



Série Guias Didáticos de Ciências

48

**Projeto escolar "Mascavo":
Uma prática de Educação CTS/CTSA**

**Raíza Carla Mattos Santana
Vilma Reis Terra
Sidnei Quezada Meireles Leite**

**Editora Ifes
2017**

Instituto Federal do Espírito Santo
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS EMATMÁTICA
Mestrado em Educação em Ciências e Matemática

Raíza Carla Mattos Santana

Vilma Reis Terra

Sidnei Quezada Meireles Leite

**PROJETO ESCOLAR “MASCADO”:
UMA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO CTS/CTSA**

Série Guia Didático de Ciências - Nº48



Vitória
2017

Copyright @ 2017 by Instituto Federal do Espírito Santo
Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico.

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

S232p

Santana, Raíza Carla Mattos.

Projeto escolar “Mascavo”: uma prática de educação CTS/CTSA / Raíza Carla Mattos Santana, Vilma Reis Terra, Sidnei Quezada Meireles Leite. – Vitória: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2017.

90 p. : il. ; 21 cm (Série guia didático de ciências ; 48)

ISBN: 978-85-8263-247-5

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Açúcar Mascavo. 3. Educação não formal. I. Terra, Vilma Reis II. Leite, Sidnei Quezada Meireles. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD: 507

Realização



Apoio:



Editora do Ifes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Pró-Reitoria de Extensão e Produção
Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo
CEP 29056-255 - Tel.+55 (27)3227-5564
E-mail:editoraifes@ifes.edu.br

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Centro de Referência em Formação e Educação à Distância
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Rua Barão de Mauá, 30 – Bairro Jucutuquara
Vitória, Espírito Santo – CEP: 29040-860

Comissão Científica

Maria das Graças Ferreira Lobino – IFES
Marcos Vogel – UFES
Vilma Reis Terra
Sidnei Quezada Meireles Leite

Coordenação Editorial

Danielli Veiga Carneiro Sondermann
Michele Walz Comarú
Maria Auxiliadora Vilela Paiva

Revisão do Texto

Vilma Reis Terra
Sidnei Quezada Meireles Leite

Capa e Editoração Eletrônica

Katy Kenyo Ribeiro

Produção e Divulgação

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Centro de Referência em Formação e Educação à Distância
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo



Instituto Federal do Espírito Santo

Jadir José Pella
Reitor

Adriana Pionttkovsky Barcellos
Pró-Reitor de Ensino

André Romero Da Silva
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-graduação

Renato Tannure Rotta de Almeida
Pró-Reitor de Extensão e Produção

Lezi José Ferreira
Pró-Reitor de Administração e Orçamento

Ademar Manoel Stange
Pró-Reitora de Desenvolvimento Institucional

Diretoria do Campus Vitória do Ifes

Hudson Luiz Cogo
Diretor Geral do Campus Vitória –Ifes

Marcio Almeida Có
Diretor de Ensino

Marcia Regina Pereira Lima
Diretora de Pesquisa e Pós-graduação

Christian Mariani Lucas Dos Santos
Diretor de Extensão

Roseni da Costa Silva Pratti
Diretor de Administração

Centro de Referência em Formação e Educação à Distância

Vanessa Battistin Nunes
Diretora do Cefor

MINICURRÍCULO DOS AUTORES

Raíza Carla Mattos Santana: É professora da disciplina de Química da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Narceu de Paiva Filho" em Ibirapu-ES. Aluna do mestrado profissional do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo - IFES. Dedicar-se às investigações sobre projetos escolares de Ciências da Natureza com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

Vilma Reis Terra: É professora Associada de Química e Educação Química do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Desde 2012 é professora do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. Possui graduação em Química pela Universidade José do Rosário Vellano, especialização em Especialização em Microbiologia pela Universidade Federal de Alfenas, mestrado em Mestrado em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e doutorado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Desde 2012, dedica-se às investigações sobre práticas pedagógicas de Química de ensino médio e na formação de professores, com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). A principal linha de estudo está baseada na pedagogia de Paulo Freire e no enfoque CTSA. É membro da ABRAPEC, SBPC e da SBQ (Divisão de Ensino).

Sidnei Quezada Meireles Leite: Professor Titular do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Leciona Química e Educação em Ciências no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. É Bolsista Capixaba de produtividade em pesquisa da FAPES. Desde 2003, desenvolve investigações sobre formação inicial e continuada de professores das Ciências da Natureza e diálogos entre espaços de educação formal e não formal, todos com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). Os estudos perpassam por temáticas da educação em direitos humanos e questões socioambientais. É formado em Química e Engenharia Química pela UFRJ, com Doutorado em Engenharia Química pela Coppe/UFRJ. Também possui Estágio Pós-doutoral em Educação pela UnB e pela Universidade de Aveiro - Portugal. É membro da Associação Ibero-Americana CTS, ABRAPEC, SBPC, SBENBIO e SBQ (Divisão de Educação Química).

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	8
2	INTRODUÇÃO.....	10
3	BREVE HISTÓRICO DA PRODUÇÃO ARTESANAL DE AÇÚCAR NO BRASIL.....	12
4	O ENSINO DE QUÍMICA E A INTERDISCIPLINARIDADE.....	16
5	EDUCAÇÃO CTS/CTSA E OS TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS.....	19
6	O PROJETO “MASCAVO”.....	23
7	RECURSOS DIDÁTICOS.....	42
7.1	Cultura local de Ibirapu.....	44
7.2	Aspectos socioambientais do cultivo da cana-de-açúcar e da produção de açúcar.....	47
7.3	O consumo de açúcar.....	53
7.4	A química do açúcar.....	59
7.5	Diabetes.....	68
7.6	Tecnologia de produção de açúcar.....	70
7.7	A produção artesanal de açúcar mascavo e a comercialização do caldo de cana.....	79
7.8	Projeto Mascavo e o jogo “Caminhos do açúcar”.....	82
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
	REFERÊNCIAS.....	87

1 APRESENTAÇÃO

O presente guia foi elaborado como resultado da pesquisa intitulada Projeto “Mascavo”: educação química a partir dos estudos culturais da construção social de Ciência e Tecnologia da produção artesanal de açúcar.

No referido trabalho, promoveu-se um estudo cultural, no âmbito do ensino de ciências da natureza, sobre a temática de produção de açúcar inspirada no contexto socioeconômico do município de Ibirajú/ES que tem a tradição de comercializar pastel e caldo de cana como produtos principais nas paradas ao longo da Rodovia BR 101.

Assim, o objetivo deste material é favorecer o desenvolvimento de práticas pedagógicas similares, isto é, servir como um elemento norteador de práticas docentes no desenvolvimento da alfabetização científica.

A temática de produção de açúcar pode ser comum a outros municípios do estado, cabendo aplicabilidade. Porém, acreditamos que a maior contribuição dessa intervenção seja a iniciativa e o estímulo de olhar a realidade sociocultural da escola, da cidade e dos alunos para criar boas práticas educacionais, inspiradas no potencial local econômico, cultural,

social e ambiental para estudar aspectos relacionados a ciência e a tecnologia.

Este guia didático apresenta de forma resumida a prática pedagógica desenvolvida com estudantes do ensino médio no município de Ibirajú, abordando temáticas de produção de açúcar e a relação destas com a Ciência, Tecnologia, Cultura e Trabalho (BRASIL, 2013). Além disso, todas as atividades, textos, dinâmicas, roteiros e experimentos utilizados no projeto “Mascavo” estão incluídos neste guia, ressaltando-se o potencial pedagógico, social, ambiental, cultural e científico de cada tópico abordado, auxiliando na escolha do professor ao planejar suas aulas.

Os autores

2 INTRODUÇÃO

A pesquisa sobre o açúcar surgiu como uma interessante oportunidade de desenvolvimento de um projeto escolar que poderia agir como motivador ao aprendizado de ciências no ensino médio.

O município de Ibirapu apresenta aproximadamente 11.000 habitantes, sendo maioria urbana, concentrada nos bairros da cidade (IBGE, 2010). A cidade está localizada à 70 km ao norte da capital, Vitória e é cortada pela Rodovia Federal BR 101. Essa localização permite uma alta produtividade no setor de lanchonetes à beira da estrada que servem os tradicionais pastéis e caldo de cana e representam uma referência para os turistas que passam pela BR 101. Com isso, grande parte dos empregos gerados, é oriunda dessas lanchonetes, que vem perpetuando a fama da “cidade do pastel e caldo de cana do estado”, há mais de 50 anos.

Realizamos um estudo prévio sobre essa tradição local e evidenciamos também a presença de fábricas artesanais de produção de açúcar mascavo, obtido a partir de caldo de cana, costume pouco conhecido pelos próprios moradores da cidade. Deste modo, escolhemos a temática de produção de açúcar, inspirada na tradição das lanchonetes da cidade de Ibirapu/ES, que oferecem o pastel e o caldo de cana como

produto principal, para a criação de um projeto de ensino na escola que valorizasse o contexto local aliado com discussões sociocientíficas pertinentes.

Foram levantados alguns questionamentos sobre as potencialidades pedagógicas para o ensino interdisciplinar de química, tais como, de que maneira uma intervenção pedagógica poderia ser desenvolvida articulando o espaço escolar e não escolar? De que maneira as tecnologias de produção de açúcar poderiam ser abordadas no ensino médio, promovendo a aproximação do contexto local e regional? De que maneira os aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioeconômicos, socioculturais e socioambientais podem ser entrelaçados pela temática “produção de açúcar”?

Em nosso trabalho, procuramos aliar os Estudos Culturais da Ciência e Tecnologia com o contexto local da escola concedente da pesquisa, a partir de um projeto escolar desenvolvido de forma interdisciplinar, abordando temas sociocientíficos. No nosso caso, procuramos estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e o não-formal, orientados pela temática de produção de açúcar.

3 BREVE HISTÓRICO DA PRODUÇÃO ARTESANAL DE AÇÚCAR NO BRASIL

Segundo Fragoso e Gouveia (2015), a produção de açúcar no Brasil, principalmente no século XVII, foi uma importante atividade socioeconômica de Portugal, no período colonial, que atendeu o mercado consumidor europeu. Conforme os autores, foi uma atividade socioeconômica que envolveu engenhos, unidades de produção de açúcar, a utilização de mão-de-obra escrava africana, principalmente, na região nordeste nas proximidades do litoral.

No Brasil, segundo Schwartz (1988), as técnicas de produção do açúcar e a estrutura de produção definiram a estrutura social e econômica da colônia por quase cem anos, até 1650, e depois dessa época exerceram considerável influência em regiões produtoras de açúcar como Bahia e Pernambuco, apesar do desenvolvimento de outras atividades econômicas.

O cultivo da cana era trabalho relativamente simples, mas bastante penoso, além de exigir muito tempo. O arado não foi usado regularmente na agricultura canavieira até o final do século XVIII. Inicialmente derrubava-se a mata e o terreno era limpo. Machados, enxadas e picaretas limpavam a terra e preparavam o solo para o

plantio. Os campos recém-desmatados eram, às vezes, plantados primeiro com legumes e mandiocas para prepará-los para o cultivo da cana. Portanto o costume de deixar que escravos e povoados pobres fizessem roças na orla do engenho tinha uma razão prática do ponto de vista do senhor de engenho. Com o terreno limpo, covas eram abertas para enterrar pedaços de cana e com cerca de 12 a 14 meses depois, a cana crescida era cortada, amarrada em feixes, transportados em barcos ou carros de boi até as moendas. Uma vez cortada, a cana tinha de ser moída dentro de um dia, caso contrário o líquido azedaria.

A cana era depositada no principal edifício do pátio da propriedade: a casa do engenho. Esta geralmente era uma grande construção que abrigava os tambores da moenda e o maquinário para impulsioná-la. Grandes cilindros de madeira moíam a cana para extrair o caldo. Os engenhos que utilizavam força animal eram chamados trapiches e os acionados pela força da água eram denominados reais.

O caldo era tratado com o calor do fogo em várias temperaturas, removendo-se a água e o material não sacarino de modo a permitir a ocorrência da granulação no fim do processo. As caldeiras eram dispostas em geral linearmente, diminuindo de tamanho à medida que o volume do líquido ia-se reduzindo. Na caldeira maior, o caldo era aquecido a uma temperatura inferior à da fervura, onde as impurezas

afloravam e eram removidas com escumadeiras. Na última etapa do processo, o líquido era passado aos tachos, onde era submetido a calor intenso e cozido durante horas sob a supervisão do mestre de açúcar, auxiliado por outros trabalhadores especializados.

Quando atingia o ponto certo, o melado era purgado (purificado) em fôrmas de barro e nelas permanecia até que os diferentes tipos de açúcar estivessem separados. Quase todos os engenhos fabricavam açúcar barreado, ou seja, tornado branco por meio de purgações extras das fôrmas. As fôrmas tinham o feitio de sino, medindo aproximadamente 77 cm de altura e 508 cm de circunferência na boca. No fundo havia um buraco (tapado com folha de bananeira) para permitir a drenagem do açúcar em cristalização. Passadas aproximadamente quatro semanas, o açúcar cristalizava-se e ficava pronto para ser retirado das fôrmas, isso era feito geralmente ao ar livre, em dias ensolarados. O açúcar que se formava no topo da fôrma era o mais claro, no meio o mascavo e no fundo, bastante escuro. Depois de pronto, o açúcar era pesado, empacotado e transportado até o porto, de onde seguia em navios até a Europa.

A partir de 1910, em decorrência dos avanços da tecnologia, os engenhos de açúcar e aguardente tornaram-se obsoletos e assim, aos poucos, foram desativados, dando surgimento a agroindústria açucareira

com as usinas de açúcar (GOMES, 2016, p. 1). Contudo, a prática de produção de açúcar em caráter artesanal ainda é realizada em várias regiões do país, inclusive nas cidades do norte do Estado do Espírito Santo, como por exemplo na cidade de Ibirapu, com o fabrico de açúcar mascavo ou açúcar bruto, um açúcar não refinado que tem uma cor entre o caramelo e o marrom devido ao seu teor em melaço (NORONHA, RODRIGUES, JESUS, 2008).

