liberado o gás faz a massa crescer”.

(132) “São organismos biológicos”.

(133) “Ele é composto por fungos unicelulares”.

(134) “São fungos desnaturados”.

(135) “São fungos desnaturados, desidratados”.

(136) “Uma levedura, um fungo para ser mais específico”.

Nessa pergunta o objetivo era mostrar para os alunos que o fermento usado em casa para fazer o pão, é feito de uma levedura unicelular. Para isso, os alunos visualizaram o fermento em microscópio.

Quando perguntado aos discentes o que era o fermento biológico, durante a coleta de dados das concepções prévias, eles mostraram que reconheciam o fermento biológico como uma coisa natural ou extraída da natureza. Isso se justifica porque na embalagem vem o nome fermento biológico o que imediatamente remete a ideia de natureza. Logo após a prática dialógica e a realização da unidade 4 deste módulo, tivemos respostas que incluem o termo fungo, então agora os alunos entendem que o fermento é um fungo em estado de hibernação.

Ao discutirmos o estado de hibernação do fungo presente no fermento biológico, destacamos que o crescimento dessa levedura inicia-se ao adicionar água morna e a farinha, que seria fonte de glicose. Mas diante dos registros percebe-se que houve uma confusão de ideias sobre isso, e alguns registraram que o fermento era fungo desnaturado ou desidratado, como nas respostas 134 e 135. As respostas foram classificadas da seguinte forma (Figura 28): concepção de que o fermento é um fungo; concepção de que o fermento é um fungo desidratado; é apenas um fermento; concepção de que o fermento são organismos biológicos.

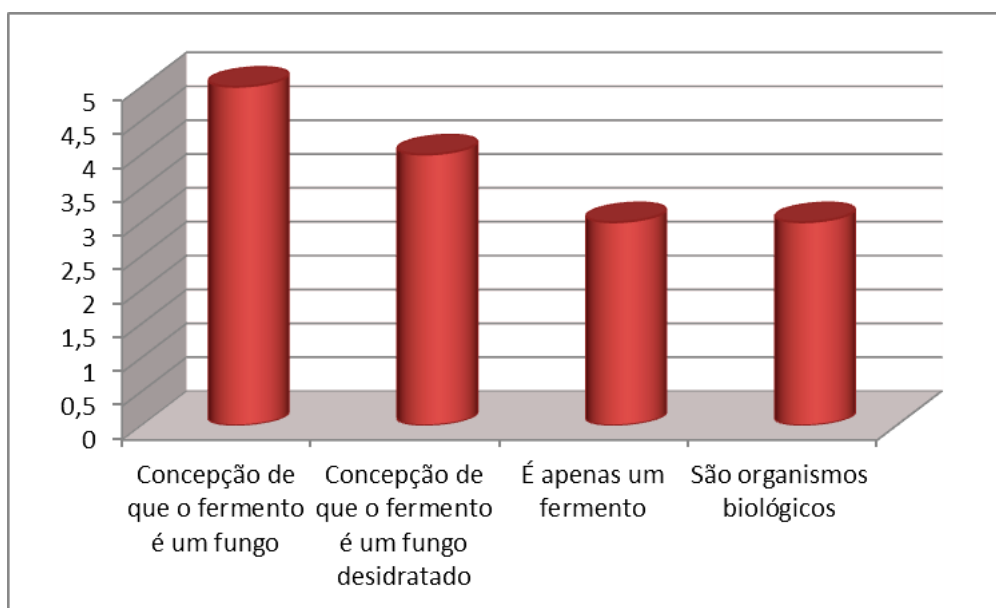


Figura 28 – Classificação das concepções novas a cerca da composição do fermento biológico.

Analisando a representação gráfica das concepções apropriadas na figura 28, houve mudança conceitual, como também existiu a permanência das concepções prévias e uma distorção de ideia, no que se refere ao estado de hibernação do fungo. Mortimer (2011) aponta que fazer uso da linguagem científica é um problema para o aprendizado do conhecimento científico, pois a aprendizagem em ciências é inerente à linguagem científica.

Unidade 5

Nessa unidade foram apresentados principalmente os conceitos de fermentação, transformação química, gás carbônico e carbonato de cálcio. Além da apropriação desses conceitos, essa unidade possibilita ao aluno desenvolver a capacidade de resolução de problemas, pois o experimento de produção de carbonato de cálcio tem caráter demonstrativo-investigativo.

De acordo com Silva; Machado; Tunes (2010) as atividades demonstrativas-investigativas apresentam algumas vantagens para o ensino-aprendizagem do aluno, as quais são: participação e interação com a sala de aula e o professor; compreendem melhor a relação teoria-experimento; formulação de ideias que geram conflitos cognitivos; desenvolvimento de habilidades cognitivas; aprendizagem de valores, entre outras.

1. Como sabemos que o gás que é liberado durante a fermentação da garapa é o CO_2 ?

Respostas:

(137) *“O gás reage com a água de cal, são formados algumas bolinhas na água de cal que indica a presença de CO_2 ”.*

(138) *“Porque o gás liberado na fermentação da garapa reage com a água de cal formando o carbonato de cálcio”.*

(139) *“Podemos ver que o CO_2 reage com a água de cal, transformando a substância turva, acontecendo, assim, uma reação química”.*

(140) *“Quando o gás carbônico é colocado junto com a água de cal ocorre a transformação química, assim nós podemos saber que é o CO_2 ”.*

(141) *“O destilador que é aquecido vira vapor ele reagiu com água de cal e formou o carbonato de cálcio”.*

(142) *“Porque através de experimento se descobriu que ele reage com água de cal, formando carbonato de cálcio. Gerando uma transformação química”.*

As respostas a essa questão foram muito significativas, porque houve uma formação de novas ideias se comparado às concepções prévias, nas quais, nenhum discente soube responder como sabemos qual gás é liberado durante a fermentação alcoólica. Logo os alunos foram capazes de apresentar novas concepções e utilizar termos científicos.

Nas questões 137, 138, 139, 140 e 142 os alunos percebem a transformação química durante a formação do carbonato de cálcio, percebem que a transformação química ocorre porque há a formação de uma nova substância.

Na questão 141 o aluno usa o termo destilador, para explicar a produção de carbonato de cálcio, acredito que essa confusão de ideias se deu por que realizamos as unidades 4 e 5 no mesmo dia, e possivelmente, isso gerou um conflito de informações.

Na Figura 29 estão representadas graficamente as classificações das respostas quanto a pergunta 1 da unidade 5. As respostas foram classificadas quanto à presença ou ausência do termo transformação químicas nos registros, já que a formação do carbonato de cálcio foi unanime nas respostas.

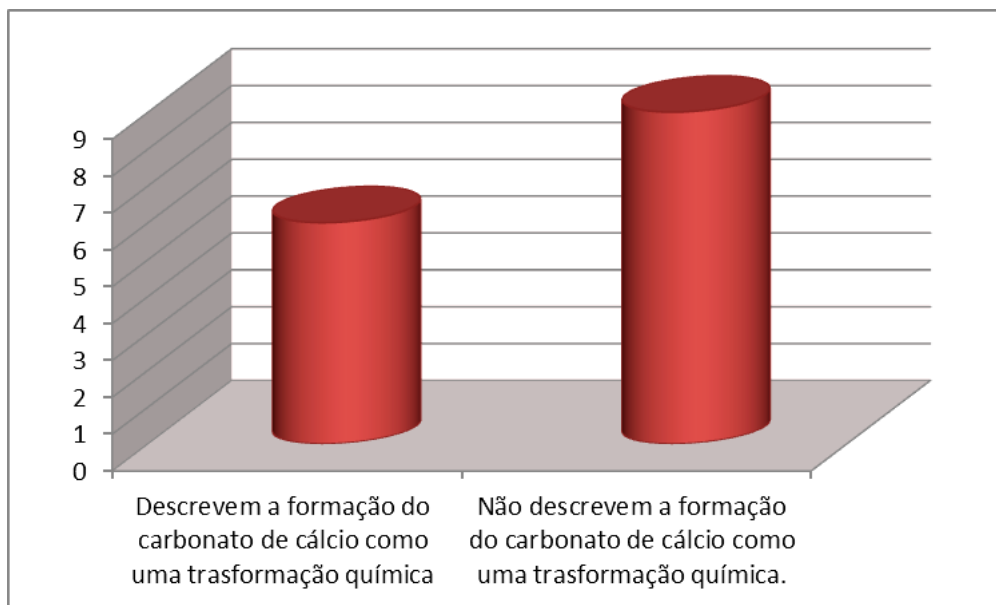


Figura 29 – Representação gráfica da presença do termo transformação química na fala dos discentes quanto á produção do carbonato de cálcio.

A presença do termo transformação química na explicação da resposta é importante porque assim podemos perceber se ao se apropriar desse conhecimento científico o aluno é capaz de usar quando necessário. Para Mortimer (2011) os alunos não abandonam suas concepções prévias ao formular novas concepções científicas, todavia, ambas convivem e são usadas em momentos apropriados.

Por isso, entendo que a partir da análise das concepções prévia e novas, o docente pode refletir sobre sua prática pedagógica. Considerando que um total de 15 participantes, 7 descrevem a formação do carbonato de cálcio como uma transformação química, acredito que a prática dialógica deve ser repensada, pois a forma como o professor dialoga em sala de aula é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem em ciências. Porém, é relevante ressaltar que não propomos o uso de linguagem científica, isso ficou a critério do aluno.

2. Que tipo de transformação ocorre quando o CO_2 reage com a água de cal? Química ou física?

Respostas:

(142) “Química, pois a mudança na água de cal não é apenas através da visualização mais também exteriormente a água de cal entra em contato com o CO_2 e muda sua coloração e o aspecto turvo”.

(143) “Transformação química, percebe-se que o gás reage com o cal mudando o aspecto (coloração) da água de cal”.

(144) “Química. Porque a coloração da água de cal ficou mais turva e virou carbonato e de cálcio”.

(145) “Química porque a água de cal muda sua cor”.

Nessa pergunta a ideia era saber se eles entenderam ou não o conceito de transformação química a partir da reação do CO_2 com o carbonato de cálcio. Conclui-se diante das respostas, que todos concordam que foi uma transformação química. Embora, na questão 1 dessa unidade 60% dos discentes não tenham utilizado o termo transformação química em suas respostas, acredito que tivemos êxito no quesito apropriação do conceito de transformação química.

Para a análise dessas novas concepções classificamos as respostas quanto ao modo como os discentes interpretam a transformação química, segundo Anderson²⁵ citado por Rosa e Schnetzler (1998) os alunos apresentam cinco categorias de ideias sobre a transformação química: desaparecimento (ocorre o desaparecimento de alguma

substância); deslocamento (mudança de espaço físico de alguma substância); modificação (mudança de cor e forma); transmutação (representa uma série de transformações); interação química (indicando uma concepção dinâmica e corpuscular da matéria).

Analisando as respostas identifica-se a presença de apenas duas categorias, a de modificação e interação química, esta última está presente nas respostas 142 e 143, as quais demonstram uma ideia de dinâmica entre materiais, quando citam “*a água de cal entra em contato com o CO₂*” e “*o gás reage com o cal*”, contudo, também demonstram ideia de modificação no mesmo registro.

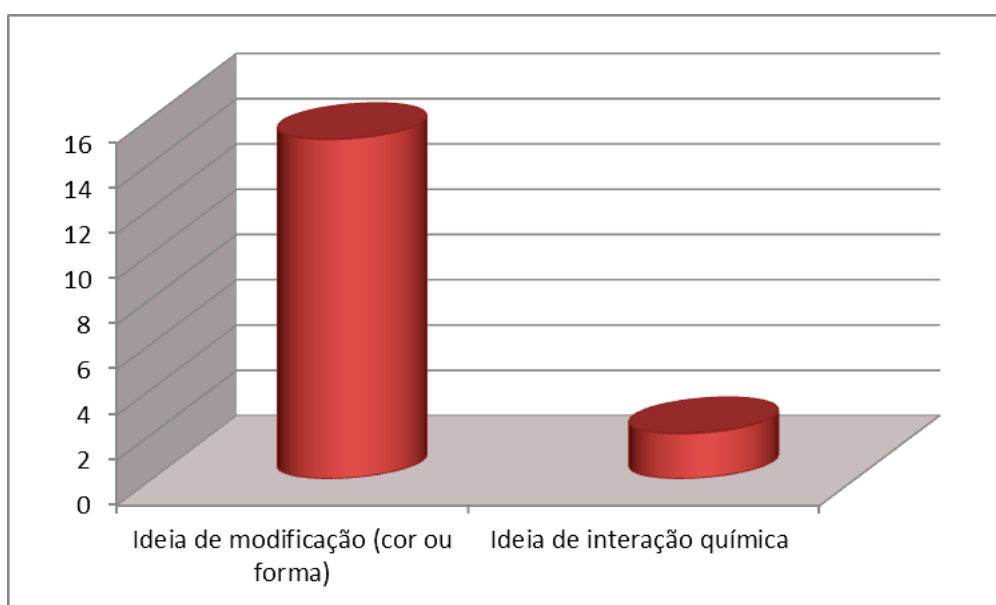


Figura 31 – Representação gráfica de ideias que os alunos têm sobre a transformação química.