4 O ENSINO DE QUÍMICA E A INTERDISCIPLINARIDADE

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Brasil (BRASIL, 2013) apresentam a perspectiva da articulação Ciência, Tecnologia, Trabalho e Cultura como um dos focos do ensino médio. O documento considera que esses pressupostos são fundamentais na construção de um ensino médio de qualidade social e representam dimensões da formação humana, possibilitando a formação integral. Por essa razão

[...] trabalho, ciência, tecnologia e cultura são instituídos como base da proposta e do desenvolvimento curricular no Ensino Médio de modo a inserir o contexto escolar no diálogo permanente com a necessidade de compreensão de que estes campos não se produzem independentemente da sociedade, e possuem a marca da sua condição histórico-cultural (BRASIL, 2013, p. 162).

Além disto, cabe ressaltar o Plano Nacional da Educação (PNE), constituído de 20 metas estruturantes para a garantia do direito à educação básica com qualidade, com destaque para as metas¹ 10 e 11 que relacionam o ensino médio ao contexto da educação profissional, considerando as demandas locais e regionais (BRASIL, 2014).

¹ Meta 10: oferecer, no mínimo, 25% (vinte e cinco por cento) das matrículas de educação de jovens e adultos, nos ensinos fundamental e médio, na forma integrada à educação profissional.

Meta 11: triplicar as matrículas da educação profissional técnica de nível médio, assegurando a qualidade da oferta e pelo menos 50% (cinquenta por cento) da expansão no segmento público.

Nesse sentido, cabe mencionar também o Projeto de Lei do Plano Nacional de Educação para o decênio 2011-2020 que indica, na sua meta 3 (universalização do atendimento escolar para toda a população de quinze a dezessete anos), a estratégia de diversificação curricular do Ensino Médio, incentivando abordagens interdisciplinares estruturadas pela relação entre teoria e prática, discriminando conteúdos obrigatórios e eletivos articulados em dimensões tais como ciência, trabalho, tecnologia, cultura e esporte.

No contexto do estado do Espírito Santo, o ensino médio é regido pelo Currículo Básico da Escola Estadual (CBC), além dos documentos oficiais de nível nacional como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9393/96) e dos parâmetros nacionais e diretrizes do Ministério da Educação (MEC).

Contudo, percebe-se que o CBC nada mais é do que uma extensão dos PCNEM, sem muitas distinções, o que fica ainda mais evidente frente as inúmeras referências e citações que são feitas a ele durante o texto. Apesar do documento estadual mencionar que há o atendimento às especificidades regionais no conteúdo básico comum, não fica evidente como é feita essa valorização na disciplina de química, pois não há orientações metodológicas ou na disposição das disciplinas, competências e habilidades sobre essas características.

Desse modo, constitui-se como “um conjunto de regras e intenções que foram definidas pelos discursos circulantes dominantes e pelas relações sociais de poder e controle” (ABREU; LOPES, 2002, p. 60).

A partir do exposto, cabe destacar que intervenção pedagógica aqui descrita vai se contrapor a ideia disciplinar da sala de aula e do ensino de química que estabelece o CBC, buscando promover uma interdisciplinaridade sistêmica e efetiva, como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento (FAZENDA, 2008).

A abordagem interdisciplinar no contexto do Ensino de Ciências promove a integração entre os saberes e permite uma leitura mais ampliada sobre a natureza e seus e seus fenômenos. De acordo com Fazenda (1979), a possibilidade de “situar-se” no mundo de hoje, de compreender e criticar as inumeráveis informações que nos agredem cotidianamente, só pode acontecer na superação das barreiras existentes entre as disciplinas. A interdisciplinaridade visa garantir a construção de um conhecimento globalizante, holístico, rompendo com os obstáculos da fragmentação exacerbada, que dificulta o olhar o mundo como ele é. Todos ganham com a interdisciplinaridade. Mas para que ela resulte em tudo o que é desejado, será preciso, como propõe Fazenda (2008), uma postura interdisciplinar, que nada mais é do que uma atitude de busca, de inclusão, de acordo e de sintonia diante do conhecimento.

5 EDUCAÇÃO CTS/CTSA E OS TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS

A inserção de temas ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais referentes à ciência e à tecnologia possuem como principal objetivo a formação para a cidadania (Aikenhead, 2009; Santos e Mortimer, 2009). Essas questões têm sido geralmente denominadas socioscientific issues (SSI) que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos (Santos e Mortimer, 2009).

A abordagem de temas sociocientíficos no ensino de Ciências tem o objetivo de desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística. Segundo Ratcliffe e Garce (2003) são características de um tema sociocientífico: relacionar-se a ciência; envolver formação de opinião e escolhas; ter dimensão local, nacional ou global; envolver discussão de valores e ética; estar relacionado à vida; envolver discussão de benefícios, riscos e valores, entre outras.

Percebe-se, portanto, que os temas sociocientíficos tem intrínseca relação com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA) que, por sua vez, defende a compreensão crítica sobre interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

O movimento CTS/CTSA possui como preocupação maior a transformação social dos indivíduos e defende a compreensão crítica

sobre interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, além de intervir na superação do modelo tecnicista, tradicional e escolanovista de se fazer ensino e aprendizagem. Para Santos e Auler (2011) o movimento CTS/CTSA se caracteriza como um movimento social amplo de discussão pública sobre políticas de Ciência e Tecnologia (CT) e sobre os propósitos da tecnociência e seus impactos sociais e ambientais. A educação CTS/CTSA implica em questões multidisciplinares no ensino de ciências, a fim de superar a fragmentação e estimular as multi-inter-relações dos saberes.

Um dos expoentes dessa abordagem dentro da sociologia da ciência é o sociólogo francês Bruno Latour. Ele realizou uma pesquisa etnográfica em um laboratório de neuroendocrinologia do Salk Institute for Biological Studies, na Califórnia. Como produto de seus estudos nesse ambiente, publicou o livro *Vida de Laboratório* (1997), em coautoria com Steve Woolgar. Esse livro tornou-se um clássico dos estudos sociais da Ciência, a qual discute sobre o sentido, a pertinência e as implicações teóricas de um estudo etnográfico sobre a atividade científica (ZANON, ALMEIDA e QUEIROZ, 2007).

No que se refere ao Ensino de ciências, a partir do estudo realizado por meio do livro *Vida de Laboratório*, foram elencados, para a realização do trabalho aqui exposto, quatro passos necessários para a inserção de uma prática pedagógica que evidencie o contexto cultural da ciência e

da tecnologia, isto é, quatros olhares para uma prática social escolar, baseados nos estudos CTS/CTSA de Latour e Woolgar.

O primeiro olhar desse pressuposto, diz respeito à temática-problema, pois, segundo os autores, para que possamos compreender e explicar o fenômeno científico há que se estabelecer um nexos real entre o conteúdo científico e o contexto social. Latour e Woolgar (1997) salientam que o exame das atividades cotidianas de um laboratório os levou a se interessarem “pela maneira como os gestos mais insignificantes – aparentemente – contribuem para a construção social dos fatos, [...] mostrando o caráter idiossincrático, local, heterogêneo, contextual e diversificado das práticas científicas” (Latour e Woolgar, 1997, p. 159-160). Assim, trazer para a prática pedagógica um tema intrínseco a realidade local da escola e da vivência dos estudantes, é o passo inicial em prol do Estudo Cultural da Ciência, isto é, do entendimento de que “a prática e o conhecimento científicos não se instauram no âmbito exclusivo da epistemologia, sendo necessário, portanto, trazer a discussão da ciência para o mundo da vida, para as práticas da vida cotidiana” (MARTINS e WORTMANN, 2013,p. 2).

Envolver uma teoria científica pertinente à problematização inicial constitui o segundo olhar. Essa intervenção é necessária para possibilitar a reflexão sobre os limites da ciência no que diz respeito a suas questões (fronteiras) interdisciplinares no traço entre seu contexto

social e conteúdo científico (LATOUR e WOOLGAR, 1997, p. 140). Essa etapa é fundamental para a superação da fragmentação e promoção da transdisciplinaridade, uma vez que o conhecimento científico deve ser tratado e estudado de forma a romper com as “caixas pretas”, que impedem o entendimento da ciência, da natureza, da tecnologia e da sociedade tal como elas são, pois em sua essência, não há fronteiras.

O terceiro olhar lança mão do envolvimento da prática, de uma ação intencional dos sujeitos da aprendizagem na construção de saberes, numa vertente de descoberta, sem polarizações, compreendendo os conhecimentos tecno-científicos como efeitos de uma multiplicidade de interações sociais e técnicas (MACHADO, 2006). Latour e Woolgar (1997) afirmam ainda que a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é seguir os cientistas em ação em seus contextos de produção.

Nesse viés, está inserido o quarto pressuposto metodológico, que busca estabelecer espaços de debates com pessoas de notório saber. Os autores denominam essa abordagem como a Ciência em Ação, que visa não apenas seguir e acompanhar as atividades dos cientistas (enquanto atores sociais) sociedade afora, mas vai além, levando adiante a discussão de suas práticas, como se insistisse ao demais voltarem sua atenção para a participação nos processos sociais e desenvolvimentos tecnológicos da sociedade.

6 O PROJETO “MASCACO”

O projeto escolar “Mascavo” foi desenvolvido de fevereiro a março de 2017, com encontros semanais no contraturno de uma escola de ensino fundamental e médio da Rede Estadual de Educação Básica do Estado do Espírito Santo, na cidade de Ibirapu-ES, cujo objetivo maior foi produzir debates sobre a produção de açúcar, por meio de dinâmicas, leitura e estudo de reportagens e artigos científicos, experimentos, atividade investigativas, visitas guiadas e diálogos com pessoas de notório saber nas áreas de química, saúde e produção artesanal de açúcar. A intervenção pedagógica teve inspiração nas práticas pedagógicas investigativas realizadas durante a formação de professores de Ciências da Natureza (LEITE, 2012) e contemplou as seguintes etapas (Quadro 1):

Quadro 1. Resumo das etapas do projeto “Mascavo”.

Etapas	Quando	Contexto
I	Fev/2017	Constituição do grupo de trabalho e do cronograma de estudos sobre a produção artesanal de açúcar.
II	Mar/2017	Estudos dos aspectos históricos, culturais, científicos, tecnológicos e ambientais.
III	Mar/2017	Visita a um processo artesanal de produção de açúcar mascavo numa propriedade rural no interior da cidade de Ibirapu, ES. Visita a uma lanchonete da cidade que oferece o pastel e o caldo de cana como produto principal.
IV	Mar/2017	Rodas de conversas com a equipe de trabalho para debater as práticas desenvolvidas. Avaliação do projeto.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Etapas 1 – Criação do grupo de trabalho

A Etapa 1 do projeto consistiu na divulgação do projeto nas salas de aula (Figura 3), subsequente inscrição para participação voluntária dos alunos projeto “Mascavo”. No final de fevereiro foi realizada a divulgação do projeto escolar nas duas turmas de 3º ano do ensino médio do turno matutino, sendo uma delas integrada à Educação Profissionalizante e a outra de ensino regular. Para tal, uma breve explicação do projeto bem como o convite para a participação voluntária ocorreu durante as aulas de química. Na turma regular, a maioria dos estudantes trabalha ou frequenta cursos em outras instituições de ensino no contraturno. Já os alunos do ensino médio integrado, costumam ter aulas no turno vespertino, destinadas ao curso técnico concomitante em informática. Por esse motivo, optamos por não realizar um processo seletivo, já que a realidade das turmas evidenciava um número baixo de discentes disponíveis para participar do projeto. Assim, não houve limite de vagas e as inscrições foram feitas no início de março, por meio de fichas de inscrição, totalizando 15 alunos inscritos.

Etapas 2 – Desenvolvimento do projeto escolar

Buscou-se, em cada encontro, enfatizar um ou mais temas sociocientíficos a partir da temática da produção de açúcar. Para tal,

foram elaborados e adaptados materiais didáticos, estudos científicos e experimentos pertinentes para cada tópico. No Quadro 2, a seguir, estão apresentados os assuntos e as dinâmicas empregadas em cada tópico.

Quadro 2. Resumo das atividades realizadas no projeto escolar “Mascavo”.

Encontro	Temática CTS/CTSA	Contexto
I (2 horas)	Aspectos locais e regionais relacionados ao caldo de cana e ao açúcar	Roda de conversas sobre a tradição das lanchonetes da cidade de Ibirapu – ES, na BR 101, com o Pastel e o Caldo de Cana.
II (2 horas)	Aspectos socioambientais do cultivo da cana-de-açúcar e da produção de açúcar	Grupos de estudo para leitura de artigos e reportagens sobre agrotóxicos, consequências para o meio ambiente e saúde humana, destinos sustentáveis para o bagaço da cana.
III (3 horas)	Aspectos da saúde sobre o consumo de açúcar + Química do açúcar	Estudo da estrutura molecular da sacarose, frutose e glicose. Pesquisa de informações nutricionais em embalagens de alimentos para levantar teores de açúcar. Prática de teores de açúcar equivalentes em sacos plásticos para uma base de cálculo. Experimento para teste/identificação de açúcares redutores.
IV (2 horas)	Diabetes	Roda de conversas sobre diabetes com enfermeira. Teste de glicemia.
V (3 horas)	Produção de açúcar a partir do caldo de cana	Exibição de vídeo sobre o Ciclo da Cana-de-Açúcar, abordando a história do Brasil Colônia, escravidão e a fabricação do Açúcar. Estudo das etapas da produção industrial de açúcar feita pelas usinas sucroalcooleiras por meio de atividade lúdica (dominó).
VI (5 horas)	A comercialização do caldo de cana e a produção artesanal de açúcar mascavo no município de Ibirapu	Visita a uma fábrica artesanal de açúcar para uma aula de campo. Visita técnica a uma lanchonete na BR 101 de Ibirapu. Jogo de tabuleiro “Caminhos do açúcar”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Problematização e contextualização inicial

Durante a primeira reunião, com o intuito de problematizar a temática de maneira intrínseca ao contexto da escola, foi realizada uma Roda de conversas sobre a tradição das lanchonetes da cidade Ibiraçu – ES, na BR 101, com o Pastel e o Caldo de Cana, com destaque para os aspectos locais e regionais relacionados ao caldo de cana e ao açúcar. Tanto nos relatos orais quanto nos escritos no diário de bordo, os estudantes ressaltaram os empreendimentos ligados ao caldo de cana, representando uma economia importante para a cidade, além de representar uma referência para os turistas que passam pela Rodovia Federal BR 101.