De acordo com Rosa e Schnetzler (1998) a modalidade de interação química é a mais interessante para o processo de ensino-aprendizagem do aluno. No entanto, Andersson²⁵ citado por Rosa e Schnetzler (1998) encontrou dados notórios em seus trabalhos, os quais demonstram que somente 15% dos alunos expressaram a ideia de

transformação química dessa forma. E ainda, em determinados trabalhos, apenas 2% das respostas se classificam a essa categoria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o conceito de transformação química pode ser aprendido por alunos em uma perspectiva interdisciplinar, no contexto da fermentação alcoólica? Esse foi o problema de pesquisa que deu início a todo esse trabalho, e agora, retomo a ele para respondê-lo: por meio de uma oficina de experimentação temática, planejada e realizada sob a orientação do módulo de ensino.

Os resultados obtidos indicam que a experimentação não só contribui para o processo de aprendizagem de conceitos referentes à fermentação alcoólica, como também pode auxiliar os alunos desenvolverem competências, habilidades, valores e atitudes. As aulas temáticas são estratégias eficientes para tornar o aprendizado contextualizado e interdisciplinar, como podemos ver nas análises das novas concepções. E, por último, o uso da história no ensino pode sim, promover um aprendizado mais eficiente das ciências, pois, apenas com a leitura do texto e produção da linha do tempo sobre a história da fermentação alcoólica, os discentes foram capazes de definir o conceito de fermentação alcoólica.

Após a aplicação do módulo identifiquei falhas na minha prática dialógica, já que deixei de mencionar informações importantes para a sistematização das ideias do grupo. Também acredito que a oficina em apenas três dias, não é viável, já que são muitas atividades e conceitos trabalhados. A compactação dos dias causou conflitos de ideias, que por sua vez, refletiu na compreensão dos conceitos discutidos durante a oficina, causando confusão principalmente, entre os conceitos de substância e constituinte.

Enfim, não debati a questão dos impactos econômicos e sociais da produção de álcool para a sociedade, o que proporcionaria um enfoque CTS para a oficina, sendo isso, de suma importância na formação dos discentes, mas para o módulo haverá uma sugestão de texto para uso dos discentes, que abrange um foco em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Considero que o maior desafio para mim na realização dessa oficina, foi sem dúvida alguma, desenvolver um trabalho interdisciplinar, quando toda a minha formação acadêmica foi disciplinar.

Hoje os professores enfrentam desafios que vão muito além da apropriação de novos conceitos, os quais consistem em preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente. Não estou diminuindo o valor do conhecimento científico, ao contrário disso, sem ele não conseguimos alcançar esses desafios. De acordo com Bachelard:

Com efeito, as crises de crescimento do pensamento implicam uma reorganização total do saber. A cabeça bem feita precisa então ser refeita. Ela muda de espécie. Opõe-se a espécie anterior por uma função decisiva. Pelas revoluções espirituais que a invenção científica exige, o homem torna-se uma espécie mutante, uma espécie que tem necessidade de mudar, que sofre se não mudar (BACHELARD, 1996, p.20).

Este trabalho estimulou minha capacidade de planejar, de forma estruturada uma prática pedagógica, a qual foi orientada, por objetivos e conhecimentos centrados em um contexto social.

Estimular a participação dos alunos, fez com que eu refletisse incansavelmente, sobre a minha própria prática docente. Afim de que, eu pudesse mediar uma atividade democrática, na qual, os alunos desenvolvessem a habilidade de participar em

discussões, principalmente, discussões de cunho científico e social. Esse é talvez, um dos maiores desafios dos educadores contemporâneos.

Sendo assim, conclui-se, que o professor ao pensar sua prática pedagógica, deve ter sempre em mente, o compromisso social. E, ainda, questionar a si mesmo, que tipo de homem a escola pretende formar. Pois, temos que considerar, que a educação exerce influência sobre o indivíduo e seu meio, e, é por meio da educação que ocorrerá a formação de pessoas aptas a tomar decisões de caráter social, político e econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H. V. **Fermentação Alcoólica – ciências e tecnologia**. Fermentec: Piracicaba-SP, 2005, 448p.

ARAGÃO DE SÁ, H. C. A Inter-relação dos conhecimentos científico, cotidiano e escolar no ensino de gases. Brasília, 2006. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília.

ARAGÃO DE SÁ, H. C.; SILVA, R. R. A interdisciplinaridade e a Educação. XIV Encontro Centro-Oeste de Debates sobre Ensino de Química I Simpósio da Licenciatura Plena em Ciências Naturais e Matemática – V Semana de Química, 2005.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BIANCHETTI, L.; JANTSCH, A. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. In: **Gentil, P.A.A., Silva, T.T. (org.) Neoliberalismo, qualidade total e educação**. Petrópolis: Vozes. 1995.

BIZZO, N. A avaliação oficial de materiais didáticos de Ciências para o ensino fundamental no Brasil. In: Encontro perspectivas do ensino de biologia, 7. Anais... São Paulo, 2000. p. 54-58.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Base da Educação Infantil Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BORGES, A. T. NOVOS RUMOS PARA O LABORATÓRIO ESCOLAR DE CIÊNCIAS. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CÂMARA, Maria Lúcia Botêlho. Interdisciplinaridade e formação de professores na UCG: uma experiência em construção. Brasília, 1999. Dissertação (mestrado). Faculdade de Educação, Universidade de Brasília.

DRIVER, R; ASOKO, H; LEACH, J; MORTIMER, E; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova Escola**, n.9, p.31-40, 1999.

FAZENDA, I.C. A Interdisciplinaridade – História, Teoria e Pesquisa. Campinas: Editora Papirus, 1993.

FERREIRA, L. N.; QUEIROZ, S. L.. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova (Impresso)**, v. 34, p. 354-360, 2011.

GONCALVEZ, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações no Ensino de Ciências**. v. 11, p. 210-238, 2008.

HADDAD, S. e DI PIERRO, M. Satisfação das necessidades básicas de aprendizagem de jovens e adultos no Brasil: Contribuições para uma avaliação da década da Educação para Todos. São Paulo: Ação Educativa, 1999 (Paper).

KINAISKI, A. C.; ZANON, L. B. O leite como tema organizador da aprendizagem em química no ensino fundamental. **Química nova escola**. n° 6, p. 15 – 19, 1997.

LIMA, M. E. C. C.; BARBOSA, L. C. Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química nova escola**. N. 21, p. 39-43, 2005.

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

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986, p. 11 – 48.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface, In: *Administrative science quarterly*. v. 24, n.4, p. 539-550, 1979.

MALDANER, O. A. formação inicial e continuada de professores de química: professores, pesquisadores. Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 2000. 419p. (Educação em química).

MATTHEWS, A. M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual da reaproximação. **Caderno Catarinense no ensino de Física**, v.12. n.3, p. 164 – 214, 1995.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), **Secretaria de educação básica (SEB). Departamento de Políticas do Ensino Médio. Orientações curriculares do ensino médio.** Brasília, DF: MEC/SEB, 2004.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química nova escola**, nº 2, p. 23 - 26, 1995.

MORTIMER, E. F. pressupostos teóricos para a elaboração de propostas de ensino – da mudança conceitual a evolução de perfis conceituais. In: Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. Belo Horizonte: Ed UFMG, 2000.

MORTIMER, M. A. A. As chamas dos cristais revisitados; In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco.** Ijuí: Unijuí. 2010.p. 236-261.

MALDANER, O. A. Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí. 2010.p. 181-207.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B.; Uma análise das interações dialógicas em aulas das ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9 (3), p. 243-263, 2004.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar**; Editora UFPR: Curitiba. n. 26, p.233-250, 2005.

OLIVEIRA, T. B.; SCHNEIDER. E. M.; MEGLHIORATTI.; CALDEIRA, A. M. A. Percepções de professores de biologia em relação aos desafios do ensino de interação gênica. In: V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia e IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências, 2011, Londrina. *Desafios da Ciência ENTREMEANDO CULTURAS*, 2011.

PEDROTTI, A. Z. G. Nutrição para a promoção de saúde: um tema químico social auxiliando no conceito de transformação química. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. 2011, p.119.

PEREIRA, C. L. N.; SILVA, R. R. A história das ciência e o ensino de ciências. **Revista virtual de gestão de iniciativas sociais**. Edição especial, 2009.

PENIN, S. T. S. Didática e Cultura: o ensino comprometido com o social e a contemporaneidade. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. N. P.(org). **Ensinar a Ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Editora Thomson. 2006. p.33-52.

PIETROCOLA, M; NEHRING, C. M; SILVA, C. C; TRINDADE, J. A. O; LEITE, R. C. M; PINHERO, T. F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências**, v.02, n.1, p. 1-18, 2002.

ROCHA-FILHO, R. C.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. da; TUNES, E.; SOUSA, C.P.S. Ensino de conceitos em química. III. Sobre o conceito de substância. *Química nova* 11 (4). São Carlos, p. 417 – 419, 1988.

ROSA, M. I. P.; SCHNETZLER, R. P.. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova Escola*, n. 8, p. 31-35, 1998.

SANTOS, W. L.; AULER, D. (Org.) CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: editora Universidade de Brasília, 2011, p. 460.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em química: compromisso coma a cidadania. 3ª e. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SILVA, M. A. E. S.; PITOMBO, L. R. M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. *Química nova escola*, nº 23, p. 23-26, 2006.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R.. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. **Química nova Escola**. n.18, p.26-30, 2003.

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí. 2010.p. 236-261.

SILVA, R.R. da; ROCHA-FILHO, R. C.; TUNES, E.; TOLENTINO, M. Ensino de conceitos de química. II. Matéria: um sistema conceitual quanto á forma de apresentação. **Ciência e Cultura** **38 (12)**, p.9, 1986.

SILVA, R.R. da; BAPTISTA, J. A.; FERREIRA, G. A. L. O que é química afinal e o que um químico faz. Notas de aula, Brasília, 2005.

TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. da; ROCHA-FILHO, R. C.; TUNES, E. Ensino de conceitos de química. I. Matéria: exemplo de um sistema de conceitos científicos. **Ciência e Cultura** **38 (10)**, p.8, 1986.

TUNES, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. **Cadernos Cedes**, ano xx, n.35, 2000.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R. R.; SOUZA, E. C. P.; ROCHA-FILHO, R. C. Ensino de conceitos em química. IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. **Química nova** **12(2)**, p. 199- 201, 1989.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8^a ed. Porto Alegre: Artmd, 2006, 894p.

Citação indireta

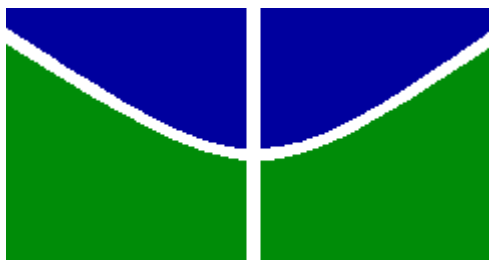
1. MORTIMER, E. F. pressupostos teóricos para a elaboração de propostas de ensino – da mudança conceitual a evolução de perfis conceituais. In: Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. Belo Horizonte: Ed UFMG, 2000.

2. BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os estudantes de segundo grau. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
3. GRANGER, G. G. A ciências e as ciências. São Paulo: UNESP, 1994. P. 45-51.
4. BACHELARD, G. Le nouvel esprit scientifique. Paris: quadrige/ Presses Universitaires de France, 1991. Tradução por Juvenal Hahne Junior. O novo espírito científico. Rio de Janeiro: tempo Brasileiro 1985. P. 147-148.
5. CANGUILHEM, G. L'Histoire des Sciences dans L' oeuvre epistemologique de Gaston Bachelard. In: *Études d' histoire, et de philoshopie des ciences*, Paris: J. Vrin, 1994. P. 173-195.
6. LECOURT, D. Para uma critica da epistemologia. Lisboa: Assirio e Alvin, p.26, 1980.
7. HELLER, A. sociologia de la vida cotidiana. Barcelona: Península, 1991. p. 343.
8. BERNSTEIN, B. On the classification and framing of educational knowledge. In: knowledge and control. New York: Macmillian, 1981. P.47.
9. HIRST, P. Liberal education and nature of Knowledg. In: Knowledg and the curriculum – a collection of philosophical papers. London. Routledg & Kegam Paul, 1980. p. 30-53.
10. FORQUIN, J. C. Escola e cultura. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993, p.16.
11. CHEVALLARD, Y. (1991) **La Transposición Didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.
12. VIGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem, Lisboa: editora antídoto, 1979.
13. MOSCOVISCI, S. A representação social da psicanálise. Trad. A. Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.
14. MORTIMER, E. F.; MACHADO, A.; ROMANELLI, L. I. A. Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. Química nova, v. 23, n. 2, p. 273 – 283, 2000.

15. LUCK, H. Pedagogia interdisciplinar – fundamentos teóricos – metodológicos. Petropólis, RJ: Vozes, 1994.
16. JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e Patologia do Saber. Rio de Janeiro: Imago editor, 1976.
17. VYGOTSKY, L. S. Thinking and seepch. In: RIEBER, R. W. e CARTON, A. S. The collected works of L. S. Vigotsky – v. 1 – Problems of general psychology. Nova York: Plenum Press, 1987, p. 37-285.
18. BOUTER, C. J. ; GILBERT, J. K. Argument and science education. In: Costello, P. J. M. e Mitchell, S. (edts). Competing and Consensual voices: the theory and practice of argument. Multilingual Matters LTD. 1995. Cap. 6, p. 84-98.
19. TULVISTE, P. The Cultural-historical development of verbal thinking. Transl. M. J. C. Hall. New York, NY: Nova Science, 1991.
20. ROBERTS, D. A. What count as science education? In: FENSHAM, P. J. (Org). Development and dilemmas in science education. Barcombe: The Falmer Press, 1991, p. 27-55.
21. SALOMON, J. Science technology and society education courses: tools fot thinking about social issues. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988.
22. ZOLLER, U.; WATSON, F. G. Technology education for nonscience students in the secondary school. Science Education, v. 58, n.1, p. 105-116, 1974.
23. McKAVANAGH, C.; MAHER, M. Chalenges do Science education and the STS response. The Autralian Science Teachers Journal, v. 28, n. 2, p. 69-73, 1982.
24. ALKENHEAD, G. S. Educação cinetífica para todos. Mangualde e Ramanada: Pedago, 2009.
25. ANDERSSON, B. Pupils' explanation of some aspects of chemical reactions. Science Education v. 70, n. 5, p. 549-563, 1983.

26. NOGUEIRA, J. C.; ROCHA-FILHO, R. C. HARTWIG, D. R. ; TUNES, E; DE ROSE, J. C. C.; BORT, C. M. ; DE ROSE, T. M. Descrição de problemas de desempenho de professores de química do 2º grau na região de São Carlos, São Paulo. Química Nova, 4: 44-48.
27. HOLFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth ioste symposium. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p. 357, 1988.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Entendendo a transformação química por meio do processo de fermentação alcoólica.

Flávia Tocci Boeing Duarte

Proposta de ação profissional resultante da dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva, apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título Mestre em Ensino de Ciências – área de concentração “Ensino de Ciências”, pelo programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília - DF

INDICE

INTRODUÇÃO.....	04
1. UNIDADE 01- Construindo a linha do tempo da fermentação alcoólica	
1.1 Informações para o professor.....	06
1.2 Atividade 01.....	07
1.2.1 Texto A: História da fermentação alcoólica.....	07
1.3. Procedimentos.....	13
1.4. Atividade 02.....	14
1.4.1 Texto B: O açúcar moldou a história humana.....	14
2. UNIDADE 02 – Conhecendo o material açúcar e a substância sacarose.	
2.1 Conceitos apresentados durante o experimento.....	16
2.2 Informações para o professor.....	17
2.3 Perguntas norteadoras para a prática dialógica.....	22
2.4 Procedimentos.....	23
3. UNIDADE 03 - Diferenciando a transformação física e a transformação química por meio da produção de algodão doce.	
3.1 Conceitos apresentados durante o experimento.....	26
3.2 Informações para o professor	26
3.3 Experimento A: dissolução do açúcar.....	30
3.4 Experimento B: caramelização.....	30
3.5. Experimento C: produção de algodão doce.....	31
4. UNIDADE 04 - Transformação química na fermentação alcoólica – produção de álcool.	
4.1 Conceitos apresentados durante o experimento.....	32
4.2 Informações para o professor.....	32

4.3 Perguntas norteadoras para a prática dialógica.....	39
4.4 Procedimentos.....	41
5. UNIDADE 05 - Transformação química na fermentação alcoólica- produção de carbonato de cálcio.	
5.1 Conceitos apresentados durante o experimento.....	42
5.2 Informações para o professor.....	43
5.3 Perguntas norteadoras para a prática dialógica.....	45
5.4 Procedimento.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
LISTA DE FIGURAS	
FIGURA 1 - Sistema radicular da cana-de-açúcar.....	19
FIGURA 2 - Caule (colmo e bainha) da cana-de-açúcar.....	20
FIGURA 3- Folhas da cana-de-açúcar em detalhes.....	20
FIGURA 4- Inflorescência da cana-de-açúcar –.....	21
FIGURA 5 - Regiões da língua sensíveis aos sabores.....	22
FIGURA 6 – Experimento de amostragem.....	24
FIGURA 7 – Sistema conceitual para matéria.....	25
FIGURA 8 - Representação esquemática da dissolução do açúcar na água.....	28
FIGURA 9- Diferentes tonalidades do caramelo em função da temperatura.....	34
FIGURA 10 – Expressão representacional da fermentação alcoólica.....	35
FIGURA 11 – Biodiversidade de espécies de fungos	37
FIGURA 12 - <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36
FIGURA 13 - Condensador de destilação.....	38
FIGURA 14 - Caldo de cana-de açúcar no destilador.....	40
FIGURA 15 - Álcool coletado do destilador.....	41
FIGURA 16 - Experimento completo de produção do carbonato de cálcio.....	47

INTRODUÇÃO

No mundo primitivo, o ser humano descobriu que podia aproveitar fenômenos que ocorriam espontaneamente na natureza, para tornar sua vida melhor e mais agradável. E cedo, muito cedo, passou a utilizar em seu benefício tais fenômenos. A fermentação é um desses fenômenos, que no passado, era utilizada apenas para conservar alimentos e produzir bebidas, mas hoje, sabe-se que o processo de fermentação alcoólica já alcançou os patamares industriais (AMORIN, 2005).

Cada civilização foi desenvolvendo suas habilidades no processo de fermentação de acordo com sua cultura e necessidade. O processo de fermentação tornou-se inicialmente um saber popular, que alcançou todos os povos do mundo. Porém, mesmo fazendo uso desse processo biológico, as pessoas não tinham ideia de como realmente ele acontecia (AMORIM, 2005).

Atualmente, o processo da fermentação já foi desvendado, tornando-se um conhecimento científico, que hoje é explorado na economia mundial. A fermentação que mais se destacou foi à fermentação alcoólica, que tem como objetivos principais, a produção de etanol, a produção de bebidas alcoólicas e produtos alimentícios (AMORIN, 2005).

A fermentação alcoólica é um tema químico – biológico e ao mesmo tempo social. Químico porque durante o processo de fermentação ocorrem reações químicas; biológico porque é um processo realizado por levedura (fungos unicelulares), que visa à obtenção de glicose e frutose para realizar seu metabolismo; e social porque no passado, orientou comportamento e mudanças nas civilizações, principalmente na alimentação.

Hoje está presente não só na culinária mundial, mas também, na produção industrial de etanol e bebidas alcoólicas. Portanto, essas características conferem ao tema um caráter interdisciplinar e contextualizado.

A fermentação é definida como um fenômeno natural, durante o qual certas matérias primas orgânicas complexas são transformadas em substâncias mais simples. Ela se deve a

ação de fungos e bactérias. Estes organismos secretam enzimas indispensáveis para a degradação desses materiais, que serão utilizados por eles para a fermentação e para o seu desenvolvimento. Há dois tipos de fermentação: fermentação oxidativas ou aeróbias; fermentação anoxidativas ou anaeróbicas.

Diante disso, consideremos que ao fazer uso desse tema durante as aulas pode-se ter uma abordagem histórico-social e científica, tornando o processo de ensino-aprendizagem contextualizado e significativo.

A proposta do módulo é desenvolver atividades contextualizadas e interdisciplinares, que permita a inter-relação dos conceitos científicos, porém, oferecendo estímulo ao aluno, para que ele perceba as relações do conhecimento científico com seu cotidiano, e principalmente, desenvolva a capacidade de problematizar situações.

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), está presente no artigo 26º o seguinte texto (p. 11): “Os currículos de ensino fundamental e médio devem ter como base comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, uma parte diversificada, pertinentes às características locais, regionais e culturais da sociedade”.

Para a aplicação do módulo sugere-se que poderá ser realizada durante as práticas diversificadas, na semana de educação para vida, prevista na Lei nº 11.988 de 2009, ou ainda, em dias letivos comuns, a critério do professor.

O módulo está organizado em cinco unidades, segue descrição:

Unidade 01	Construindo a linha do tempo da fermentação alcoólica.
Unidade 02	Conhecendo o material açúcar e a substância sacarose.

Unidade 03	Diferenciando a transformação física e a transformação química.
Unidade 04	Transformação química na fermentação alcoólica – produção de álcool.
Unidade 05	Transformação química na fermentação alcoólica- produção de carbonato de cálcio.

Unidade 01 - Construindo a linha do tempo da fermentação alcoólica.

Tema: História da fermentação alcoólica.

Objetivo: desenvolver um ensino contextualizado, aproximando o conhecimento científico da vida cotidiana do aluno; promover um breve entendimento de como a ciência desenvolve suas teorias; tornar o aprendizado de conceitos científicos significativo para o discente.

Atividades proposta: construir a linha do tempo das principais descobertas científicas que levaram ao entendimento do processo de fermentação alcoólica.

Informações para o professor

Para explorar o potencial transformador da História da Ciência, a linha do tempo é uma excelente estratégia didática que facilita a aproximação dos conteúdos com o cotidiano dos alunos. A linha do tempo permite que o educando estabeleça relações com o mundo em que vive, percebendo-se sujeito ativo do processo histórico e social. Compreendendo como a ciência é feita, e assim, o aluno vai desenvolvendo um aprendizado científico significativo.

Entretanto, caso o docente tenha interesse em realizar uma aula com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) sugere-se uma segunda opção de texto “O açúcar moldou a história humana”. Este texto trás um breve resumo de como a demanda por açúcar no

mundo moldou a história da humanidade, considerando os impactos econômicos, sociais e principalmente o tráfico escravista.

Para esclarecer o que é um ensino de ciências com enfoque em CTS, destacam-se algumas características de como deve ser uma aula nesses termos, segundo Santos e Schnetzler (2010):

- ✚ Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
- ✚ Potencialidade e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
- ✚ Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
- ✚ Prevenção de consequências em longo prazo.
- ✚ Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas.
- ✚ Ênfase na prática para chegar à teoria.
- ✚ Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real.
- ✚ Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos.

Atividade 1

Sugestões

Os alunos poderão usar as próprias imagens presentes no texto para construir a linha do tempo.

Realizar uma leitura coletiva e pedir que os discentes destaquem as datas e os principais fatos com a caneta, para posteriormente, usar os dados em destaque, além de recortar as imagens para construir a linha do tempo.

Tempo estimado duas aulas de 50 min.

Sugestão de leitura adicional para esta atividade: STANDAGE, TOM. História do mundo em 6 copos. Editora Zahar, 2005.

Texto A - História da fermentação alcoólica

(Texto adaptado a partir de AMORIN, 2005).

Ao longo da história da humanidade a fermentação foi um dos fenômenos que mais intrigou os pesquisadores de todas as épocas. Na tentativa de melhor compreender esse processo fascinante, conseguiu-se obter importantes avanços, que ajudaram a humanidade a conhecer sua natureza e a utilizar seus recursos de forma racional.

A maior parte dos estudos relacionados à fermentação alcoólica está direcionada para a produção de bebidas alcoólicas, embora, o uso de álcool tenha várias finalidades. As bebidas alcoólicas eram o foco da fermentação, só mais tarde, as civilizações passaram a utilizar o processo de fermentação alcoólica para a produção de etanol.

O Brasil só passou a produzir álcool em larga escala a partir de 1970, inicialmente misturado à gasolina, e depois, como combustível para movimentar a frota nacional de veículos. Este fato traduziu-se em um sucesso de um programa energético autossustentável, alternativo e pioneiro na substituição da gasolina, que promoveu benefícios ao país.

O século XVII foi considerado um período importante para os avanços tecnológicos da Europa Ocidental, nessa época muitas ideias foram desencadeadas influenciando profundamente a história da humanidade, principalmente a respeito do estudo sistemático da fermentação alcoólica. O tema era ainda controverso e obscuro, e se tornou muito estudado por pesquisadores.

As modificações inexplicáveis apresentadas pelas matérias fermentescíveis intrigavam e fascinavam cientistas e filósofos, que buscaram descobrir as causas desse processo. A seguir iremos conhecer os principais cientistas envolvidos na busca do conhecimento da fermentação e suas respectivas descobertas científicas:

Sylvius de le Boe

Em 1659 o médico, químico e filósofo Sylvius de Le Boe distinguiu o processo de fermentação de outras reações químicas, não só pelos gases que liberava, mas também pela liberação de determinados ácidos.