O estudo prévio sobre essa tradição local evidenciou as fábricas de produção de açúcar mascavo, obtido a partir de caldo de cana. Contudo, poucos estudantes tinham conhecimento sobre a comercialização de produtos caseiros locais (derivados da cana) que são postos à venda nesses estabelecimentos. Assim, no final da discussão, houve um momento para degustação (Figura 1) do melado, açúcar mascavo e rapadura. Além da discussão sobre os aspectos locais e regionais, foi realizado estudo sobre as características da cana-de-açúcar, breve contexto histórico, classificação científica, fases de desenvolvimento e composição tecnológica.

Figura 1. Momento de degustação dos derivados da cana-de-açúcar no primeiro encontro.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Aspectos ambientais

O segundo encontro foi destinado a debates sobre impactos do cultivo de cana-de-açúcar e da produção de açúcar no meio ambiente. Para tal, a turma se dividiu em 5 grupos e cada grupo recebeu uma reportagem ou artigo científico sobre uma temática socioambiental. Cada trio de trabalho realizou o estudo do seu texto e depois todos socializaram as informações pertinentes, criando um grupo de discussão, principalmente sobre agrotóxicos. Os alunos relataram um caso ocorrido com um adolescente da escola, que passou por um caso de depressão causado pelo contato frequente com agroquímicos em sua propriedade rural, no interior do município. Várias perspectivas controversas e polêmicas foram levantadas na durante a conversa, principalmente no que diz respeito às relações de poder e a falta de informações dos produtores

de baixa escolaridade, que não fazem o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI).

Aspectos sociocientíficos e da saúde

No terceiro encontro, foram desenvolvidas atividades para suscitar reflexões acerca de aspectos da saúde sobre o consumo de açúcar. Na discussão teórica sobre a química do açúcar, os estudantes apresentaram dúvidas sobre a composição dos alimentos que apresentam em seu teor, percentual de carboidratos e nem sempre apresentam sabor adocicado. Então a discussão evoluiu para tipos de carboidratos e o número de ligações glicosídicas, a saber: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. A ênfase maior foi dada à temática glicose (monossacarídeo) e sacarose (dissacarídeo).

As discussões sobre o conteúdo programático de química referente à teoria de açúcar se estenderam mais ainda quando foi realizado um pequeno exercício de análise de rótulos de alimentos. Alguns estudantes relataram que não sabiam ler as informações nutricionais nos rótulos de alimentos. Então, foram realizados dois exercícios sobre teores de açúcar em embalagens de alimentos.

No primeiro exercício, grupos de estudantes analisaram rótulos de alimentos, de embalagens de alimentos trazidas pelos estudantes, calculando a massa de açúcar nos produtos investigados. Ao final, os

grupos fizeram uma tabela de valores de massa de açúcar nos produtos alimentícios, usando regra de três e calculadoras. Os resultados dos cálculos surpreenderam os estudantes, pois estes fazem consumo diário desses produtos.

O segundo exercício, a partir das massas calculadas, consistiu em preencher sacos plásticos com a massa de açúcar (sacarose) equivalente a quantidade de carboidrato relatada em cada rótulo de alimento (Figura 2). Esse fato evidenciou os aspectos visuais da massa de açúcar consumida nesses alimentos, o que pode ser prejudicial à saúde humana. Além disso, uma discussão sobre constituição de rótulos de acordo com os padrões da ANVISA e as diferenças entre produtos diet, light e zero foi realizada.

Figura 2. Análise de rótulos de alimentos industrializados e prática de teores de açúcar.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Dada a variedade de açúcares existentes no mercado e a falta de conhecimento da turma sobre outros tipos, que não somente o açúcar cristal e o refinado, a pesquisadora levou amostras de diferentes açúcares e adoçantes para a sala de aula, o que permitiu que a turma conhecesse as características organolépticas desses produtos. Além disso, também se discutiu os aspectos de produção de cada produto bem como as diferenças de preços no mercado.

Para propiciar a investigação científica e a formulação de hipóteses, realizamos um experimento para identificação de açúcares redutores, chamado Teste de Benedict. O reagente de Benedict é um reagente químico de cor azulada usado para detectar a presença de açúcares redutores, nos quais se incluem glicose, frutose, lactose e maltose. Ele consiste de uma solução alcalina contendo um íon de complexo de citrato cúprico (SOLOMONS, 2001).

As pesquisadoras prepararam o reagente Benedict utilizando sulfato de cobre, CuSO_4 , facilmente encontrado em lojas de jardinagem e piscinas, um sachê de sal de frutas que contém bicarbonato de sódio e o ácido cítrico, que reagem em água produzindo o citrato de sódio, e um produto de limpeza para fornos, que possui significativa concentração de hidróxido de sódio (NaOH). Após a explicação da função da prática, houve uma breve discussão teórica e histórica, visto que há alguns anos foi utilizado para identificar portadores de diabetes através da presença

de açúcares redutores, principalmente a glicose, em sua urina. Em seguida os alunos se dividiram em grupos para a realização da prática a partir das amostras de açúcares disponíveis (Figura 3). Uma ficha de observação foi entregue aos estudantes, que deveriam preencher a tabela de resultados da prática, baseados no estudo da química do açúcar e dos dados disponíveis. Ao final, as respostas dadas pelos alunos foram discutidas pela turma, ressaltando os conceitos químicos do experimento.

Figura 3. Experimento para identificação de açúcares redutores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Inicialmente a coloração da solução é azul. Em presença de um agente redutor, após o aquecimento têm-se a mudança de coloração e/ou precipitado que varia de verde até um castanho ou alaranjado (Figura 4), dependendo da intensidade da fonte de calor ou da concentração de açúcares redutores em solução. Esse fenômeno é justificado pela seguinte reação:

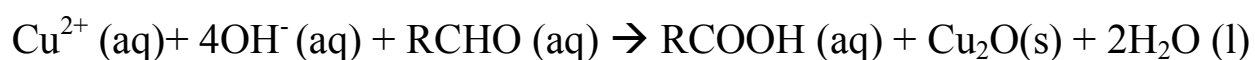
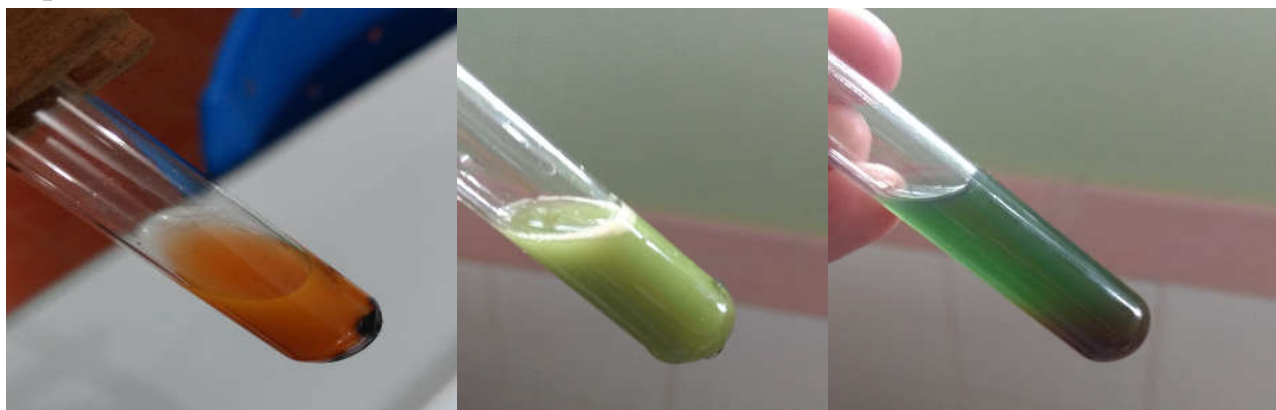


Figura 4. Resultados de amostras com reagente Benedict após aquecimento, sendo respectivamente, cereal, adoçante e açúcar mascavo.



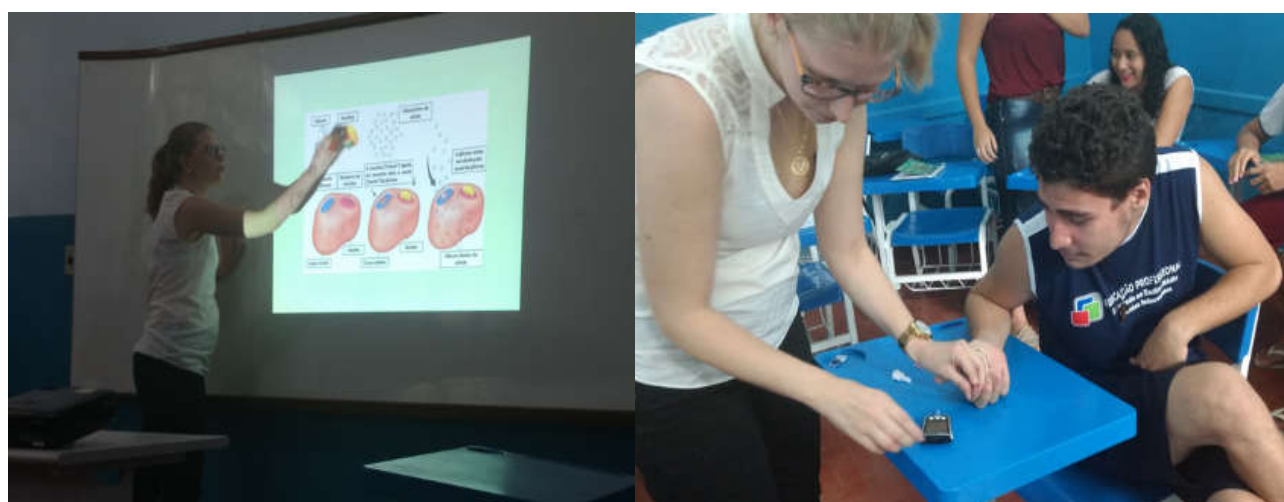
Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A bioquímica do açúcar foi tratada de forma a estabelecer conexões com a saúde a partir de uma palestra com uma enfermeira da rede municipal de saúde (Figura 5). Com o auxílio de uma apresentação de slides, a enfermeira conduziu a discussão incentivando a participação dos alunos, questionando seus modos de vida, conhecimentos prévios sobre a temática, e sanando dúvidas frequentes sobre alimentação e prática de exercícios como aliadas na manutenção da saúde. Muitos estudantes relataram ter familiares com diabetes, enriquecendo as discussões sobre o metabolismo da glicose no organismo. Vários tópicos sobre o assunto foram destacados durante o diálogo, tais como aspectos relacionados aos diabetes tipo I e tipo II, formas de tratamento, ação da insulina no organismo, exames para detecção da doença, prevenção, diabetes gestacional, entre outros.

Ao final da discussão, a enfermeira explicou o funcionamento de um glicosímetro, aparelho medidor de glicose no sangue (Figura 5), bem

como a sua importância para os portadores de diabetes mellitus, em especial os insulino-dependentes, pois propicia uma monitoração da taxa de glicemia ao longo do dia. Foi realizada uma demonstração da forma de utilização do aparelho com alguns alunos, na qual verificou-se que as taxas estavam normais. A enfermeira reforçou que, apesar dos testes glicêmicos serem importantes, não excluem os exames laboratoriais periódicos.

Figura 5. Roda de conversa sobre Diabetes.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Aspectos tecnológicos

Outro fato importante foi a discussão sobre a história da produção de açúcar no Brasil Colonial. A partir da exibição de um vídeo sobre o Ciclo da Cana-de-Açúcar no Brasil, foi possível resgatar estudos prévios realizados na disciplina de História, abordando, por exemplo, a mão-de-obra escrava, a travessia do Oceano Atlântico por navios

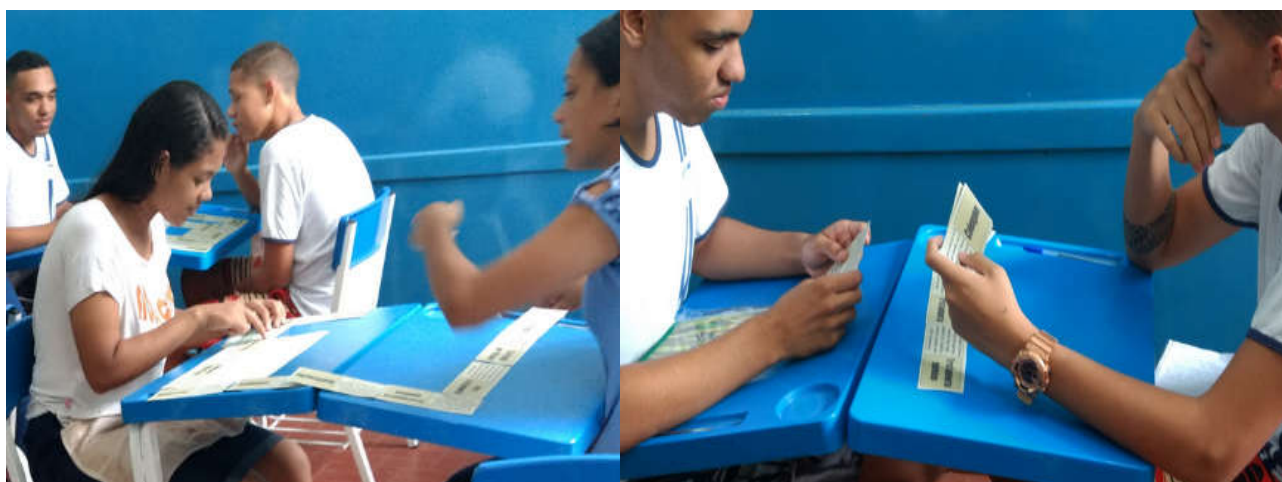
negreiros, entre outras temáticas. Foram discutidos os aspectos socioeconômicos sobre a escravidão no período colonial e as atuais condições de trabalho no Brasil, no contexto dos bóias-frias, com uma produção textual sobre as diferenças entre Ciência & Tecnologia na fabricação de açúcar no Brasil Colonial e nos atuais processos industriais nas usinas açucareiras. Essa valorização sobre a história e a cultura do povo afrodescendente está em consonância com a Lei n 10.639/2003 que incluiu a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira” no currículo oficial da rede de ensino. A discussão sobre essa temática é de suma importância não apenas na disciplina de história, e deve ser incorporada interdisciplinarmente no currículo, de modo a garantir a formação integral de cidadãos atuantes no seio de uma sociedade multicultural e pluriétnica, sendo capazes de construir uma nação democrática (BORGES, 2010).

Em seguida foi feita uma comparação entre o fabrico artesanal de açúcar nos engenhos do período colonial e a produção em escala industrial feita nas usinas sucroalcooleiras. No geral, foram estudadas 10 etapas do processo de fabricação realizadas nas usinas de açúcar, a saber: lavagem da cana, extração do caldo, pré-tratamento, sulfitação, caleagem, decantação, filtração, evaporação, cristalização, centrifugação e secagem. Quando foram perguntados se já conheciam o processo de produção do açúcar, a maioria dos estudantes respondeu

que somente conhecia a moagem da cana, embora todos estudantes fossem moradores locais.

A fim de intensificar as discussões sobre fase etapa da produção industrial, foi elaborado um jogo de associação do tipo dominó (Figura 6), no qual os alunos relacionavam o conceito com o objetivo de cada etapa. Essa atividade foi realizada em duplas de trabalho, e os estudantes foram incentivados a argumentar e questionar a escolha das peças do seu colega para a sequência do jogo, pois a dupla vencedora seria aquela que acertasse a sequência das etapas industriais.

Figura 6. Alunos jogando dominó “Da cana ao açúcar”.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Durante a prática pedagógica, conteúdos foram atualizados e revisados, como por exemplo, o conteúdo de separação de misturas, pH e soluções, com relação à produção de sacarose. Assim, propomos a

realização de experimentos em grupos desses tópicos (Figura 7), numa perspectiva investigativa.

Figura 7. Realização de experimentos para revisar conteúdos prévios.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Aspectos econômicos

O projeto escolar permitiu estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e não formal, já que foi realizada uma visita a um processo artesanal de produção de açúcar mascavo numa propriedade rural no interior da cidade de Ibiracú, e a uma lanchonete na BR 101 que comercializa o pastel e o caldo de cana como produtos principais. A saída a campo foi planejada em três etapas – pré-campo, campo e pós-campo (Quadro 3), com base em Seniciato e Cavassan (2004), com a participação de 15 estudantes.

Quadro 3. Etapas da aula de campo.

Etapa	Momentos
Pré-Campo	Planejamento da aula de campo. Elaboração de roteiros de entrevistas para produtor rural e responsável pela extração do caldo de cana na lanchonete. Discussão sobre educação ambiental.
Campo	Para levantamento de amostras dos locais foram feitas fotografias, registros escritos e entrevistas com a comunidade. Debates sobre ação antrópica no meio ambiente, cuidados e higiene nos equipamentos de produção de açúcar e caldo de cana.
Pós-Campo	Roda de conversas para socialização dos registros e discussão sobre a aula de campo realizada. Jogo de tabuleiro “Caminhos do açúcar”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Durante a aula de campo os alunos puderam observar as transformações ocorridas, desde a extração do caldo da cana até o cozimento e cristalização (Figura 8) e compreender as variáveis do processo de produção de açúcar mascavo.

Inicialmente, os produtores rurais apresentaram o espaço destinado a fabricação do açúcar, bem como os equipamentos necessários e suas respectivas funções. Com base no roteiro de entrevista pré-elaborado, os alunos indagaram os produtores de açúcar sobre as formas de cultivo da cana-de-açúcar, quantidade necessária de matéria-prima, valores de mercado do produto final, entre outros. Além disso, o diálogo com os produtores suscitou curiosidades e questionamentos não previstos no roteiro, e cada qual foi devidamente sanado durante as discussões em campo.

No geral, a produção de açúcar mascavo em caráter artesanal segue quatro etapas básicas: a extração do caldo de cana, o cozimento do caldo no tachó, início da cristalização e após a secagem, obtêm-se o açúcar mascavo bruto.

Figura 8. Etapas do processo de produção de açúcar artesanal.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na visita a lanchonete (Figura 9), um funcionário explicou todo o percurso da cana-de-açúcar até tornar-se o caldo que é comercializado no estabelecimento, incluindo a sua forma de cultivo, cuidados com a higiene dos equipamentos, destinos do bagaço, armazenamento da cana-de-açúcar, entre outros.

Figura 9. Conhecendo as etapas de produção do caldo de cana comercializado em Ibiraçu/ES.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Aspectos culturais

Os alunos ainda puderam conhecer uma moenda antiga feita de madeira que fica exposta no estabelecimento enfatizando a importância econômica que a comercialização do caldo de cana tem para a cidade. Depois de conhecer todo o processo, o grupo pôde degustar a famosa dupla gastronômica do município, o pastel e o caldo de cana.

No pós-campo houve uma socialização sobre a experiência e os alunos puderam testar todo o conhecimento construído ao longo do projeto no desenvolvimento do jogo de tabuleiro intitulado “Caminhos do açúcar” (Figura 10), elaborado pela pesquisadora. As regras e objetivos do jogo

foram explicitadas e a turma foi dividida em grupos para a realização da atividade.

Durante o jogo, observou-se que os estudantes conseguiram aplicar o conteúdo estudado para responder as perguntas e desenvolver a atividade lúdica. O jogo foi montado em consonância com os tópicos discutidos no projeto, abarcando o contexto local, os aspectos econômicos, históricos, científicos, culturais e ambientais pertinentes à temática de produção de açúcar.

Figura 10. Aplicação do jogo “Caminhos do açúcar”.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Etapas 3 – Roda de conversas

Para encerramento do projeto, realizou-se uma roda de conversas para levantamento das percepções dos estudantes quanto ao projeto “Mascavo”. Os alunos não hesitaram em expressar suas opiniões e elogiaram as intervenções realizadas nos encontros.

No geral, o que mais chamou atenção dos estudantes foram os experimentos, fator que segundo eles foi o principal para participação no projeto, visto que atividades práticas não são feitas nas disciplinas de ciências da natureza. Contudo, todo o estudo feito sobre o açúcar mascavo surpreendeu a turma, visto a quantidade de informações e curiosidades que eles ainda não conheciam. Ao final, a pesquisadora fez a entrega do açúcar mascavo enviado pelo produtor rural.

7 RECURSOS DIDÁTICOS

Nesta seção, vamos apresentar todos os instrumentos didáticos utilizados ao longo do projeto “Mascavo”, bem como o seu potencial pedagógico pertinente. Para tal, optamos por organizar a proposta a partir das seguintes temáticas sociocientíficas:

Quadro 4. Resumo dos materiais didáticos utilizados durante o projeto “Mascavo”.

Temática CTS/CTSA	Materiais
Cultura local de Ibiraçu	1. Estudo dirigido: o contexto local; 2. Raio X da cana de açúcar
Aspectos socioambientais do cultivo da cana-de-açúcar e da produção de açúcar	3. Estudo de reportagens/artigos científicos sobre a relação entre meio ambiente e a produção de açúcar: - Texto I: Brasil cria tecnologia para descontaminação ambiental a partir do bagaço de cana. - Texto II: Brasil é o país que mais consome agrotóxicos no mundo. - Texto III: Agrotóxicos e Usinas de cana-de-açúcar condenam trabalhadores à morte na zona da mata de PE. - Texto IV: Agrotóxicos: poluição invisível nas águas, no solo e no ar. - Texto V: Taxa de suicídios no Espírito Santo superou a média nacional no ano de 2015.
O consumo de açúcar	4. Análise e interpretação de rótulos.

	5. Dinâmica: quanto de açúcar tem nos alimentos?
A Química do açúcar	6. Estudo sobre adoçantes, tipos de açúcar e sacarídeos redutores. 7. Roteiro experimental para identificação de açúcares redutores.
Diabetes	8. Refletindo sobre a diabetes.
A tecnologia de produção de açúcar	9. Estudo sobre contexto histórico e social da produção de açúcar. 10. Estudo das etapas industriais de produção de açúcar. 11. Jogo dominó “Da cana ao açúcar”.
A produção artesanal de açúcar mascavo A comercialização do caldo de cana	12. Texto para discussão sobre Meio Ambiente e Educação Ambiental.
O projeto “Mascavo”	13. Jogo “Caminhos do açúcar”

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

7.1 Cultura local de Ibiraçu

Para tratar dos aspectos locais e regionais relacionados ao caldo de cana e ao açúcar foram elaborados dois instrumentos:

- um estudo dirigido inicial (Material 1), para levantamento prévio dos estudantes quanto à temática abordada. Esse material permitiu a reflexão sobre o contexto econômico no qual está inserido o município, e por se tratar de um assunto muito familiar para os estudantes, estimulou a participação de todos. Assim, cabe destacar que para problematizar a temática, é necessário partir de situações-problemas intrínsecas a realidade dos alunos envolvidos, para a partir daí estabelecer conexões com o conhecimento científico pertinente.

- um estudo sobre as características da cana-de-açúcar (Material 2), a fim de iniciar o debate científico. Para a construção desse material, os autores realizaram pesquisas sobre a origem da cana-de-açúcar, sua classificação, morfologia, fases de desenvolvimento, melhoramento genético e composição tecnológica.

O estudo dirigido foi entregue junto ao diário de bordo dos estudantes, e o raio x da cana-de-açúcar foi impresso e entregue no decorrer da discussão, para organização do conhecimento. Porém, ambos podem ser utilizados como elementos norteadores da discussão pelo professor, sem necessidade de vias impressas, a depender da situação.

Material 1: Contexto local - Problematização

De acordo com a pesquisa do censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Ibiracu apresenta aproximadamente 11.000 habitantes sendo maioria urbana, concentrada nos bairros da sede. A cidade está localizada à 70 km ao norte de Vitória (capital do Espírito Santo) e é cortada pela BR 101.

Essa localização permite uma alta produtividade nas tradicionais lanchonetes à beira da estrada que servem famosos pastéis e caldo de cana. Em entrevista ao site Folha Vitória (VIEIRA, 2015), o proprietário de um desses estabelecimentos contou que sua lanchonete recebe diariamente cerca de 2 mil pessoas e que quando chega o verão ou feriados, esse número chega a 5 mil pessoas. Com isso, grande parte dos empregos gerados no município, é oriundo dessas lanchonetes, que vem perpetuando a fama da “cidade do pastel e caldo de cana do estado”, há mais de 50 anos. (Texto adaptado. **Fonte:** Prefeitura de Ibiracu. Município - Geografia. Disponível em :<<http://www.ibiracu.es.gov.br/conteudo/17>> e VIEIRA, Leticia. Pastel e caldo de cana são tradição em Ibiracu. Disponível em: <<http://www.folhavitoria.com.br/entretenimento/blogs/elogoali/2015/03/pastel-e-caldo-de-cana-sao-tradicao-em-ibiracu/>>).

A partir do fragmento acima e do seu conhecimento pessoal, responda:



a) O caldo de cana é saudável? Por quê?

b) Você conhece alguém que trabalha em alguma das lanchonetes situadas à beira da BR 101 de Ibiracu?



c) A cana é uma fruta? Justifique sua resposta.

d) O que você sabe sobre a história do Pastel e Caldo de Cana de Ibiracu?

e) O que mais dá para fazer (produzir) a partir da cana-de-açúcar?



f) Sempre teve cana no Brasil, ou seja, é uma espécie nativa do país?

Material 2: Raio X da cana-de-açúcar



Raio X da cana-de-açúcar

Classificação

A cana-de-açúcar está classificada dessa maneira:

Divisão – Magnoliophyta

Classe – Liliopsida

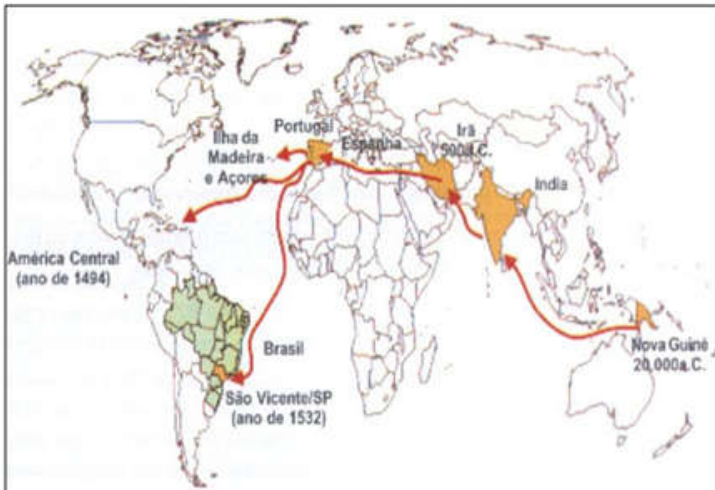
Ordem – Graminales

Família – Poaceae

Gênero – Saccharum

Espécies – *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis*, *Saccharum barbiri* e *Saccharum robustum*.