Johann Joachim Becher

Pouco mais tarde, em 1665, Becher um alquimista alemão ressaltou que somente os líquidos açucarados poderiam entrar em fermentação espirituosa. Segundo ele o álcool não preexistia do mostro, mas se formava durante a fermentação, sobre as influências do ar. Prevalencia a ideia de juntar o termo álcool à fermentação.

Thomas Willis

Em meados de 1667, Thomas sugeriu a primeira concepção filosófica de fermentação. Escreveu que o levedo dotado de intimo de decomposição transportava esse movimento à matéria fermentescível, possibilitando a separação das partículas homogêneas, que depois seriam combinadas sob a forma de compostos estáveis. Alguns compostos permaneciam como o álcool, outros eram liberados como o gás carbônico.

Nesta concepção a fermentação representaria um caso particular de putrefação.

Georg Ernst Stahl, em 1697, formulou conceitos primitivos, que mais tarde, conduziram aos conceitos de enzimas e de catalizadores de reações. Este cientista, assim como Willis, também acreditava que a fermentação era a decomposição de um corpo suscetível a esse fenômeno.



Willis e Stahl propuseram uma teoria mais definitiva para explicar a natureza da fermentação alcoólica, acabando com ideias confusas. Posteriormente, os pontos básicos de seus pensamentos sobreviveriam no sistema defendido por Lavoisier.

Antoine van Leeuwenhoek



Leeuwenhoek era um comerciante holandês que montava conjunto de lentes e com elas investigava o mundo microscópico. Foi um cientista com formação elementar que com o auxílio de uma simples composição de lentes e parafusos, descobriu os “animalcules”, que dançavam em uma gota de água. Eram seres minúsculos presentes por toda parte, hoje chamados de protozoários.

As descobertas de Leeuwenhoek revolucionaram os estudos da microbiologia, a partir de seu trabalho os microrganismos foram descobertos.

Em 1780 ele declarou em uma de suas descobertas que ao observar a cerveja observou pequenos grânulos, que hoje sabemos que são as leveduras.

Antony Laurent Lavoisier

A composição dos compostos orgânicos do processo de fermentação não eram compreendidos até Lavoisier, em 1789, realizar uma análise sistemática sobre as substâncias presentes neste fenômeno.

Durante suas investigações ele formulou a lei considerada alicerce da Química experimental, a qual estabelecia que: na natureza ocorrem somente mudanças ou

modificações, o princípio era que em todo processo há uma quantidade igual de matéria antes e depois da reação, ou seja, nada se cria, nada se perde.

Lavoisier estabeleceu em 1789, que as relações ponderais que ligam uma substância fermentecível – o açúcar- aos produtos de fermentação são o álcool e o dióxido de carbono. Desta forma, este brilhante cientista foi o primeiro a aplicar métodos de análise quantitativa ao estudo das relações existentes entre o açúcar e seus derivados.

Louis Jacques Thérnard

Este pesquisador era professor de Química da Escola Politécnica de Paris, em 1803 publicou seus estudos sobre fermentação, no qual dirigiu a atenção para uma depósito, semelhante ao levedo de cerveja, produzido por todos os líquidos fermentecíveis e mostrou que continha compostos nitrogenados, que com a destilação produziam amônia. Com isso, a ideia de que a fermentação era causada pela ação do açúcar caiu por terra.

Jean Baptiste Van Helmont



Em 1852, Helmont percebeu que durante a fermentação havia a produção de um gás especial, diferente do álcool com o qual era confundido.

Pasteur

Em 1857, ao estudar as doenças que afetam o vinho, Pasteur descobriu aquilo que já desconfiava: a fermentação se deve a ação de alguns microrganismos. Ele entregou um artigo nesse ano sobre a fermentação láctea. E ainda, estabeleceu, equivocadamente, que a fermentação alcoólica era um fenômeno fisiológico (e não biológico). Porém, proporcionou uma interpretação correta do processo de fermentação, a partir do conhecimento disponível da época.

J. H. van den Broek

Broek era professor da escola Militar de Utrecht, na Holanda, corroborou para a tese de Pasteur, pois em 1860 estudando o suco de uva atribuiu a fermentação às células de fermento.

Atualmente

O conceito de TORTORA; FUNKE e CASE (2006) estabelecem a fermentação alcoólica como um processo biológico, cujo principal agente é a levedura. As espécies de leveduras mais utilizadas são *Saccharomyces cerevisiae* e *Schizosaccharomyces pombe*.

Ao metabolizar anaerobicamente o açúcar são capazes de gerar ATP (trifosfato de adenosina), que posteriormente é empregada para as mais diversas atividades metabólicas da célula de levedura.

Materiais

Para esta atividade sugere-se que os alunos se organizem em grupos ou duplas e que o professor monte um kit que contenha: tesoura cola, canetinha, régua e folha A3.

Procedimentos

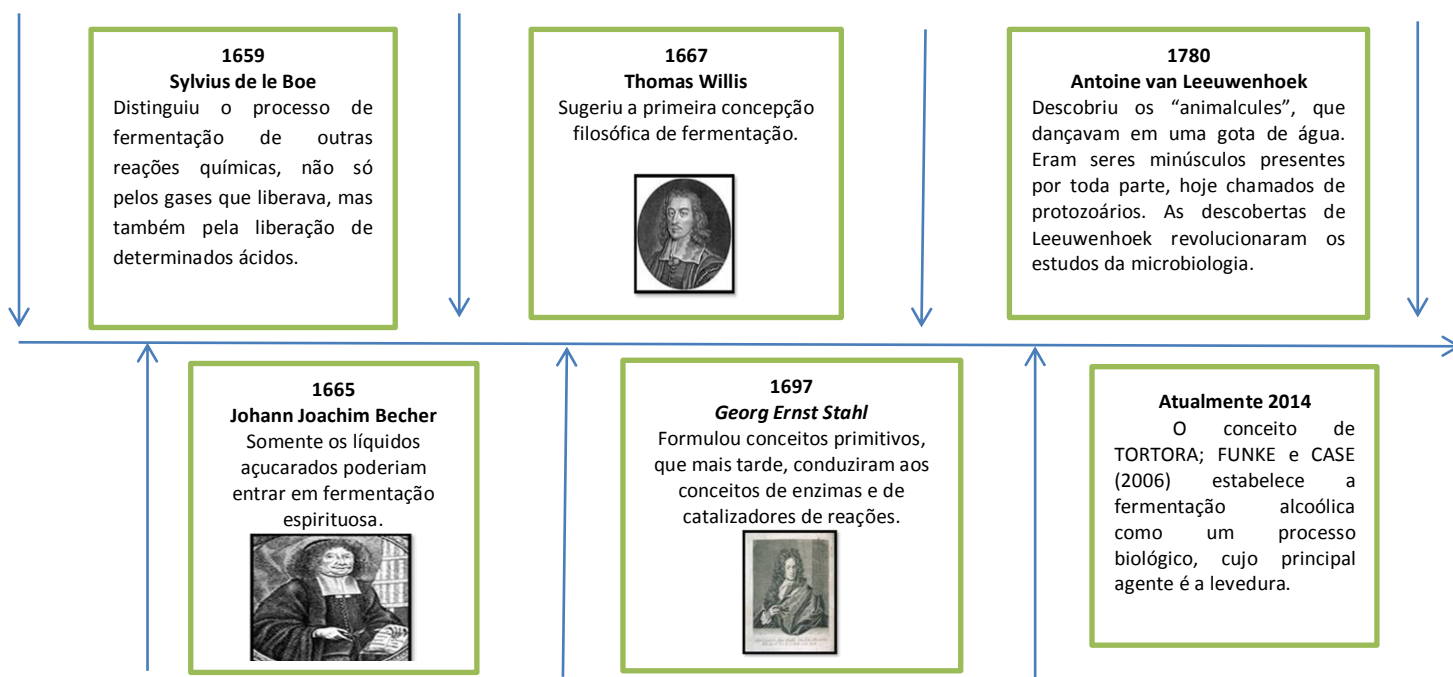
I – Materiais: Kit com imagens (principais cientistas), modelo pronto de uma linha do tempo, folha A3, cola, régua, tesoura e pincel atômico, folha A3.

II – Texto 01 - adaptado sobre “A história da Fermentação alcoólica”.

Esta atividade tem início a partir da leitura e discussão do texto adaptado sobre a história da fermentação alcoólica. O aluno é convidado a fazer uso das informações históricas contidas no texto para montar sua linha do tempo.

Cada grupo recebe um kit com imagens dos principais cientistas e o material necessário para a produção. É importante que o professor utilize um modelo de linha do tempo como exemplo, a fim de orientar os alunos nas etapas de construção da sua própria linha do tempo.

A linha do tempo deve seguir uma ordem cronológica lógica, a qual será disposta sobre uma seta central. As datas são intercaladas, ora a acima da seta, ora abaixo. As datas devem estar em destaque, e o texto deve ser curto e objetivo, deve conter ainda, o fato principal. Segue modelo de linha do tempo contínua da História da fermentação alcoólica (o uso de imagem é opcional):



Atividade 2

Sugestões

Para o texto B, sugere-se leitura coletiva e discussão, buscando enfatizar quais problemas sociais temos hoje em consequência da escravidão e ainda, discutir quais impactos econômicos e ambientais temos atualmente em decorrência das tecnologias desenvolvidas a partir de pesquisas avançadas da fermentação alcoólica.

Texto B – O açúcar moldou a história humana

(Texto adaptado a partir de Le Couteur e Burreson, 2006)

Se não fosse pela demanda de açúcar, provavelmente hoje nosso mundo seria bem diferente. Afinal, foi o açúcar que estimulou o tráfico escravista, levando milhões de africanos negros a serem arrancados de sua terra natal. E foram os lucros obtidos com o açúcar, que ajudou a estimular o crescimento econômico da Europa no século XVIII.

Os primeiros exploradores do Novo Mundo retornaram falando de terras tropicais perfeitas para o cultivo da cana-de-açúcar, foi então que europeus começaram a cultivar a cana no Brasil. Mas para isso era necessário muita mão-de-obra e não podiam contar com os nativos do velho mundo, já que a maioria estava sendo dizimada por doenças introduzidas como a varíola, o sarampo e a malária.

Diante disso, os colonizadores do novo mundo voltaram seus olhos para o continente africano e aumentaram drasticamente o tráfico de humanos negros, pois a até então, era limitado ao mercado doméstico de Portugal e Espanha.

A perspectiva da obtenção de grandes fortunas com o cultivo de cana-de-açúcar foi suficiente para levar a Inglaterra, França, Holanda, Dinamarca, Suécia, Brasil e E.U.A. a se

tornarem parte de um imenso sistema que não só arrancou milhões de africanos de seu país, mas também assassinou milhares dessas pessoas.

É impossível mensurar o número exato de negros que foram embarcados em navios a vela na costa oeste da África e depois vendidos no Novo Mundo. Na década de 1820 cerca de 500 seres humanos ainda eram apinhados em navios negreiros, com destino ao Brasil, em um espaço de 150 m² por 90 cm de altura.

Alguns historiadores calculam que cerca de 50 milhões de africanos foram enviados para as Américas ao longo de três séculos e meio, sendo que esse número não inclui os que não sobreviveram aos horrores da viagem por mar.

O açúcar e seus produtos foram à fonte para aumentar o capital e a expansão econômica necessária para estimular a revolução industrial britânica e francesa no século XVIII e início do século XIX.

O açúcar continua a moldar a sociedade humana, pois é um importante item comercial, a meteorologia e as infestações de pragas afetam as economias de países que cultivam o açúcar, além de ter grande influência em bolsa de valores do mundo todo. O efeito da elevação do preço do açúcar espalha-se gradativamente por toda indústria de alimentos.

E hoje o açúcar está presente em grande parte do que comemos e bebemos, os níveis atuais de consumo de açúcar tem levado gerações a enfrentarem problemas de saúde como, obesidade, diabetes, cáries dentárias. Ou seja, o açúcar continua moldando nossas vidas cotidianas.

Unidade 02 – Conhecendo o material açúcar e a substância sacarose.

Tema: Fermentação alcoólica e o açúcar

Objetivo: identificar as diferenças entre os diversos tipos de açúcares (composição e aspectos morfológicos), compreender a origem do açúcar, compreender a composição do caldo de cana e a estrutura anatômica do caule, compreender de onde vem o sabor doce do açúcar,

compreender as etapas de purificação de cada tipo de açúcar, entender o conceito de material, substância e de constituintes das substâncias.

Conceitos que podem ser apresentados durante o experimento.