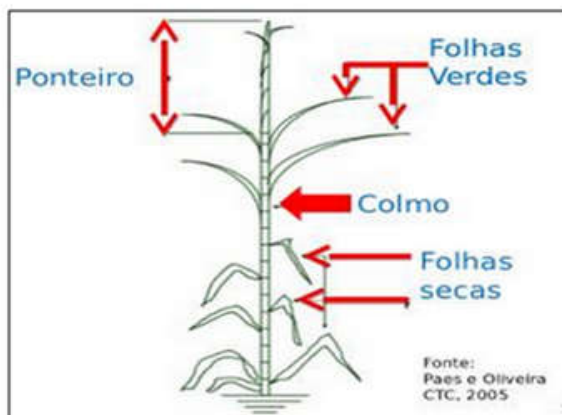
História



Fonte: TETTI (2005)

Morfologia

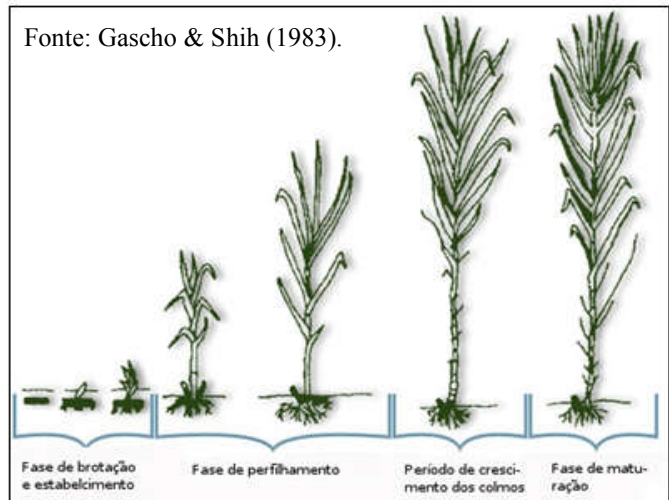
Basicamente, a cana-de-açúcar é constituída de 4 partes: colmo, folhas, ponteiro e raízes.



Fonte: Paes e Oliveira CTC, 2005

Fases de desenvolvimento

Fonte: Gascho & Shih (1983).



Melhoramento genético

Espécie A + Espécie B = Híbrido C

Resistência a doenças; produtividade elevada; elevado teor de sacarose; teor de fibra (12 a 13%); brotação e longevidade; baixo florescimento; tolerância a pragas.

Composição tecnológica



7.2 Aspectos socioambientais do cultivo da cana-de-açúcar e da produção de açúcar

Foram abordados alguns aspectos socioambientais decorrentes da monocultura da cana e a produção açucareira em escala industrial, abrangendo o consumo de água pelas lavouras de cana, desmatamento, queimadas, o uso de agrotóxicos e contaminações de lençóis freáticos. Também foram abordadas as questões socioeconômicas da produção sazonal de açúcar, como valor de mercado do açúcar, competição para a produção de álcool etílico, desemprego, automação das indústrias, entre outros assuntos.

Todos esses assuntos surgiram após o estudo de reportagens e artigos que versavam sobre destinos do bagaço, impactos ambientais do cultivo da cana-de-açúcar e agrotóxicos.

Os cinco textos selecionados foram impressos e entregues para 5 trios de estudantes. Assim, uma possível alternativa para suscitar discussões sociocientíficas e ainda favorecer a argumentação dos estudantes, é dividir a turma em grupos, e disponibilizar a leitura coletiva do material. Após leitura e interpretação entre os componentes do grupo, abre-se um grupo de discussão sobre os textos com toda a turma. No material 3 a seguir foram selecionados fragmentos de reportagens, que poderiam ser acessados na íntegra por meio do QR-codes.

Brasil cria tecnologia para descontaminação ambiental a partir do bagaço de cana

Link: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/5326--brasil-cria-tecnologia-para-descontaminaasao-ambiental-a-partir-do-bagaaso-de-cana.html>

Um dos maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, o Brasil estuda um destino sustentável para o bagaço produzido pela indústria sucroalcooleira: a produção de carvão ativo que possa ser utilizado para a descontaminação da água e do ar. Um estudo feito pelo Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), ligado ao Centro Nacional de Pesquisas em Energias e Materiais (CNPEM), o carvão ativo é uma alternativa economicamente viável, até 20% mais barata, e com a mesma eficiência, se comparada aos produtos importados já existentes no mercado.

O objetivo da pesquisa é utilizar resíduos agroindustriais abundantes no país para aplicações ambientais. De acordo com dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), a produção brasileira de cana na safra 2015/2016 ultrapassou as 665 milhões de toneladas, das quais 368 milhões foram produzidas no estado de São Paulo. Deste total, aproximadamente um terço consiste em bagaço, que é obtido após o processo de moagem da cana nas usinas.

"O resíduo da indústria sucroalcooleira abre caminho para o desenvolvimento de um material avançado com propriedades antibacterianas quando associado a nanopartículas de prata, sendo um excelente material na remediação ambiental", explica o pesquisador do LNNano Diego Martinez. A pesquisa teve início a partir de uma demanda feita por uma usina nacional, que utiliza o bagaço de cana para a geração de energia elétrica. O resíduo produzido na queima, bastante rico em carbono, passou a ser utilizado para a fabricação do carvão ativo.



Aplicações

No Brasil, carvões ativos

são empregados em grandes volumes para a remoção das impurezas da água. Para um município com um milhão de habitantes, por exemplo, a estimativa é que seja utilizada uma tonelada de carvão ativo por dia para o tratamento de água. No exterior, o carvão ativo é proveniente de madeira, de ossos de animais ou de casca de coco.

"O grande problema é que existe uma dependência do Brasil do mercado exterior para a obtenção desse produto. Se pensarmos na questão cambial, nosso sistema comercial fica muito fragilizado. O carvão produzido aqui pode ser até 20% mais barato que o importado", enfatiza o pesquisador Mathias Strauss.

Através de uma cooperação bilateral firmada por meio do Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (CBCIN), o carvão produzido a partir da biomassa da cana já está em teste em Xangai. "O material está sendo utilizado em testes de descontaminação de ar, para, por exemplo, a despoluição do ar nos túneis da cidade, que sofrem com grandes congestionamentos e o fato de os carros ficarem muito tempo parados, gerando gases tóxicos. Esse ar passa por um tratamento para minimizar os danos aos motoristas", diz Strauss.

De acordo com os pesquisadores do CNPEM, o carvão ativo feito a partir de bagaço de cana já tem maturidade suficiente e deve estar disponível para o mercado em um prazo entre cinco e dez anos.

Brasil é o país que mais consome agrotóxicos no mundo

Link: <http://g1.globo.com/bemestar/noticia/brasil-e-o-pais-que-mais-consome-agrotoxicos-no-mundo.ghtml>



Análise da Anvisa mostrou que a laranja é o alimento campeão em concentração de agrotóxicos. Além dela, muitas frutas, legumes e verduras têm índices acima do permitido.

O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo e pela primeira vez, uma análise da Anvisa mostrou que consumir laranjas pode causar contaminação aguda.

E não é só a laranja, não. Muitas frutas, verduras e legumes têm concentração de produtos químicos acima do permitido, mas será que tirar a casca resolve? E lavar? O Bem Estar desta segunda-feira (09) fala sobre o assunto e as nutricionistas Vanderli Marchiori e Mariana Garcia explicam o que o consumidor pode fazer. E você sabe a diferença entre agroecológicos, orgânicos e hidropônicos? Pensando na saúde, será que vale a pena pagar mais caro?

Saiba mais

Em geral, os agrotóxicos são utilizados de maneira errada, o agricultor não segue a recomendação de quantidades, modo de aplicar, tempo para colheita, tipo de cultura que pode receber aquele produto, etc, e isso resulta em resíduos no alimento acima do permitido. Preferir alimentos orgânicos certificados é sempre melhor, verifique se o produtor possui o selo de certificação ou a embalagem. Outra dica é preferir alimentos da época, pois eles precisam, em tese, de menos agrotóxicos. Alimentos in natura que são da sua região também precisam de menos produtos químicos para estarem em boas condições, mas em todos os casos, nunca devemos deixar de comer frutas, legumes e verduras por causa dos agrotóxicos porque os benefícios são muito maiores que os riscos.

Os alimentos orgânicos precisam ser lavados antes do consumo com hipoclorito de sódio, como todo alimento in natura. Os procedimentos de lavagem e a retirada de cascas e folhas externas contribuem para a redução dos resíduos de agrotóxicos presentes no exterior do alimento, mas são incapazes de eliminar os contidos no interior.

Agrotóxicos e Usinas de cana-de-açúcar condenam trabalhadores à morte na zona da mata de PE

Link: <http://www.cptne2.org.br/index.php/publicacoes/noticias/agrotoxicos/2853-agrotoxicos-e-usinas-de-cana-de-acucar-condenam-trabalhadores-a-morte-na-zona-da-mata-de-pe29>



De acordo com o último Censo agropecuário, realizado em 2006, cerca de 80% dos grandes proprietários rurais usam veneno em suas plantações. Só em 2009, foram mais de 1 bilhão de litros de agrotóxicos utilizados nas lavouras do Brasil. É como se cada brasileiro consumisse em média cinco litros de veneno por ano. As consequências são desastrosas para o povo do campo e da cidade, mas são ainda piores para aqueles que trabalham diretamente na aplicação dos agrotóxicos. Nesta reportagem, a CPT mostra a perversa situação da utilização de agrotóxicos pelas Usinas de cana-de-açúcar do Estado e constata que, nos canaviais, o modelo do agronegócio condena os trabalhadores à morte. O distrito de Upatininga, município de Aliança – Zona da Mata Norte de Pernambuco -, onde mora a agente comunitária de saúde M.F, é cercado por cana-de-açúcar, como as das Usinas São José e Santa Tereza. Segundo a agente de saúde, “a grande maioria das famílias de Upatininga vivem à mercê da plantação de cana”. Ali, os casos de contaminação e morte de trabalhadores rurais por causa dos agrotóxicos no monocultivo da cana são assustadores. Entre tantos, M.F relatou o caso de Seu Teinho, trabalhador rural, de 37 anos e que morava no distrito: “Ele morreu de repente. Foi encontrado morto dentro do banheiro de sua casa. Só descobrimos que foi o veneno da cana quando chegou no IML”. Outro caso relatado por ela foi o do canavieiro Reginaldo Afonso da Silva, de 31 anos, que aplicava veneno na então Usina Olho D’água. “Ele começou a sentir tontura e vomitar sempre pela manhã, mas quando foi sentir esses sintomas já era tarde demais. Do aparecimento do sintoma até a

morte, só foi 15 dias. Agora imagine quantos trabalhadores rurais estão nesta mesma situação e nem sabem? “Quando vão saber, já é tarde”, comenta. Semanalmente, o posto de saúde de Upatininga recebe muitos trabalhadores rurais do distrito e de outros municípios vizinhos. “Muitas vezes eles (os trabalhadores) chegam aqui já desmaiados. Ai, pensamos que é fome, mas quando vamos analisar os casos, percebemos que é por conta do veneno na cana”, relata a trabalhadora. Nesta região é muito raro que um atestado de óbito venha registrado que a morte tem como causa a contaminação por agrotóxico. “A gente reconhece mesmo que a morte é por conta do veneno, mas é muito difícil sair no atestado de óbito. Eles colocam que é por morte natural mesmo, ou por uma infecção”. Isso porque os agrotóxicos agem de forma cada vez mais inteligente no organismo humano, segundo o engenheiro agrônomo do Ministério do Trabalho de Pernambuco, Rubens Mesquita Jamir. Segundo uma das orientações estabelecidas pelo Ministério do Trabalho, a aplicação de veneno deverá ser feita apenas em horários considerados “frios”, como das 5h até às 8h30. Isso acontece porque 95% dos casos de contaminação de trabalhadores com o agrotóxico se dá pela pele e “quando o trabalhador aplica o veneno em horários quentes, os poros se dilatam e as possibilidades de contaminação são maiores”. Mas a “norma da Usina é aplicar o veneno nos dois horários, de manhã até depois das 11h e a tarde também, a partir das 14h. Ela quer é o serviço feito”, afirma o trabalhador.

Agrotóxicos: poluição invisível nas águas, no solo e no ar

Link: <https://www.agsolve.com.br/noticias/7067/agrotoxicos-poluicao-invisivel-nas-aguas-no-solo-e-no-ar->



A utilização de agrotóxicos é a 2ª maior causa de contaminação dos rios no Brasil, perdendo apenas para o esgoto doméstico, segundo dados do IBGE. Considerando que a agricultura é o setor que mais consome água doce no Brasil, cerca de 70%, segundo o Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), pode-se dizer que além de sérios problemas para a saúde, os agrotóxicos também se transformaram em um grave problema ambiental no país. De acordo com o engenheiro agrônomo e professor da Universidade Estadual de Campinas, Mohamed Habib, “hoje o Brasil é o maior consumidor de agrotóxico do mundo, embora não seja o maior produtor”. Atualmente o Brasil utiliza 19% de todo defensivo agrícola produzido no planeta, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). “Além disso, mais de 99% dos venenos aplicados na lavoura não atingem a praga alvo. Então, pode-se dizer que mais de 99% dos agrotóxicos vão para os rios, para o solo, para o ar e para a água subterrânea”, afirma Habib. Para o especialista em instrumentação ambiental e hidrológica, Mauro Banderali, “Embora a disponibilidade de água no Brasil seja imensa, é preciso garantir sua qualidade para as gerações futuras. Por isso, ao detectar o aparecimento de resíduos de agrotóxicos nas reservas de água subterrânea e superficial, é necessário tomar medidas para evitar o agravamento do problema. Quando a água é contaminada por defensivos agrícolas, sua detecção e descontaminação é mais difícil e custosa. De modo geral, esses químicos raramente são analisados ou removidos das águas, tornando-se uma ameaça à saúde de todos que a ingerem, particularmente para substâncias cumulativas”. A água poluída com agrotóxicos irá prejudicar diretamente

a fauna e a flora aquática.