Para este experimento utilizaremos apenas os conceitos a seguir, os quais adotam os seguintes enunciados:

- ✓ *Matéria* – tudo aquilo, que no universo, ocupa lugar no espaço.
- ✓ *Materiais* – porções de matéria que contêm duas ou mais substâncias, assim o ar é um material.
- ✓ *Substância* – porção de matéria que contêm somente um tipo de constituinte.
- ✓ *Sacarose* – é uma substância.
- ✓ *Glicose* – é uma substância.
- ✓ *Frutose* – é uma substância

Sugestões

Para esta unidade destaca-se a necessidade de uma maior atenção aos conceitos de substância e material. Sendo que, em experiências de aplicação deste módulo os alunos demonstraram confundir os dois conceitos. Por isso, sugere-se uma demanda de tempo maior ao trabalhar esta unidade, considerando ser indispensável uma revisão posterior a aplicação.

Para esta atividade serão necessárias pelo menos quatro aulas de 50 min. cada.

A partir de agora, cada unidade do módulo traz perguntas norteadoras para as práticas dialógicas, estas perguntas devem ser apresentadas aos discentes durante a realização do experimento. Solicite ao aluno que registre as perguntas e respostas no caderno, pois este registro servirá de fonte para análise e reflexão de sua própria prática pedagógica.

Informações para o professor

A cana-de-açúcar – classificação e morfologia

Classificação científica		São seis espécies
Reino:	Plantae	<i>S. spontaneum</i>
Divisão:	Magnoliophyta	<i>S. robustum</i>
Classe:	Liliopsida	<i>S. officinarum</i>
Ordem:	Poales	<i>S. barberi</i>
Família:	Poaceae ou Graminea	<i>S. sinense</i>
Género:	<i>Saccharum</i>	<i>S. edule</i>

A cana é uma planta que pertence à família Poaceae, apresenta características como: inflorescências em forma de espiga, crescimento do caule em colmos, folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainhas abertas. A cana-de-açúcar na forma nativa é perene, de hábito ereto e levemente decumbente no estágio inicial de desenvolvimento (DIOLA; SANTOS, 2010).

A cana-de-açúcar é uma planta proveniente do sul e sudeste asiático. Com a expansão muçulmana foi introduzida em várias regiões. No continente Europeu ela foi cultivada na Espanha e posteriormente levada para as Américas durante a expansão marítima, onde se adaptou muito bem ao clima. Países como Brasil, Cuba, México, Peru, Equador, Colômbia e Venezuela cultivam a cana.

Lecouteur e Burreson (2006) destacam que o clima tropical e as boas condições do solo brasileiro foram fatores cruciais para o cultivo da planta no Brasil.

Foi à base da economia do nordeste brasileiro, na época dos engenhos. A principal força de trabalho empregada foi a da mão-de-obra escravizada, primeiramente indígena e em seguida majoritariamente de origem africana, sendo utilizada até o fim do século XIX.

Braibante e colaboradores (2013) ressaltam em seus trabalhos, que a produção açucareira no Brasil teve início no período de 1530 a 1540. Esses autores destacaram algumas características desta prática como: engenhos pequenos movidos por cavalos ou bois ou força hidráulica.

A mão-de-obra do cultivo da cana foi inicialmente por indígenas, após a expansão o trabalho escravo passou a ser feito por africanos.

Sugestões

Uma boa atividade para integrar o conhecimento a cerca da morfologia da cana-de-açúcar pode ser feita por meio da amostragem do caule da cana. Para isso leve para sala de aula um pedaço do caule de cana, os alunos poderão observar os nós, entrenós e o colmo. Em seguida solicite que eles façam um desenho representando da amostra identificando suas estruturas.

Morfologia da cana-de-açúcar

(Fonte: www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2006/bp-12.pdf, acesso em: 12/10/2013).

Raiz

As raízes da cana-de-açúcar são classificadas como raízes do tolete (ou de fixação) e raízes do perfilho. As raízes do tolete são originadas a partir de primórdios radiculares do tolete de plantio, são delgadas e ramificadas. (Figura 2).

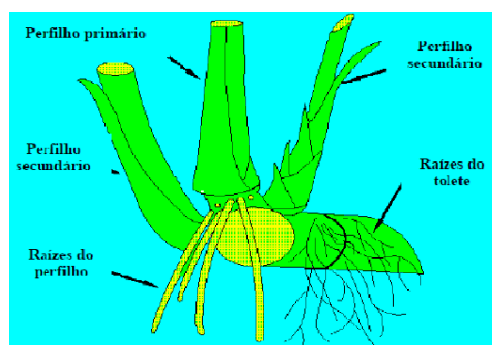


Figura 1 - Ilustração das raízes

Colmo

O colmo (talo) é a parte mais importante da planta, constitui o fruto agrícola da mesma, nele se encontra armazenado o açúcar. É formado por entre-nós que variam em longitude, grossura, forma e cor segundo a variedade. Os entre-nós estão unidos por nós, lugar onde se enxertam as folhas. Nos nós encontramos a gema que é importante na propagação da planta. Se fizermos um corte transversal do talho, observa-se a medula ao centro formada por um tecido esponjoso que contém um líquido rico em açúcar.

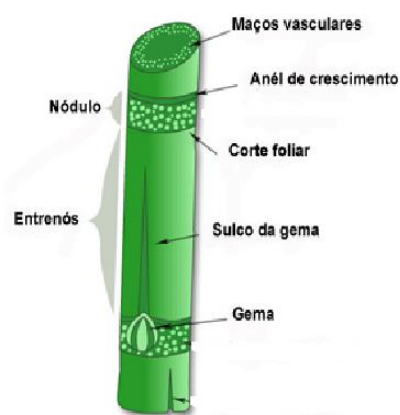


Figura 2 – ilustração do caule tipo colmo da cana

Folha

Dos nós do talho brotam-se as folhas; estas são lancetadas, lineares, largas e agudas. Apresentam uma nervura na veia central forte, dispostas no talho de forma alternada. A sua cor é verde e vai variando de tonalidade de acordo com a variedade e as condições de desenvolvimento da planta.

A folha da planta da cana-de-açúcar é dividida em duas partes: bainha e lâmina. A bainha, como implica seu nome, cobre completamente o talo, estendendo sobre pelo menos um entrenó completo.

As folhas são normalmente acopladas de forma alternada aos nódulos, portanto formando duas fileiras em lados opostos. A planta madura de cana de açúcar tem uma superfície de folha superior total em média de 0,5 metros quadrado e o número de folhas verdes por talo é em torno de dez, dependendo da variedade e condições de crescimento.

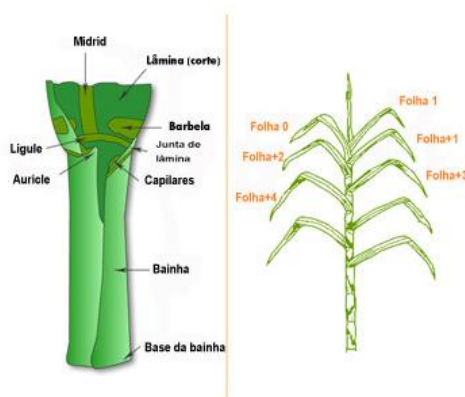


Figura 3 – ilustração da folha da cana-de-açúcar.

Inflorescência

A inflorescência, ou tassel, de cana de açúcar é um panicle de ramo aberto. Também é conhecido como seta. Portanto o florescimento também é conhecido como "arrowing". Cada tassel consiste de vários milhares de flores pequenas, cada uma capaz de produzir uma semente. As sementes são extremamente pequenas e pesam aproximadamente 250 por grama.



Figura 4 – imagem da ilustração da inflorescência da cana.

Como o açúcar é produzido?

O caldo de cana depois que sai da moenda é filtrado para retirar as impurezas. No processo de clarificação usa-se o ácido fosfórico e a Cal (hidróxido de cálcio).

Parte da água é retirada por evaporação obtendo-se os cristais de açúcar de cor amarelado. Depois da purificação produz o açúcar mascavo; depois ocorre uma recristalização que dará origem ao açúcar cristal e refinado.

De onde vem o sabor doce do açúcar?

Antes de responder de onde vem o sabor doce do açúcar, precisamos discutir um dos quatro sentidos humanos, os quais: são audição, paladar, tato, olfato e visão. O sentido que de fato nos interessa é o paladar, pois é através desse sentido que o ser humano é capaz de perceber o sabor dos alimentos.

Retondo e Faria (2006) apontam o paladar tem algumas funções: ele é utilizado pelo organismo para identificar substâncias presentes no ambiente; está ligado às nossas necessidades, tais como: sede, fome, emoção e memória.

Os autores ainda destacam que o sabor é uma função de defesa, exercida pelo paladar, pois ao ingerir um alimento a sensação que ele provoca fica gravado na memória. Assim, muitos alimentos venenosos e estragados podem ser reconhecidos.

Nós somos capazes de reconhecer apenas quatro sabores, amargo, doce, azedo ou ácido e o salgado. Porém, existem muitas moléculas que podem promover vários sabores. As moléculas interagem com receptores (neurotransmissores), que por sua vez interagem com o encéfalo, onde se percebe a sensação de sabor (RETONDO e FARIA 2006).



Figura 5 – Regiões da língua sensíveis aos sabores (Fonte: www.profpc.com.br).

As ligações de hidrogênio são determinantes para sentirmos o sabor doce na língua, pois, moléculas que são sentidas por sabor doce, tem a propriedade de fazer esse tipo de interação (RETONDO e FARIA 2006).

Perguntas norteadoras para a discussão dialógica

Poderão ser feitas as seguintes perguntas com base nas informações de orientações:

1. De onde vem o açúcar?

O açúcar vem do processo de purificação do caldo-de-cana, onde parte da água é retirada por evaporação obtendo cristais de açúcar de cor amarelada.

2. Do que é formado o bagaço da cana?

É um material formado de várias substâncias, como por exemplo, a celulose, a sacarose, água, sais minerais etc.

3. Do que é formado o caldo-de-cana?

É um material formado de varias substâncias, como por exemplo, a água; a sacarose; clorofila e sais minerais.

4. Como acontece o processo de retirada do açúcar?

Por meio da evaporação e purificação, para a clarificação do açúcar usa-se o acido fosfórico e a cal.

5. Por que o sabor o açúcar é doce?

O sabor doce vem da substância sacarose.

6. Qual a relação entre sacarose, glicose e frutose?

Todas são sustâncias.

Materiais

Para este experimento de amostragem serão necessárias as seguintes amostras:

A. O bagaço da cana	E. O açúcar refinado
B. O caldo de cana	F. A sacarose
C. O açúcar mascavo	G. A glicose
D. O açúcar cristal	H. A frutose
	I. O etanol

Procedimentos

As amostras devem estar dispostas durante o experimento seguindo a ordem de produção e purificação dos produtos, por exemplo: após a cana passar pela moenda, temos o caldo-de-cana, em seguida temos o bagaço da cana e após essas duas amostras, temos a rapadura, que é um produto do caldo-de-cana, a partir da rapadura temos o processo de purificação e desidratação para formar o açúcar mascavo, e assim sucessivamente, como podemos ver na Figura 8:



Figura 6- Experimento de amostragem na seguinte ordem: o caldo de cana, o bagaço da cana, a rapadura, o açúcar mascavo, o cristal, o refinado, sacarose, glicose, frutose e etanol.

A proposta principal dessa prática de amostragem é diferenciar os conceitos: **material e substância**. De acordo com as amostras do experimento sugerido, temos a seguinte classificação:

Material	Substância responsável pelo sabor doce que Todas as amostras têm em comum.
Cana -de- açúcar	Sacarose
Caldo-de-cana	Sacarose
Bagaço da cana	Sacarose
Rapadura	Sacarose
Açúcar mascavo	Sacarose
Açúcar cristal	Sacarose
Açúcar refinado	Sacarose

Após a demonstração das amostras será feita uma discussão das classificações utilizando o sistema conceitual a apresentado a seguir, enfocando os conceitos de matéria, material e substância.

Sugestão

Sugere-se que o sistema conceitual proposto fique exposto durante a realização do experimento, para consulta dos alunos.

Segue modelo do sistema usado durante aplicação da unidade:

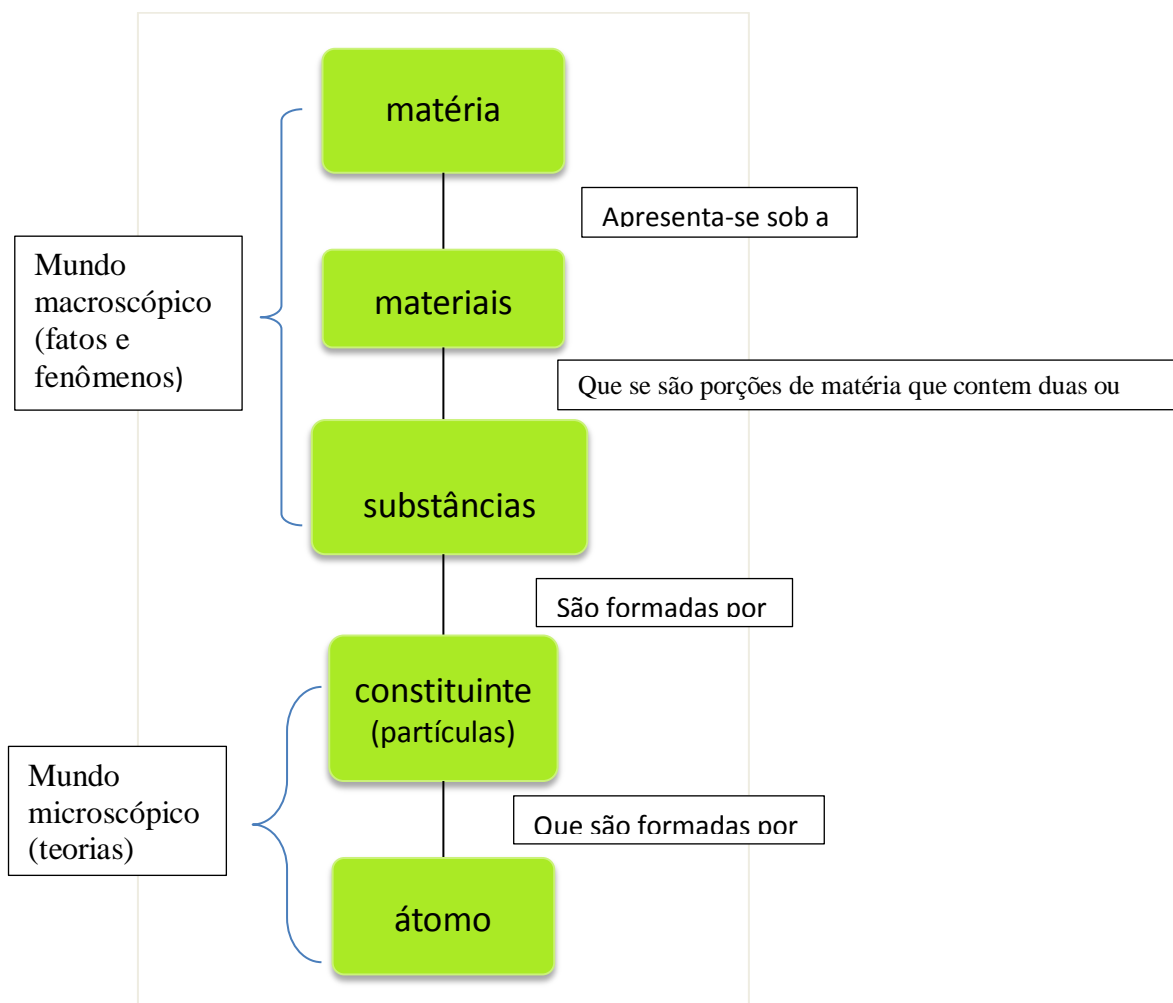


Figura 7 - Sistema conceitual proposto para matéria quanto à forma de apresentação e sua natureza.

Unidade 03 - Diferenciando a transformação física e a transformação química

Tema: Produção de algodão doce, dissolução do açúcar e caramelização.

Objetivos: identificar as diferenças entre transformação física e transformação química, compreender o processo de dissolução do açúcar como transformação física, compreender o processo de caramelização do açúcar como transformação química.

Atividades propostas: prática de produção de algodão doce, prática discursiva e registro em diário.

Conceitos que podem ser apresentados durante o experimento

- ✓ Transformação química: reações que alteram o constituinte das substâncias
- ✓ Transformação física: reações que não alteram o constituinte das substâncias.
- ✓ Solute: chama-se de soluto a substância que pode ser dissolvida.
- ✓ Solução: tipo de material homogêneo em que a homogeneidade é observada até atingir o limite de solubilidade do soluto.
- ✓ Solvente: aquela substância que permite a dispersão de outra substância em seu meio.
- ✓ Material: porções de matéria que contêm duas ou mais substâncias. Assim, a solução contendo a água e o açúcar é um material.

Informações para o professor

Transformação química X transformação física

A reação química é um importante fenômeno estudado pela Química. Porém também existem os fenômenos físicos, estudados pela Física, vamos ver como podemos diferencia-los (BEMFEITO e PINTO, 2012):

- Os fenômenos físicos não transformam a natureza da matéria, pois as substâncias continuam as mesmas.
- Os fenômenos químicos alteram a composição da matéria, isto é, transformam determinadas substâncias em outras.
- Para os autores Mora e colaboradores (2006) temos as seguintes diferenciações:
- Transformações físicas: não alteram a identidade das substâncias como, por exemplo, as mudanças de estado, ou seja, o Fe (fundido) ainda é ferro.

- Transformações químicas: aqui, substâncias são destruídas e novas são formadas. São mais conhecidas como reações químicas. Exemplos: corrosão, combustão.

Dissolução do açúcar na água – exemplo de transformação física

(http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_solubilidade.pdf)

Ao adicionarmos uma colher de açúcar no copo com água, notamos que o açúcar desaparece. Isso ocorre porque o açúcar é solúvel em água.

A solubilidade é a propriedade que uma substância tem de se dissolver espontaneamente em outra substância, denominada **solvente**. Este é um componente cujo estado físico se preserva, quando a mistura é preparada ou quando está presente em maior quantidade.

Os demais componentes da mistura são denominados **solutos**. Portanto, no nosso exemplo, a água é o solvente e o açúcar é o soluto. Uma vez misturados, soluto e solvente formam uma mistura homogênea, também chamada de **solução**.

As moléculas presentes no açúcar mantem sua identidade, pois não ocorre a transformação química.

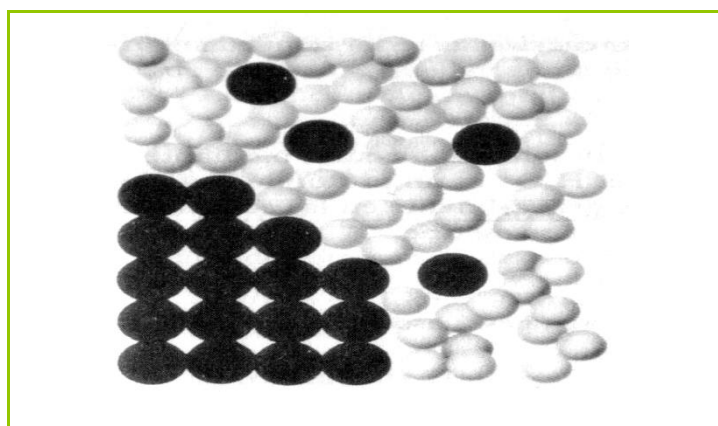


Figura 8 - Representação esquemática da dissolução do açúcar na água. Aqui as esferas escuras representam moléculas de açúcar e as esferas claras, moléculas de água.

Fonte:

<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downquimica/capitulo6.pdf>

Processo de caramelização do açúcar – exemplo de transformação química

(CHEMELLO, 2005; OETTERER).

O açúcar dispõe de uma particularidade importante, que é a formação de cor de caramelo, essa é uma reação de escurecimento muito apreciada na culinária. Esta é uma transformação química, na qual ocorre perda de água no açúcar e a formação de novas substâncias. Durante a reação de caramelização, os açúcares submetem-se à desidratação e após a condensação, ocorrendo à formação de estruturas complexas de massas moleculares diferentes.

Levemente colorido e de gosto agradável, o caramelo começa a ser produzido durante os estágios iniciais, mas na medida em que, a reação continua, ocorre à formação de estruturas de massa molecular mais elevada, o que influi no sabor, o qual se torna gradativamente mais amargo com a elevação da temperatura.

Esse tipo de reação é chamada de escurecimento não enzimático por analogia a outro tipo genérico de escurecimentos de frutas provocados por reações de enzimas. Alguns fatores são necessários para ocorrer à reação não enzimática como, tempo, umidade, temperatura, meio ácido ou alcalino.

A variação da cor e do odor indica que novos compostos estão sendo formados, o aumento da viscosidade indica que moléculas grandes se formam e a coloração é uma prova de que essas moléculas absorvem luz. A calda queimada ou o caramelo é um bom exemplo de transformação química (CAMPOS, 2007).

A composição química do pigmento caramelo é extremamente complexa e pouco conhecida. Porém, sabe-se que caramelos obtidos de diferentes açúcares tem

composição similar e que a sacarose quando submetida ao calor é desidratada e sofre hidrólise (CAMPOS, 2007).



Figura 9 - Diferentes tonalidades do caramelo em função da temperatura. Fonte: www.profpc.com.br, acesso em: 12/09/2013.

Sugestões

A proposta dessa unidade é tornar claro para o discente as diferenças entre transformação física e transformação química. Para isso sugere-se uma discussão no início de cada experimento realizado nesta unidade.

Nessa unidade são realizados três experimentos: dissolução do açúcar, caramelização e produção de algodão doce.

Realize um experimento de cada vez, fazendo suas respectivas perguntas.

Esta atividade é realizada na sequência ao experimento de amostragem, sugere-se que cada unidade seja realizada em dias diferentes dias, já todas demandam de um grande número de informações, porém todas estão inter-relacionadas.

Experimento A – dissolução do açúcar.

Pergunta norteadora para a discussão dialógica

1. O que acontece com o açúcar quando o misturamos com a água?

O açúcar dissolvido na água apenas passa por uma transformação física, pois sua composição química permanece intacta.

Materiais

Uma colher de açúcar.

Um copo com água, com 200 ml.

Procedimentos

Adicione a colher de açúcar em um copo com água e agite até a dissolução completa.

Experimento B – caramelização

Pergunta norteadora para a discussão dialógica.

1. Por que ao aquecer o açúcar ele muda sua coloração?

Porque o açúcar passa por uma transformação química, a qual percebe-se a mudança, textura e forma.

Materiais

Uma colher de metal com açúcar

Uma lamparina.

Um fosforo.

Procedimentos

Acenda a lamparina e aqueça o fundo da colher com o açúcar, até a formação do caramelo.

Experimento C – produção de algodão doce

Pergunta norteadora para a discussão dialógica

1. Como o açúcar vira algodão doce?

A máquina de algodão doce realiza um movimento giratório, o açúcar localizado no centro da máquina é jogado pra as extremidades da máquina após ser aquecido. Antes que o açúcar alcance as bordas da máquina, o aquecimento é cessado, por isso ao invés de derreter totalmente e se tornar um caramelo ele vira algodão doce.

Observação

É importante que aluno reconheça a produção de algodão doce como uma transformação física. Já que o açúcar apenas muda de estado físico.

Sugere-se que os alunos façam o registro das perguntas norteadoras no caderno, incluindo as respostas.

Materiais

Um saco de açúcar (1kg).

Palitos de churrasco ou para fazer pipa.

Uma máquina de algodão doce.

Procedimentos

Coloque um medidor de açúcar no disco central da máquina, a seguir ligue a máquina e espere aquecer, depois é só observar a formação de algodão doce nas bordas. Passe o palito nas bordas para coletar o algodão formado.

Unidade 04 – Transformação química na fermentação alcoólica

Tema: Transformação química – produção de álcool

Objetivos: compreender como ocorre a produção de álcool, diferenciar o álcool de uso doméstico e o etanol do combustível, compreender o processo de destilação do álcool, compreender o processo de mudanças de estados físicos, reconhecer a importância da biotecnologia na produção do álcool, compreender o processo de fermentação alcoólica.

Observações

Nessa unidade trataremos do tema principal do módulo, a fermentação alcoólica. Através do tema será evidenciado o conceito de transformação química. Nesse momento, informações científicas a respeito do processo da fermentação e dos fungos unicelulares (agentes responsáveis pela fermentação) serão apresentadas aos discentes.

- ✓ Transformação química - é considerada como um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras.
- ✓ Estados físicos da matéria - são diferentes formas como uma matéria pode se apresentar no espaço, os estados principais são: sólido, líquido e gasoso.
 - ✓ Levedura – fungo unicelular.
 - ✓ Botânica – ciência que estuda os vegetais.
 - ✓ Fermentação - é um processo biológico no qual ocorre uma transformação química e libera energia e tem como produtos secundários o álcool e o gás carbônico.

Informações para o professor

Fermentação alcoólica – processo bioquímico

A fermentação alcoólica é um processo biológico, cujo principal agente é a levedura, as espécies de leveduras mais utilizadas são *Saccharomyces cerevisiae* e *Schizosaccharomyces pombe*. Ao metabolizar anaerobicamente a sacarose presente açúcar, são capazes de gerar ATP (trifosfato de adenosina), que posteriormente é empregada para as mais diversas atividades metabólicas da célula de levedura (TORTORA, et. al., 2006).

As leveduras absorvem os carboidratos na forma de seus monossacarídeos estruturais, a glicose e frutose, após a reação de hidrólise da sacarose pela enzima invertase.