“A contaminação das águas pelos agrotóxicos tem efeito direto nos seres vivos que vivem na água, a biota de um modo geral. Se o veneno que chega nas águas for o herbicida, o efeito é direto e pode, por exemplo, matar as plantas aquáticas. Se o rio for contaminado por um veneno que mata animais, pode ocorrer a morte de algumas espécies de peixes menores”, explica o professor. Além dos efeitos diretos, o carregamento de agrotóxicos pelos rios e lagos, também traz alguns efeitos indiretos para a biota aquática e para a saúde humana. “Alguns peixes armazenam os agrotóxicos no tecido adiposo e por isso, não sofrem danos diretamente. No entanto, quando nós compramos esse peixe contaminado com veneno e o ingerimos, algumas pessoas podem passar mal e sofrer algum tipo de intoxicação (envenenamento). Tem muita gente que compra peixes pequenos para dar para seu gato de estimação e o animal chega até a morrer”, alerta Habib. Os compostos orgânicos, ao entrar em contato com a água, provocam um aumento no número de microrganismos decompositores. Além de estarmos criando um ambiente de restrição da vida, ainda criamos uma armadilha para as populações que se utilizam desta água, em razão de inúmeros defensivos agrícolas utilizarem em sua formulação compostos orgânicos altamente estáveis e lipossolúveis, depositando-se preferencialmente nas gorduras dos animais. Por ingestão da água ou de animais que dela dependem, estamos acumulando estes defensivos em gorduras do corpo que jamais serão eliminadas em vida”.

Taxa de suicídios no Espírito Santo superou a média nacional no ano de 2015

Link: <http://eshoje.com.br/taxa-de-suicidios-no-espírito-santo-superou-a-media-nacional-no-ano-de-2015/>



Falar sobre suicídio é um tabu e uma preocupação, uma vez que há dados que apontam que, quando mais noticiado, mais incentivado. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o suicídio pode ser prevenido em 90% dos casos, desde que existam condições mínimas de ajuda voluntária ou profissional. Atualmente, esta é a segunda maior causa de mortes de jovens entre 15 e 29 anos no mundo, e faz mais de um milhão de vítimas no planeta entre todas as idades. No Brasil, o suicídio é a terceira causa de mortes entre jovens, perdendo para homicídios e acidentes de trânsito, vitimando 8.688 pessoas, de acordo com dados do Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2016 - uma média de quase um óbito por hora.

No Espírito Santo, a taxa superou a média nacional no ano de 2015 - enquanto a média nacional é de quatro suicídios para cada grupo de 100 mil habitantes, no Estado a taxa foi de 4,2 - chegando a 172 vítimas, 15 a mais do que o registrado em 2014 e o segundo maior patamar desde 2005, quando os números começaram a ser contabilizados. Em 2012, o número chegou a 178.

No território capixaba a preocupação maior é nos municípios do interior do Estado, e não a Região Metropolitana. De acordo com dados da Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo (Sesa) consolidados no ano de 2014, as maiores taxas se encontram em municípios como Ibirapu, Santa Maria de Jetibá, Itarana, Santa Leopoldina e Afonso Cláudio, apesar de, em números absolutos, os municípios da região metropolitana, por serem mais numerosos, liderarem. De acordo com informações do Núcleo de Prevenção da Violência e Promoção da Saúde (Nuprevi) da Secretaria de Saúde de Vitória, foram 21 óbitos autoprovocados em 2014, na Capital.

Prevenção: De acordo com a especialista em psicologia clínica e saúde mental Daniela Tomassoni, familiares e amigos devem estar atentos a sinais como quadro depressivo, isolamento social, inapetência, sintomas de transtorno mental e falas da própria pessoa que já tentou ou que possa vir a tentar tirar a própria vida. Segundo ela, não só o profissional da saúde, mas também família e pessoas próximas

precisam escutar o indivíduo, e não apenas ouvi-lo, para ajudar a prevenir o pior. "Existe um mito que diz que quem vai se matar não avisa. Avisa sim. As pessoas ouvem, mas não escutam, não levam a sério. É necessário que não só profissionais de saúde estejam com os ouvidos atentos aos sinais, mas que familiares e pessoas próximas também escutem-no e procurem ajuda", explica a psicóloga. E continua: "Uma escuta aberta pra que aquele sujeito se coloque com a sua história, a sua dor e suas crenças, pode ajudá-lo a lidar com um momento difícil da vida, que não seja a morte".

Agrotóxicos no interior

O que vem chamando a atenção no Espírito Santo é a relação que os agrotóxicos tem tido com as mortes autoprovocadas. É precisamente esta relação que tem puxado a quantidade de mortes no interior do Estado, de acordo com a técnica de Vigilância de Prevenção de Violência e Acidentes da Sesa, Edleusa Cupertino. Apesar de 15% das mortes do ano de 2014 estarem diretamente relacionadas ao uso de agrotóxicos e produtos químicos, grande parte dos enforcamentos, que responderam por 51% das mortes naquele ano, podem ter sido induzidos pelo uso de pesticidas e produtos agrícolas.

Em 2015, aconteceram 352 tentativas de suicídio de trabalhadores que manipularam agrotóxicos. Uma peculiaridade é que enforcamentos, cuja presença é maior no interior, aconteceram mais em lugares onde tem produtos agrícolas, como pesticidas. O uso desses produtos químicos de forma errada tem induzido ao enforcamento. O agrotóxico tem um efeito no organismo do ser humano, e a impressão que se tem é que isso influencia no suicídio. De acordo com o a Comissão de Saúde e Saneamento da Assembleia Legislativa, o veneno provoca alteração neuromotora e intoxicação crônica, que decorrem da presença de resíduos do veneno em alimentos e no ambiente. "Há provas contundentes do comprometimento do sistema nervoso das pessoas, pela ingestão ou absorção pela pele dos agrotóxicos".

7.3 O consumo de açúcar

Com o intuito de promover reflexões sobre hábitos alimentares, foram realizadas atividades investigativas e contextualizadas. Inicialmente, foi feito um estudo sobre rótulos de alimentos industrializados, seguido de uma pesquisa de informações nutricionais em embalagens de alimentos para levantar teores de açúcar. Para tal um material para análise e interpretação de rótulos foi entregue aos estudantes. A partir daí, verificamos que os alunos consomem diariamente uma grande quantidade de produtos industrializados, contudo, não têm o hábito de ler as embalagens dos alimentos.

Assim, partiu-se para uma atividade prática de teores de açúcar. Grupos de estudantes analisaram as informações nutricionais de embalagens de alimentos, calculando a massa de açúcar nos produtos investigados. A partir dos resultados dos cálculos, foi realizada uma dinâmica demonstrativa para facilitar a visualização de quanto de açúcar tem nos alimentos. Essa atividade surpreendeu os alunos, pois evidenciou os aspectos visuais da quantidade significativa que alguns produtos contêm, inclusive, ultrapassando em um só alimento a recomendação de consumo diária pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Material 4 - Análise e interpretação de rótulos

Os produtos industrializados estão muito presentes no nosso dia-a-dia. Pela praticidade, sabor ou pelo preço, acabamos recorrendo aos produtos embalados e prontos. Mas é preciso tomar cuidado com o que se compra, para não prejudicar a saúde! Mas, além de ler, você sabe interpretar o rótulo dos produtos e fazer boas escolhas? No Brasil, a rotulagem nutricional de alimentos embalados é regulamentada pela Resolução nº 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2003). Nesse sentido, devem ser declaradas a quantidade por porção e a porcentagem do valor diário (%VD) dos seguintes componentes: valor energético (calórico), carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras alimentares e sódio, conforme exemplificado na tabela.

Porção

É a quantidade média do alimento que deve ser usualmente consumida por pessoas saudáveis a cada vez que o alimento é consumido, promovendo a alimentação saudável.

Medida Caseira

Indica a medida que normalmente é utilizada pelo consumidor para medir alimentos. Por exemplo: fatias, unidades, pote, xícaras, copos, colheres de sopa.

Informação Nutricional		
Porção de 60 g (Fatia média)		
Quantidade por porção		%VD(*)
Valor Energético	175kcal = 735kJ	9%
Carboidratos	23,5 g	7,8%
Proteínas	3,3g	4,5%
Gorduras Totais	9,2 g	16%
Gorduras Saturadas	0,6 g	2,5%
Gorduras Trans	0 g	0%
Fibra Alimentar	1,1 g	4,5%
Sódio	96,6 mg	4%

*Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Percentual dos Valores Diários (%VD)

(%VD) é um número em percentual que indica o quanto o produto em questão apresenta de energia e nutrientes em relação a uma dieta de 2000 calorias.

Cada nutriente apresenta um valor diferente para se calcular o VD.

Veja os valores diários de referências!

Valor energético – 2000 kcal / 8.400 kJ

Carboidratos – 300 g

Proteínas – 75 g

Gorduras Totais – 55g

Gorduras Saturadas – 22g

Fibra Alimentar – 25 g

Sódio – 2400 mg

Não há valor diário para as gorduras trans.

RÓTULOS DOS ALIMENTOS



Transgênicos:
Geneticamente
modificados

Fonte: ROTULAR (2015)

Informações obrigatórias nas embalagens: • Nome do produto; • Lista de ingredientes que compõe o produto; • Quantidade em gramas ou mililitros que o produto apresenta; • Prazo de validade do produto; • Identificação da origem do produto.	Valores Diários são as quantidades dos nutrientes que os brasileiros devem consumir para ter uma alimentação saudável. Para cada nutriente temos um valor diário diferente.
---	---

Carboidratos: Eles atuam como fontes de energia para o corpo. A parcela não utilizada pelo organismo é estocada na forma de gordura. Os carboidratos são encontrados em pães, tubérculos, massas, farinhas e doces em geral.

Proteínas: Auxiliam a construir e conservar tecidos, órgãos e células. Em doses apropriadas, elas garantem a manutenção da saúde e também proporcionam sensação de saciedade. Carnes, lácteos e leguminosas (feijão, soja, grão de bico, quinua etc.) contêm boas doses do nutriente.

Gorduras totais: Além de serem altamente energéticos, esses compostos auxiliam no transporte das vitaminas A, D, E e K. O consumo deve ser moderado, já que o abuso provoca aumento de peso.

Gorduras saturadas: São aquelas encontradas essencialmente em produtos de origem animal, como carnes, queijos, pele de frango, leite integral, requeijão e manteiga, entre outros. A ingestão excessiva desse tipo de gordura aumenta o risco de doenças cardiovasculares.

Gorduras trans: Também chamadas de ácidos graxos trans, elas estão presentes principalmente em produtos industrializados, que levam gorduras vegetais hidrogenadas na preparação – salgadinhos, bolachas, sorvetes e margarinas são bons exemplos.

Fibra alimentar: São compostos essenciais para o bom funcionamento do organismo. Entre seus benefícios estão o controle das taxas de glicemia e colesterol, a manutenção das funções intestinais e o aumento do efeito de saciedade. As fibras são facilmente encontradas em frutas, hortaliças, feijões e alimentos integrais.

Sódio: O nutriente é importante para a regulação hídrica e o desempenho adequado do cérebro. Em excesso, ele provoca malefícios como retenção de líquidos e aumento de pressão arterial.

Assinale quais produtos abaixo não possuem açúcar como ingrediente:

☐ Refrigerante ☐ Ketchup ☐ Pão integral



☐ Molho de tomate ☐ Salgadinho de Milho ☐ Salsichas



☐ Batata palha ☐ Tabletes de tempero pronto ☐ Bacon



Para discussão:

- Você costuma comer doces ou alimentos industrializados no seu dia a dia? Com que frequência?
- Você tem o hábito de ler rótulos de alimentos?
- Você sabe interpretar as informações nutricionais dos rótulos?

Material 5 - Dinâmica: quanto de açúcar tem nos alimentos?

Avaliar a quantidade de açúcar presente em nossa dieta não é uma atividade fácil. Isto ocorre, pois existe o açúcar visível - presente sobre pães, bolos e doces ou colocado no café - e aquele invisível, escondido, mas que é encontrado naturalmente em frutas ou no leite e também adicionado em produtos industrializados tanto doces quanto salgados. Em se tratando de alimentos industrializados, utilize a tabela abaixo para registrar os dados da demonstração feita pela professora.

Produto	Quantidade em colheres de sopa	Quantidade aproximada em gramas

Para saber mais:

- 1 colher de sopa tem aproximadamente 14 g.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a recomendação é que o consumo de açúcar não ultrapasse 25 g por dia.

- O que você achou dos resultados das análises? Esperava encontrar maior ou menor quantidade de açúcar nesses produtos?
- Qual resultado mais te surpreendeu? Por quê?
- Você sabe a diferença entre alimentos diet, light e zero?
- Quais doenças você conhece que são associadas ao consumo de açúcar em excesso?
- Marque abaixo qual a classificação química do açúcar:
() Lipídeo () Proteína () Carboidrato () Gordura

7.4 A química do açúcar

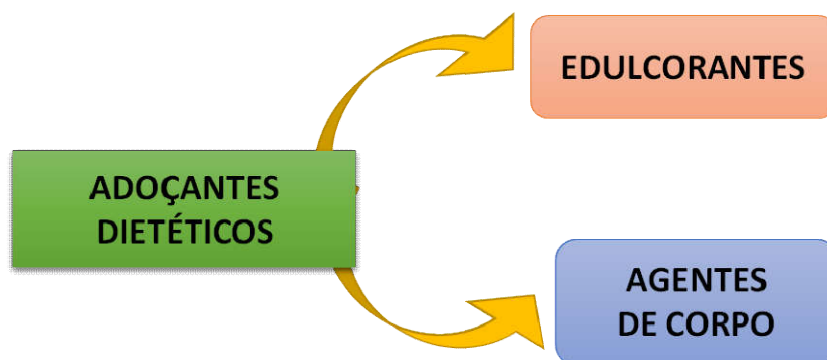
Para tratar sobre os aspectos científicos relativos ao açúcar, foi desenvolvido um estudo sobre as Ciências naturais do Açúcar (Carboidratos, Tipos de açúcar, Açúcares substitutos; Funções orgânicas).