A fermentação é um processo de produção de moléculas, para fins energéticos, que ocorre sem a participação do oxigênio (processo anaeróbio). **A fermentação**

compreende um conjunto de reações controladas, através das quais uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples, liberando energia.

Tortora, et. al., (2006) descreve algumas características que definem o processo de fermentação alcoólica:

- Forma aminoácidos, ácidos orgânicos, purinas e pirimidinas.
- Não requer oxigênio.

A **glicólise** (conversão da glicose em ácido pirúvico) é o primeiro passo da fermentação alcoólica, porém, a levedura também faz uso da **frutose**, pois ela é absorvida pela levedura, e posteriormente, fosforizada a frutose 6 fosfato, que é composto da via glicosídica, formado por uma isômeras, que transforma a glicose 6fosfato e frutose 6 fosfato em ATP (TORTORA, et. al., 2006).

A partir de cada molécula de glicose, obtêm-se duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas ATP. Na próxima reação, as duas moléculas de ácido pirúvico são convertidas em duas moléculas de acetaldeído e duas moléculas de CO₂. As duas moléculas de acetaldeído são então, reduzidas por duas moléculas de NADH, para formar duas moléculas de etanol (Figura 12).

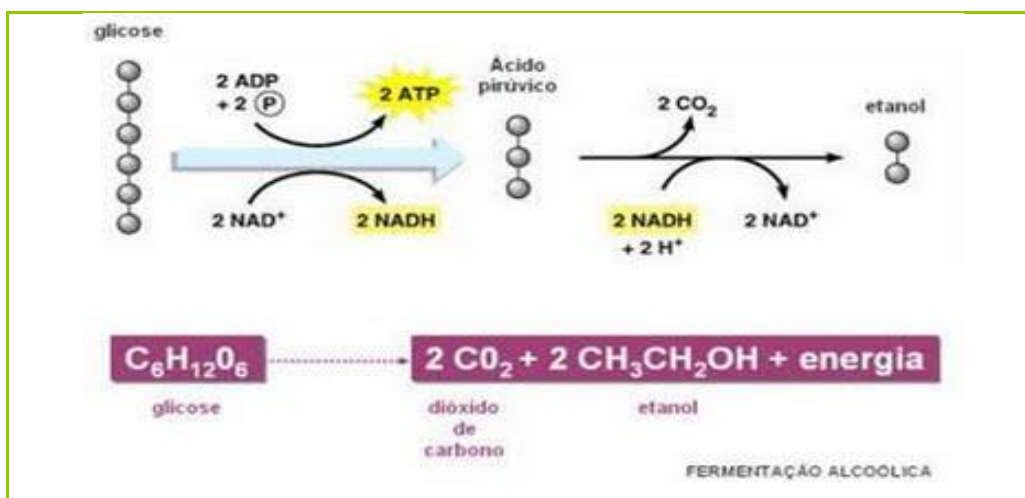


Figura 10 – Expressões representacionais da fermentação alcoólica.

Fonte: www.mundodabioquimica.blogspot.com

Qual a diferença entre os fermentos biológico e químico?

(Fonte: <http://super.abril.com.br/alimentacao/qual-diferenca-fermentos-biologico-quimico-444326.shtml>)

O fermento biológico é composto por fungos microscópicos vivos, enquanto o químico (ou em pó) é feito à base de bicarbonato de sódio. A forma como eles agem é bastante distinta.

Os fungos do fermento vivo se alimentam da glicose formada na hidrólise: sua digestão produz, entre outras substâncias, as bolhas de gás carbônico (ou dióxido de carbono) que fazem a massa crescer. Já no fermento químico, o mesmo gás é obtido em reações do bicarbonato de sódio com algum ácido.

Introdução aos fungos

(RAVEN e colaboradores, 1998).

Características gerais: são eucariotos, ou seja, apresentam uma membrana que delimita o material genético no citoplasma, a carioteca; não têm cloroplastos e pigmentos fotossintetizantes; são heterótrofos, pois absorvem seu alimento de organismos vivos ou mortos.

Apresentam parede celular, em geral de quitina (mesmo polissacarídeo encontrado no exoesqueleto dos artrópodes; mais resistente à degradação microbiana do que a celulose); tem como principal polissacarídeo de reserva o glicogênio. São extremamente diversos sendo que já existem mais de 70.000 espécies identificadas até o momento.



Importância econômica dos fungos

Causando prejuízos

Os fungos podem causar prejuízos de diversas maneiras, como exemplo, temos espécies que crescem em temperaturas extremas podem atacar carne estocada, neste caso, trata-se do fungo *Cladosporium herbarum* (-6oC) e *Chaetomium* (50 a 60oC).

Também existem fungos que são agentes de doenças em plantas, são mais de 5.000 espécies de fungos, como por exemplo, a ferrugem, doença que afeta alguns vegetais. Além de provocar doenças em plantas os fungos também são agentes de doenças em humanos, como: micoses, infecções nas mucosas e até infecções sistêmicas.

Gerando lucros

Os fungos são usados na alimentação, como exemplo temos: os cogumelos comestíveis e o fungo unicelular *Saccharomyces cerevisiae* usado como fermento biológico para a panificação e fabricação de vinhos; o fungo *Tolyocladium inflatum*, apresenta propriedades que são capazes reduzir a probabilidade de rejeição a órgãos transplantados, diminuindo os efeitos colaterais indesejáveis.

Sistemática dos fungos

Filo	Natureza das hifas	Método de reprodução assexuada	Tipo de esporo sexuado
CHYTRIDIOMYCOTA	Asseptadas, cenocíticas	Zoósporos, fragmentação	Nenhum
ZYGOMYCOTA	Asseptadas, cenocíticas	Conídios (esporos imóveis), fragmentação	Zigósporo (dentro do zigosporângio)
ASCOMYCOTA	Septadas	Brotamento, conídios (esporos imóveis), fragmentação	Ascósporo
BASIDIOMYCOTA	Septadas com doliporo	Brotamento, conídios (esporos imóveis, incluindo uredósporos), fragmentação	Basidiósporo

Importância ecológica

São os principais decompositores da biosfera, junto com as bactérias heterotróficas, pois reciclam matéria orgânica. Existem 500 espécies marinhas que reciclam matéria orgânica do mar.

Leveduras

(TORTORA; FUNKE e CASE 2006).

Os fungos são classificados em unicelulares e multicelulares. A levedura é um exemplo de fungo unicelular, considerada um organismo vivo com características próprias, responsável pelo processo de fermentação alcoólica. Ela utiliza a sacarose para obter energia, que destina às funções vitais, e não para produzir álcool. Na verdade, o álcool é uma consequência do processo de biológico de fermentação realizado pela levedura.

As leveduras são fungos unicelulares, não filamentosos, com forma esférica ou oval. São amplamente encontradas na natureza, são frequentemente encontradas como um pó branco, cobrindo frutas e folhas. As leveduras de brotamento como as *Saccharomyces*, dividem-se, formando células desiguais.

As leveduras podem multiplicar-se por brotamento, esporulação ou fissão. O método mais comum é o brotamento, no qual se forma uma estrutura parecida com um tubo, a partir do vacúolo nuclear da célula mãe (Figura 12).

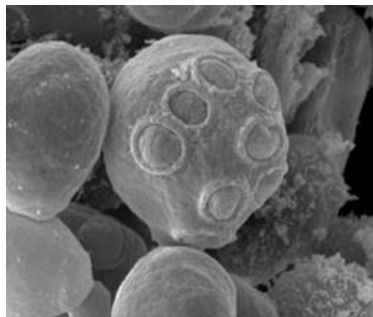


Figura 12 – *Saccharomyces cerevisiae* (Fonte:<http://confece.blogspot.com.br>, acesso em 09.09.2013)

Processo de destilação do álcool

(<http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico/>)

O princípio da destilação se baseia na diferença entre o ponto de ebulição da água (100°C) e do álcool (78,4°C), que promove a separação de ambos. A mistura água e álcool apresenta ponto de ebulição variável em função do grau alcoólico. Assim, o ponto de ebulição de uma solução hidroalcoólica é intermediário entre aquele da água e do álcool e será tanto mais próximo deste último quanto maior for o grau alcoólico da solução (RIZZON e MENEGUZZO, 2008).

A solução é colocada em um balão de destilação, feito de vidro com fundo redondo e plano, que é esquentado por uma manta. A boca do balão é tampada com uma rolha, junto com um termômetro. O balão possui uma saída lateral, inclinada para baixo, na sua parte superior. Nessa saída é acoplado o condensador.

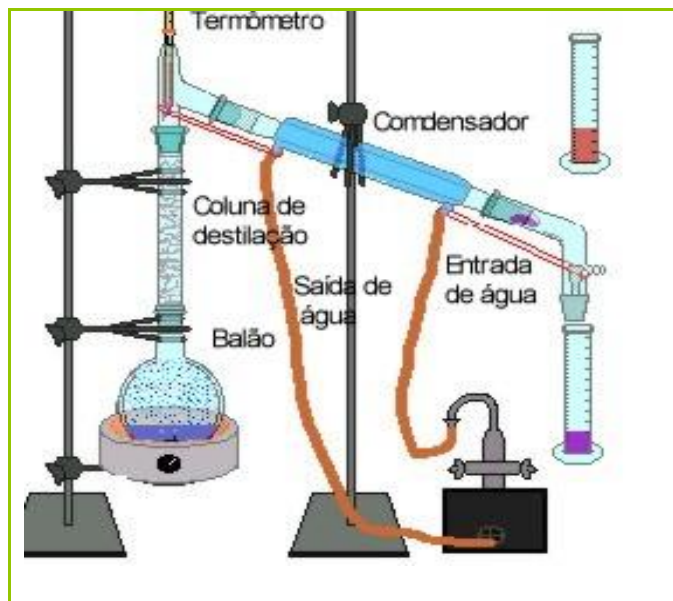


Figura 13 – Condensador de destilação.

Fonte: <http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico/>

O condensador é formado por um duto interno, onde em volta desse duto passa água fria corrente. Esse duto desemboca em um béquer.

A mistura no balão é esquentada, até que o líquido com menor ponto de ebulição comece a evaporar. Ao evaporar, ele só tem o condensador como caminho a seguir. As paredes do condensador são frias, pois a sua volta passa água fria.

Ao entrar em contato com essas paredes frias, o vapor se condensa, retornando ao estado líquido. Após algum tempo, todo o líquido de menor ponto de ebulição terá passado para a proveta, e sobrar a outra substância, de maior ponto de ebulição, no balão de vidro.

Álcool de uso doméstico e álcool para automóvel

(Fonte: www.ambientebrasil.com.br/artigos/vol1/etanol/etanol.htm, acesso em 14.04.2014)

O etanol (C_2H_5OH), também chamado álcool etílico e, na linguagem corrente, simplesmente álcool, é uma substância orgânica obtida da fermentação de carboidratos,

encontrado em bebidas como cerveja, vinho e aguardente, bem como na indústria de perfumaria. No Brasil, tal substância é também muito utilizada como combustível de motores de explosão.

Basicamente, a diferença entre o álcool que usamos em casa e o álcool que usamos para abastecer veículos é a maior ou menor quantidade de água. A porcentagem de água presente no álcool doméstico é de 54% em massa, por isso apresenta um percentual de água bem mais significativo. Já o álcool para uso em veículos contém apenas 7,4% de água em massa. O álcool adicionado à gasolina é o álcool anidro, o álcool sem água.

Sugestões:

Apresente os conceitos científicos durante a realização do experimento. Realize a prática dialógica para que os alunos possam se apropriar dos novos conceitos e usá-los nas respostas das perguntas norteadoras.

São necessárias duas aulas de 50 minutos cada para realizar esta unidade.

Perguntas norteadoras para a prática dialógica

1. O álcool que compramos no supermercado é o mesmo usado nos carros? Se não, qual a diferença?

Não tem diferença, todos são considerados etanol. Mas a concentração de água muda para cada um, o álcool doméstico tem 54% de água, o álcool para combustível tem 7,4% e o adicionado à gasolina não tem água.

2. Como você acha que o álcool é feito?

O álcool é formado a partir do processo de fermentação da sacarose realizado por uma levedura. A produção do álcool é uma consequência da fermentação.

3. Vocês já fizeram pão ou bolo em casa? O que você acha que faz a massa do pão aumentar de tamanho?

Sim. O que faz o pão crescer é o gás carbônico liberado durante o processo de fermentação da sacarose que o fungo realiza.

4. O que você acha que é o fermento biológico?

Um fungo unicelular.

Materials

1 litro de caldo-de-cana.

Um destilador (Figura 02).

Um envelope de fermento biológico.