Assim, quanto aos carboidratos, optou-se por uma aula expositiva dialogada com auxílio de apresentação de slides e textos de apoio (SOLOMONS; FRYHLE, 2001; CHEMELLO, 2005). Os carboidratos estão divididos em três classes principais, de acordo com o seu tamanho: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos (“sacarídeo”, do Latim *sacharum*, do Grego *sakcharon*, significa “açúcar”). Foi dada ênfase maior para a estrutura molecular da sacarose (dissacarídeo), frutose e glicose (monossacarídeos), bem como suas características químicas principais.

A seguir estão apresentados os materiais utilizados nesse encontro. Primeiro, o estudo teórico sobre os adoçantes e os tipos de açúcar disponíveis no mercado. Amostras dessas variedades de foram levadas para a aula, o que permitiu que a turma conhecesse as características organolépticas desses produtos. Também foi feito um estudo sobre açúcares redutores, seguido de roteiro experimental para identificação desses sacarídeos, a partir do Reagente Benedict.

Material 6 – Adoçantes, os tipos de açúcar e sacarídeos redutores

Os adoçantes dietéticos de mesa são consumidos não somente por obesos ou diabéticos, mas também por um número crescente de pessoas preocupadas em manter a forma física e restringir o nível calórico de sua alimentação. Contudo, seu principal emprego é como coadjuvantes no controle do Diabetes Mellitus, uma vez que a substituição da sacarose pelos adoçantes dietéticos facilita a terapia nutricional instituída ao paciente.



Os edulcorantes são substâncias químicas mais responsáveis pelo sabor doce e normalmente possuem um poder adoçante muito superior à sacarose, sendo necessária, portanto, uma quantidade muito menor para se obter a mesma doçura, com a vantagem de ter menos ou nenhuma caloria.

Os agentes de corpo, também chamados de veículos, são compostos utilizados com a finalidade de diluir os edulcorantes dando volume ao produto. Como alguns edulcorantes são 1000 vezes mais doces do que o açúcar (veja Tabela), se fossem comercializados na forma pura, teriam que ser usados em quantidades muito pequenas para se obter a mesma doçura da sacarose, o que tornaria seu uso inviável.

Substância	Doçura relativa à sacarose
Lactose	0,16
Galactose	0,32
Maltose	0,33
D - Glicose	0,74
Sacarose	1,00
Açúcar Invertido	1,25
D - Frutose	1,74
Ciclâmato de Sódio	30
Aspartame	180
Sacarina	300
Sucralose	650
Alitame	2.000
Taumatina e Monelina	3.000

Fonte: Chemello (2005)

Adoçantes/ edulcorantes artificiais

- Sacarina
- Ciclamatos
- Aspartame
- Sucralose
- Acesulfame K



Fonte: Porfirio e Oliveira (2006)

Adoçantes/ edulcorantes naturais

- Stevia
- Sorbitol
- Xilitol
- Frutose
- Manitol



Tipos de Açúcar



Fonte: Hemkemeier (2016)

O **cristal** é o açúcar com cristais grandes e transparentes, relativamente difíceis de serem dissolvidos em água. Depois do cozimento, ele passa apenas por etapas de refinamento, as quais retiram cerca de 90% dos sais minerais. Por ser econômico e render bastante, o açúcar cristal é um dos mais consumidos pela população.

O **açúcar refinado**, também conhecido como açúcar branco, é o açúcar mais comum nos supermercados. No refinamento, aditivos químicos, como o enxofre, tornam o produto branco. O lado ruim, segundo a maioria dos nutricionistas, é que este processo retira vitaminas e sais minerais, deixando apenas as "calorias vazias" (sem nutrientes), permanecendo cerca de 99,8 % de sacarose.

O **açúcar de confeiteiro** possui os cristais mais finos de todos os tipos de açúcares. Recomendado para fazer glacês e coberturas, seu segredo é um refinamento sofisticado, que inclui uma peneiragem para se obter minicristais, além da adição de amido de arroz, milho ou fosfato de cálcio, cerca de 30 % em peso para evitar que os minicristais se juntem novamente, ou seja, inibir que o mesmo embolore.

O **açúcar light** surge da combinação (mistura) do açúcar refinado com adoçantes dietéticos, como o aspartame, o ciclamato e a sacarina, os quais quadruplicam o poder de adoçar do açúcar puro. Um cafezinho só precisa de dois gramas de açúcar *light* para ficar doce, contra seis gramas de açúcar comum. Por isso, quem consome açúcar *light* ingere menos calorias com relação à sacarose pura.

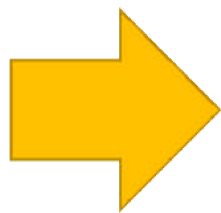
O **demerara** passa por um refinamento leve e não recebe nenhum aditivo químico. Seus grãos são marrom-claros e devido à camada de melado que envolve seus cristais, o açúcar demerara tem valores nutricionais relativamente altos, semelhantes aos do mascavo.

O **açúcar orgânico** é diferente de todos os outros tipos porque não utiliza ingredientes artificiais em nenhuma etapa do ciclo de produção, do plantio à industrialização. O açúcar orgânico é mais caro, mais grosso e mais escuro que o refinado, mas tem o mesmo poder adoçante, pois se trata quase exclusivamente de sacarose. Muito apreciado por europeus e norte-americanos, cada vez mais preocupados com a sustentabilidade ambiental, este açúcar é considerado natural desde o plantio, sem adubos e fertilizantes químicos, até a embalagem biodegradável, passando, claro, pela produção industrial sem cal, enxofre, ácido fosfórico e tantos outros elementos adicionados ao produto refinado.

O **açúcar mascavo** é o açúcar quase bruto, escuro e úmido, extraído depois do cozimento do caldo de cana. Como o açúcar mascavo não passa pelas etapas seguintes de refinamento, ele conserva o cálcio, o ferro e outros sais minerais. Seu gosto, bem parecido com o do caldo de cana, desagrada algumas pessoas. O grau de pureza de sacarose neste açúcar gira em torno de 90 % e é muito recomendado por nutricionistas, devido ao fato de não ser um produto altamente concentrado e de preço acessível, além de possuir mais nutrientes.

Açúcares Redutores

Conceito



Um açúcar é dito redutor se ele possui na molécula um grupo aldeído ou cetona. São carboidratos capazes de reduzir sais de cobre (se oxidam na presença de agentes oxidantes) em soluções alcalinas.

REAGENTE BENEDICT

É um reagente químico de cor azulada usado para detectar a presença de açúcares redutores, nos quais se incluem glicose, frutose, lactose e maltose. Ele consiste de uma solução alcalina contendo um íon de complexo de citrato cúprico.

Foi utilizado para identificar portadores de **diabetes** através da presença de açúcares redutores, principalmente a glicose, em sua **urina**.

Para produção de açúcar, a presença de glicose e frutose (redutores) no caldo não é desejada e sim, a sacarose.

Sulfato de Cobre +
Citrato de sódio +
NaOH

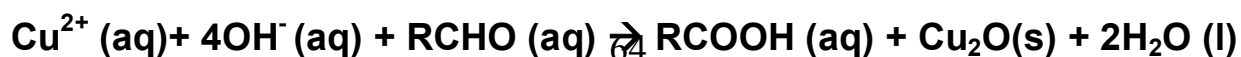


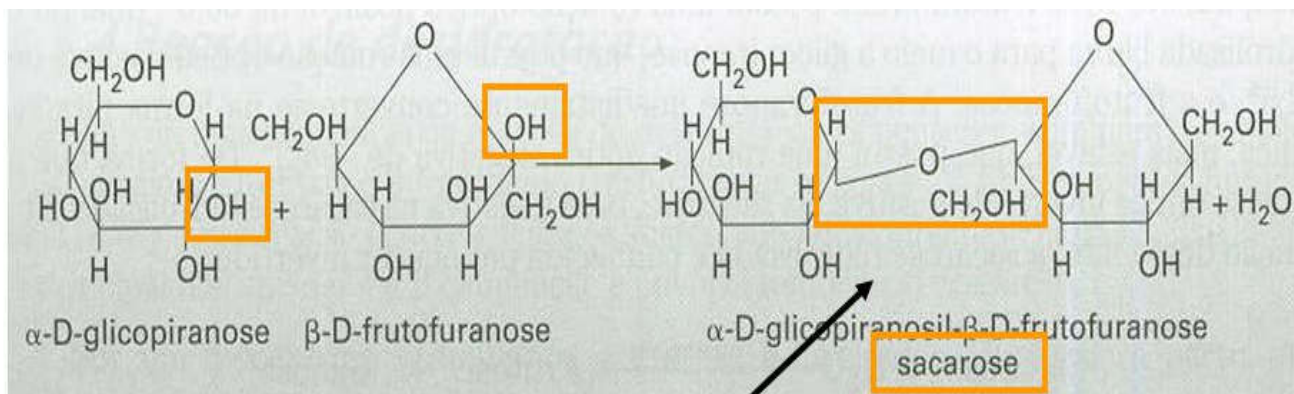
Açúcar Redutor
(glicose, frutose,
maltose ou lactose)

Coloração de verde a castanho no teste de Benedict devido à reação de redução do íon Cu^{2+} .



Esse fenômeno é justificado pela seguinte reação:





Fonte: Fartaria (2015)

A sacarose não é redutor porque os grupos redutores da glicose e da frutose estão na ligação, ou seja, a sacarose não tem o grupo redutor livre.

A determinação de açúcares redutores tem grande aplicabilidade industrial:

No controle de qualidade envolve a caracterização das matérias primas para fins de processamento, e verificação se determinado produto está dentro dos parâmetros e padrões exigidos pela legislação.

Na indústria açucareira, serve para controlar se o açúcar, a sacarose, quando hidrolisado sofreu processo de redução, que não é tão facilmente percebido no acompanhamento do processo.

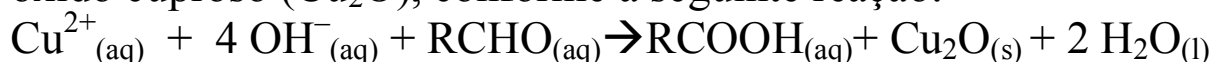
Também é utilizado no acompanhamento do processo de fermentação, que permite verificar as taxas de consumo de açúcar pelo microorganismo, necessário para a compreensão da cinética do processo.

Material 7 - Roteiro experimento para Teste de Benedict (pode ser demonstrativo ou realizado em grupo pelos alunos)

Ficha de observação: Pesquisa sobre sacarídeos redutores

O que são açúcares redutores? São carboidratos capazes de reduzir sais de cobre (se oxidam na presença de agentes oxidantes) em soluções alcalinas.

O que é o Reagente Benedict? É o reagente químico (de cor azulada), geralmente utilizado para detectar presença de açúcares redutores. Ele consiste, basicamente, de uma solução de sulfato cúprico (CuSO_4) em meio alcalino que em presença de um agente redutor apresenta uma coloração que pode ir de verde a castanho alaranjado devido a formação do óxido cuproso (Cu_2O), conforme a seguinte reação:



Material e reagentes

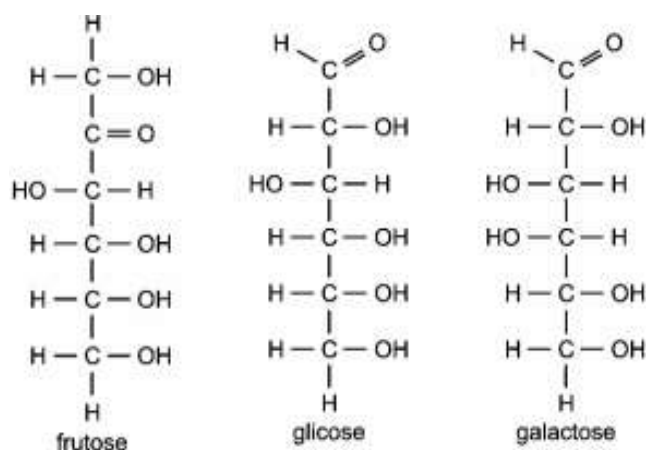
- Meio copo americano de água
- Conta-gotas
- Pregador grande de madeira
- Tubo de ensaio
- Bico de Bunsen (ou outra fonte de calor)
- Sal de frutas Eno®
- 2 g de hidróxido de sódio
- $\frac{1}{2}$ colher de chá de sulfato decobre
- Uma colher de chá rasa do material a ser testado.

Procedimento

Parte I – Preparação do reagente Benedict

Parte II - Experimento

- 1 - Prepare uma sequência de tubos de ensaio contendo, em cada um, 1 ml do alimento a ser testado. Identifique cada material.
- 2 - Adicionar 2 ml do reagente de Benedict a cada um dos tubos.
- 3 - Observar se há alguma mudança e registrar.
- 4 - Aquecer em banho-maria fervente (ou em outra fonte de calor) durante 5 minutos
- 5 - Observar o que acontece e descrever os resultados.



Alimento/produto	Antes de aquecer	Após aquecer
Branco	<i>Negativo (azul)</i>	<i>Negativo (azul)</i>
Refrigerante comum		
Refrigerante zero		
Adoçante		
Açúcar cristal		
Suco de laranja		
Gelatina comum		
Gelatina diet		
Mel		
Melado		

- A partir das estruturas químicas apresentadas e dos resultados do experimento descritos na tabela, formule uma hipótese para explicar o fenômeno ocorrido na prática experimental.
- Qual (is) do (s) açúcar (es) apresentados nas estruturas químicas são açúcares redutores?
- Qual característica principal um açúcar deve ter para ser considerado redutor?
- Qual a diferença estrutural entre cetoses e aldoses?
- Por que o teste com reagente de Benedict na urina é positivo para pessoas diabéticas?