Um pedaço de papel alumínio



Procedimentos:

Colocar o caldo de cana em um recipiente e adicionar o fermento biológico, mexer para a mistura ficar homogênea e deixar fermentar por sete dias. Manter tampado. Após sete dias colocar o caldo fermentado no destilador, a temperatura de ponto de fervura do balão de destilação é de 86° graus. O tempo de produção de álcool é de aproximadamente 20 min.

Nesse experimento o aluno poderá observar todo o processo de destilação do álcool. A garapa fermentada é colocada em um balão de destilação, que fica posicionado em cima de uma manta térmica, a qual, depois de aquecida permitirá que o mosto entre em ebulição (neste momento observa-se a formação de bolhas), como água e o álcool têm pontos de ebulição diferentes, ocorre à separação da água e do álcool, presente no mosto. O álcool desce pelo tubo do destilador e é possível coletá-lo ao final do processo.



Figura 15 - Álcool coletado do destilado.

Unidade 05 – Transformação química através da produção de carbonato de cálcio.

Tema: fermentação alcoólica – produção de carbonato de cálcio.

Objetivo: compreender o processo de fermentação alcoólica, compreender conceito de transformação química através do processo de fermentação da garapa e da formação do carbonato de cálcio, desenvolver capacidade de resolução de problemas.

Conceitos apresentados durante a realização da unidade

- ✓ *Fermentação* - é um processo biológico no qual ocorre uma transformação química energia e tem como produtos secundários o álcool e o gás carbônico.
- ✓ *Transformação química* é considerada como um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras.

- ✓ *Levedura* – fungo unicelular.
- ✓ *Célula* – unidade fundamental que constitui um ser vivo.
- ✓ *Gás carbônico* – é um composto químico, cujo constituinte é formado por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono. A representação química é CO_2 .
- ✓ *Glicose* – um monossacarídeo, o carboidrato mais importante na biologia.
- ✓ *Frutose* - também conhecida como açúcar das frutas, é um monossacarídeo.
- ✓ *Microrganismo* – os microrganismos ou micróbios são organismos unicelulares (ou acelulares, os vírus) que só podem ser vistos ao microscópio. Incluem os vírus, as bactérias, os protozoários, as algas unicelulares e algumas formas de fungos (as leveduras).
- ✓ *Sacarose* - é também conhecida como açúcar de mesa, a sacarose é um carboidrato.
- ✓ *Carbonato de cálcio* – composto formado pela reação de gás carbônico com o cal.

Sugestões

Nesta unidade realiza-se um experimento com características investigativas, por isso, o aluno precisa ser incentivado a solucionar um problema. Para que aluno seja capaz de responder a pergunta norteadora ele precisará entender o que está acontecendo no experimento.

Este experimento tem três perguntas norteadoras para prática discursiva, sugere-se que a pergunta de número 1, seja apresentada antes de iniciar o experimento. E após a realização do experimento apresenta-se a pergunta de número 2 e 3.

Informações para o professor

Gás carbônico

(<http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico/>)

Sabe do que são formadas aquelas bolhas que aparecem nos refrigerantes? De gás carbônico. E são também de gás carbônico as bolhas que se desprendem em comprimidos efervescentes.

O gás carbônico compõe apenas 0,03% do ar. Ele aparece na atmosfera, como resultado da respiração dos seres vivos e da combustão. É a partir do gás carbônico e da água que as plantas produzem açúcares no processo da fotossíntese.

A partir dos açúcares, as plantas produzem outras substâncias - como as proteínas e as gorduras - que formam o seu corpo e que vão participar também da formação do corpo dos animais.

O carbono circula pela natureza: a respiração, a decomposição (que é uma atividade feita pelas bactérias e fungos) e a combustão liberam gás carbônico no ambiente. Esse gás carbônico é retirado da atmosfera pelas plantas durante a fotossíntese.

Como outros gases, o gás carbônico pode passar para o estado líquido ou para o estado sólido se baixarmos suficientemente sua temperatura (a quase 80°C negativos). O gás carbônico sólido é conhecido como gelo-seco e é usado na refrigeração de vários alimentos.

O dióxido de carbono também conhecido como anidrido carbônico, gás carbônico. É uma substância cujo constituinte é formado por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono. A representação química é CO_2 . O dióxido de carbono foi descoberto pelo escocês Joseph Black em 1754.

Estruturalmente o dióxido de carbono é constituído por moléculas de geometria linear e de carácter apolar. Por isso as atrações intermoleculares são muito fracas, tornando-o, nas condições ambientais, um gás. Daí o seu nome comercial gás carbônico.

Fórmula química: CO₂

Fórmula estrutural: O = C = O

Carbonato de cálcio

(<http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico/>)

Composto inorgânico de fórmula química Ca CO₃, o **carbonato de cálcio** é um sal praticamente insolúvel em água.

No seu estado puro, o carbonato de cálcio é um composto sólido, tem forma de pó fino cristalino, de cor branca, inodoro, de propriedades alcalinas, decomposto a uma temperatura de 470°C, de densidade de 2,65 g/cm³, estável, não inflamável, não corrosivo e atóxico.

O carbonato de cálcio está presente em grandes quantidades na natureza, sendo o principal componente do calcário e do mármore, também pode ser encontrado na argonita, na calcita e na casca do ovo.

Pelo fato de não ser solúvel em água, é encontrado no mar como componente dos esqueletos das conchas e dos corais. No cotidiano, pode ser percebida a formação do carbonato de cálcio na pintura de paredes com a água de cal, Ca (OH)₂, processo que recebe o nome de caiação. Após a caiação, a água de cal reage com o gás carbônico da atmosfera.

O carbonato de cálcio é uma das matérias primas necessárias à fabricação do cimento, do aço e do vidro. Na vinicultura, é usado para diminuir a acidez do vinho, e na agricultura, para corrigir a acidez do solo (calagem).

Também é adicionado aos cremes dentais, agindo como abrasivo, e aos medicamentos usados no tratamento de doenças provocadas pela deficiência de cálcio, como a osteoporose.

Perguntas norteadoras para a prática dialógica

1. ***Como sabemos que o gás que é liberado durante a fermentação da garapa, é o CO₂?***

Pela sua reação com a água de cal formando o carbonato de cálcio.

2. ***Que tipo de transformação ocorre quando o CO₂ reage com a água de cal? Química ou física? Por quê?***

Transformação química, pois há formação de nova substância o carbonato de cálcio.

3. ***Por que a água de cal mudou de aspecto?***

Houve uma transformação química no momento em que o gás carbônico entrou em contato com a água de cal, originando um novo material o carbonato de cálcio, que é insolúvel em água.

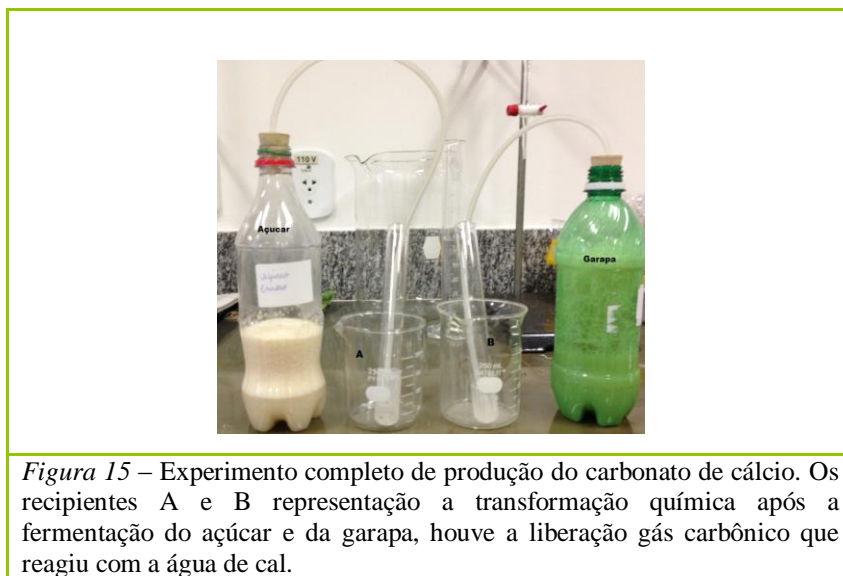
Materiais

- | | |
|--|--|
| ✓ 1 litro de água morna. | ✓ Dois envelopes de fermento biológico. |
| ✓ E rolhas de cortiça. | ✓ Fita crepe. |
| ✓ Dois tubos finos do tipo mangueira. | ✓ Etiqueta adesiva. |
| ✓ 100 ml de caldo de cana. | ✓ 10 ml de água de cal |
| ✓ Duas colheres de sopa de açúcar. | ✓ Recipiente para colocar a água de cal. |
| ✓ Dois frascos com gargalo ou duas garrafas pet. 600 ml. | |

Procedimentos

- I. Escreva na etiqueta o conteúdo que está no recipiente: água morna + levedura + açúcar e outro para caldo de cana;
- II. Cole a etiqueta no recipiente para identificá-lo;
- III. Faça um furo na rolha de uma extremidade a outra e encaixe uma ponta da mangueira na rolha.
- IV. Despeje a água morna nos recipientes;
- V. Adicione o envelope de fermento biológico e adicione também o açúcar e o caldo em seus respectivos recipientes, agitando suavemente para misturar o conteúdo;
- VI. Encaixe a rolha com a extremidade da mangueira para cima nos dois recipientes.
- VII. A outra extremidade da mangueira deve ser colocada em um recipiente com cinco ml de água de cal.
- VIII. Deixe o recipiente escançando por uma hora e aguarde o resultado.

É possível visualizar a saída do gás carbônico após o processo de fermentação alcoólica da garapa. Fica clara a mudança de coloração da água de cal, que é incolor e torna-se branca e turva. Sendo possível a observação do processo de transformação química (Figura 15).



Considerações

Vivemos em uma sociedade que estima o conhecimento científico e a tecnologia, estes são temas contemporâneas que estão presentes em nosso cotidiano, e por isso, precisamos torná-los presentes também em sala de aula.

Ao apropriar-se do conhecimento científico o aluno poderá compreender melhor mundo, suas transformações e o universo do qual ele faz parte. Este conhecimento também permite ampliar o seu saber sobre os fenômenos da natureza, compreender as tecnologias e valorizar o uso de recursos naturais.

Portanto, neste contexto, a formação do discente se torna completa, pois, ele provavelmente, será um cidadão capaz de fazer parte da construção da história de uma sociedade. E principalmente, terá aptidão para desenvolver o pensamento ético e crítico.

Este módulo de ensino compartilha conhecimentos que promovem a apropriação de novas concepções a cerca do tema fermentação alcoólica. De uma maneira atrativa e motivadora, ao fazer uso deste recurso didático o docente estimula o aluno a aprender de forma significativa.

Prezado professor, espero que este material possa contribuir com seu trabalho, facilitando seu planejamento e tornado suas aulas ainda mais criativas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, H. V. **Fermentação Alcoólica – ciências e tecnologia**. Fermentec: Piracicaba-SP, 2005, 448p.

BEMFEITO, A. P; PINTO, C. E. Coleção Perspectiva II – Ciências. 2ª edição. Editora Brasil, São Paulo, 2012, 96p.

BRAIBANTE, M. E. F; PAZINATO, M. S; ROCHA, T. R; FRIEDRICH, L. S; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar Químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. Química nova na escola. Vol. 35, nº 1, p. 3-10. 2013.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Base da Educação Infantil Nacional, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

CAMPOS, A. L. de S. Os alimentos e o ensino de química. Monografia de especialização. Ensino de Ciências - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

Carbonato de cálcio. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico>. Acesso em 24.07.2013.

CHEMELLO, Emiliano. A Química na Cozinha apresenta: O Açúcar. Revista Eletrônica ZOOM da Editora Cia da Escola – São Paulo, 2005.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas. Viçosa: UFV, 2010.

Gás carbônico. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico>. Acesso em 24.07.2013.

LE COUTEUR, P; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Trad. M.L.X.A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

MORA, N. D; SIHVENGERA, J. C; FENNER, J; MATERIAISE, L. B. Apostila de Química Geral. Centro de engenharia e ciências exatas – Laboratório de materiais - LAMAT – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2006.

Processo de destilação do álcool. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/acido-carbonico>. Acesso em 24.07.2013.

Qual a diferença entre os fermentos biológico e químico? Disponível em: <http://super.abril.com.br/alimentacao/qual-diferenca-fermentos-biologico-quimico-444326.shtml>. Acesso em 24.07.2013.

RAVEN, P. H; EVEREST, F. S; EICHRORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

RIZZON, L. A; MENEGUZZO, J. Embrapa Uva e Vinho Sistemas de Produção, 16 ISSN 1678-761 Versão Eletrônica, nº 4, 2005. 006. 216p. Nov/2008.

RETONTO, C. G; FARIA, P. **Química das Sensações**. Campinas, São Paulo: Editora: Átomo, 2008, 267p.

SANTOS, W. L.; AULER, D. (Org.) CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: editora Universidade de Brasília, 2011, p. 460.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 894p.