7.5 Diabetes

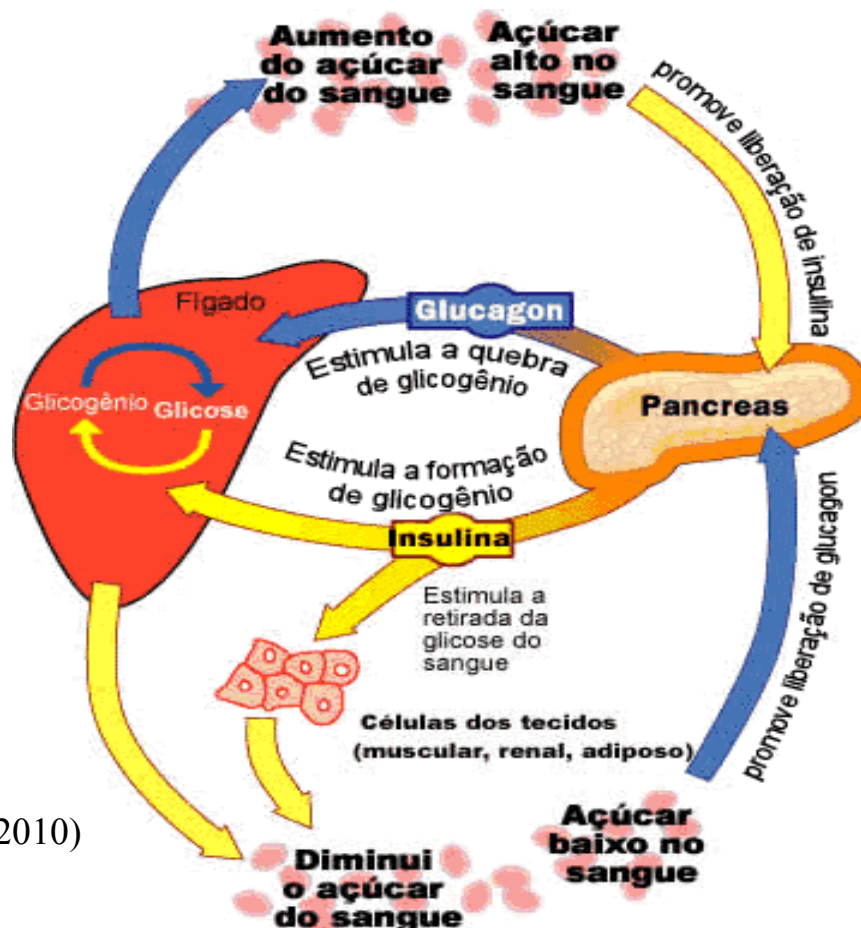
A bioquímica do açúcar foi tratada de forma a estabelecer conexões com a saúde a partir de uma palestra com uma enfermeira da rede municipal de saúde. Muitos estudantes relataram ter familiares com diabetes, enriquecendo as discussões sobre o metabolismo da glicose no organismo. Vários tópicos sobre o assunto foram destacados durante o diálogo, tais como aspectos relacionados aos diabetes tipo I e tipo II, formas de tratamento, ação da insulina no organismo, exames para detecção da doença, prevenção, diabetes gestacional, entre outros. A enfermeira utilizou o modelo "chave-fechadura", proposto por Emil Fischer, em 1894, para explicar a ação biológica que ocorre no organismo de uma pessoa com diabetes, sendo a insulina a “chave”, isto é, o ligante necessário para abrir a “fechadura” da célula receptora.

Este momento propiciou também um aprofundamento sobre os aspectos relevantes da bioquímica que auxiliam no entendimento da doença, proporcionando um estudo sobre a glicogênese, glicogenólise, gliconeogênese, metabolismo da insulina e glucagon, por exemplo. Ao final da discussão a enfermeira realizou o teste de glicemia em alguns alunos a partir de um glicosímetro.

Para possibilitar organização do conhecimento sobre Diabetes, foi elaborado e distribuído um material com questões científicas e sociais pertinentes ao tema.

Material 8 - Refletindo sobre a Diabetes

A partir do esquema abaixo e das discussões realizadas com o profissional da saúde, responda:



Fonte: Filho (2010)

1. O hormônio insulina ajuda a glicose que está no sangue a entrar nas células, onde será utilizada como fonte de energia. Na falta deste hormônio, a glicose se acumula no sangue provocando uma doença conhecida como diabetes melitus. O hormônio insulina é produzido:

a) no fígado b) na tireoide. c) no pâncreas.

2. Os riscos do consumo exagerado de açúcar são vários, destacando-se:

- a) o aumento das chances de desenvolver cárie, obesidade e diabetes.
- b) diminuição do índice glicêmico no sangue
- c) aumento da disposição física para praticar esportes.

3. Como é o funcionamento de ação da insulina e do glucagon para o controle de glicemia no organismo?

4. Quais são os sintomas da diabetes? Quais os tipos da doença?

7.6 Tecnologia de produção de açúcar

Para fomentar discussão sobre os aspectos históricos da produção de açúcar e da relação de trabalho da mão-de-obra escrava, resgatando conhecimentos prévios da disciplina de História, inicialmente foi exibido o vídeo² “500 anos: o Brasil - colônia na TV - ep. 02 - cana de mel, preço de fel”. Esse vídeo permitiu reflexão sobre o Ciclo da Cana-de-Açúcar no Brasil, no período colonial, quando o açúcar era produzido nos engenhos, pelos escravos africanos. Vários aspectos relacionados a tecnologia daquela época foram tratados, como por exemplo os engenhos do tipo trapiche, movidos por cavalos, bois, força hidráulica ou humana; as técnicas e instrumentos do fabrico de açúcar, etc. Além disso, os aspectos sociais desse contexto também foram abordados e a partir das discussões, os próprios alunos lembraram do trabalho dos bóias-frias, que em certos lugares do país, ainda estão sujeitos à situações de trabalho análogas à escravidão. Nesse sentido, como sugestão para uma possível reaplicação dessa atividade, a fim de potencializar a discussão, cabe a inclusão de reportagens no contexto regional/estadual (G1-GLOBO, 2016; FOLHA VITÓRIA, 2014) e a exibição de documentários nacionais sobre os trabalhadores nos canaviais (TV Brasil, 2015).

O tema do racismo também foi citado pelos estudantes como herança da escravidão. Essa valorização sobre a história e a cultura do povo

² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=I21FPi3XjUE>>.

afrodescendente está em consonância com a Lei n 10.639/2003 que incluiu a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira” no currículo oficial da rede de ensino. Assim, foi possível desenvolver a temática de maneira interdisciplinar, fazendo com que o ensino da história africana saia do papel e que os alunos tomem consciência das contribuições do povo negro nas áreas social, econômica e política do Brasil, potencializando também a formação de valores, uma vez que o racismo e a desigualdade social são problemas que ainda vigoram no país e esses debates dentro do âmbito educacional, podem vir a auxiliar ou ao menos minimizar atitudes preconceituosas naquela realidade educacional. Posteriormente um vídeo³ sobre Processo Industrial de Açúcar e Etanol também foi apresentado, de modo a permitir a compreensão da importância da tecnologia no contexto industrial atual. Em seguida foi feita uma comparação entre o fabrico artesanal de açúcar nos engenhos do período colonial e a produção em escala industrial feita nas usinas sucroalcooleiras.

Como material complementar, foi distribuído um exercício sobre o contexto histórico e social da produção de açúcar, com questões contextualizadas e diversificação de linguagens (poema, narrativas de livros históricos, etc.)

³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ghr98yLVoiY>>

Assim, fez-se o estudo das etapas de produção de açúcar na indústria, bem como o funcionamento das moendas, funções de demais máquinas, termos específicos sobre a temática (caldo primário, caldo secundário, caldo misto, caldo caleado, caldo sulfitado, pureza, xarope, edulcorantes, inversão, brix, etc.). No geral, foram estudadas 10 etapas do processo de fabricação realizadas nas usinas de açúcar, a saber: lavagem da cana, extração do caldo, pré-tratamento, sulfitação, caleagem, decantação, filtração, evaporação, cristalização, centrifugação e secagem.

Como forma de organizar o conhecimento, de forma dinâmica e descontraída, foi aplicado um jogo do tipo dominó, elaborados pelos pesquisadores, intitulado “Da cana ao açúcar”. Essa atividade lúdica permitiu a argumentação dos alunos frente aos conhecimentos científicos e teóricos estudados anteriormente. Assim, criar ferramentas didáticas a fim de atender a demanda do público-alvo e da temática abordada é uma alternativa para os docentes de Ciências.

Material 9 – Estudo sobre o contexto histórico e social da produção de açúcar

DIVERSIFICANDO LINGUAGENS

TEXTO 1

O açúcar

Na sua faixa litorânea, o Nordeste representou o primeiro centro de colonização e urbanização da nova terra. A atual situação do Nordeste não é fruto da fatalidade, mas de um processo histórico. Até meados do século XVIII, a região nordestina, que era designada como o “Norte”, concentrou as atividades econômicas e a vida social mais significativa da colônia [...].

FAUSTO, Boris. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp/FDE, 2001. p. 76-78.

TEXTO 2

A sociedade do açúcar

A economia açucareira criou no Brasil uma sociedade de senhores e escravos, cujos valores éticos, étnicos e morais ponteiavam a atualidade. Sociedade autoritária, aristocrática e violenta, onde se tocavam antípodas: o açúcar era branco, o trabalho era negro. Havia doçura nas mesas e sofrimento nos engenhos; riqueza nas casas-grandes e miséria nas senzalas. O poderoso senhor de engenho ocupava o ápice da pirâmide social, sobre a imensa massa de escravos africanos. Condiçãoava-se um tipo patriarcal de vida e a formação de comunidades caracterizadas por uma estrutura social rigidamente estratificada, onde as grandes distâncias sociais eram acentuadas pelos componentes étnicos.

FERLINI, Vera Lúcia do Amaral. **A civilização do açúcar**. São Paulo: Brasiliense, 1988. p. 78-79.

1. Qual o primeiro produto cultivado no Brasil após o domínio da Coroa Portuguesa?
2. O que era engenho?
3. Que tipo de mão de obra era utilizado?
4. Qual era a estrutura da produção?
5. Com relação à estrutura social no nordeste açucareiro colonial, assinale apenas as alternativas corretas.

- a) () Não havia trabalhadores livres.
- b) () O senhor de engenho estava no topo da pirâmide social.
- c) () As mulheres ocupavam altos cargos de mando.

- d) () A base da pirâmide social era formada por escravos e indígenas.
- e) () A escravização africana e o tráfico de escravizados foram atividades bastante lucrativas para a Coroa portuguesa.
- f) () O número de escravizados africanos trazidos para o Brasil foi muito menor do que para outras regiões da América.
- g) () Os escravizados africanos foram mão de obra nos engenhos, nas minas de ouro, em atividades agrícolas, na criação de animais, no transporte de mercadorias, no comércio e em serviços domésticos.
- h) () As mulheres escravizadas desempenharam diversas funções, como mucamas, amas de leite e vendedoras nas ruas.
- i) () Os africanos foram trazidos para o Brasil em navios confortáveis, o que garantia que chegassem bem nutridos e prontos para o trabalho.

Para discussão:

1. Monte um esquema que represente como era organizada a sociedade colonial açucareira.
2. Em filmes, novelas e minisséries que retratam o universo dos engenhos, os senhores são representados como no texto? Explique.
3. No Brasil de hoje, existem grupos sociais marginalizados ou considerados excluídos? Explique.

Para pesquisar:

1. Uma das formas de resistência à escravidão eram as fugas. Muitos dos que fugiam formaram esconderijos na mata que ficaram conhecidos como quilombos, onde se reuniam centenas de pessoas – os quilombolas. Atualmente, as chamadas comunidades remanescentes de quilombos existem em praticamente todos os estados brasileiros. O levantamento da Fundação Cultural Palmares, do Ministério da Cultura, mapeou 3.524 dessas comunidades. De acordo com outras fontes, o número total de comunidades remanescentes de quilombos pode chegar a cinco mil. Quais as diferenças entre os quilombos do Brasil colonial e os atuais?

2. O Brasão do Espírito Santo foi instituído por Decreto-Lei, em 24 de julho de 1947, e é obrigatoriamente impresso em todos os papéis oficiais do Governo do Estado. Por que há um ramo da cana-de-açúcar (à esquerda) no brasão?



TEXTO 3

O açúcar

Este açúcar era cana
e veio dos canaviais
extensos
que não nascem por acaso
no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde
não há hospital
nem escola,
homens que não sabem ler
e morrem de fome
aos 27 anos
plantaram e colheram a
cana que viraria açúcar.

Em usinas escuras,
homens de vida amarga e dura
produziram este açúcar
branco e puro
com que adoço meu café esta manhã em Ipanema.

a) De acordo com o poema, como é o lugar em que o açúcar é produzido?

b) Como são os homens que produzem o açúcar? Em sua opinião, por que eles são assim descritos?

c) O poeta compara a vida dos trabalhadores com algumas características do açúcar. Essa comparação mostra semelhanças ou diferenças entre elas? Por quê?

d) As condições de vida dos trabalhadores que produzem açúcar atualmente mudaram em relação as dos escravos dos engenhos coloniais? Explique.

Material 0 - Etapas da produção de açúcar a nível industrial (nas Usinas Sucroalcooleiras)

Lavagem e limpeza da cana: O resíduo de folhas é retirado e a cana passa por uma lavagem para eliminação de sujeiras da área de plantio.

Extração: Feita usualmente pelo esmagamento da cana por rolos das moendas que exercem uma forte pressão sobre a cana.

Extração por difusor: Ocorre pelo princípio da osmose. A sacarose adsorvida ao material fibroso é diluída e removida por lixiviação ou lavagem num processo de contra-corrente.

Pré-tratamento: Tem como objetivo a máxima eliminação das impurezas insolúveis (areia, argila, bagacilho, etc.). Beneficia o processo e aumenta a vida útil dos equipamentos

Tratamento químico: Visa principalmente a coagulação, floculação e precipitação de impurezas solúveis, que são eliminadas por sedimentação.

Sulfitação: Consiste na absorção do SO_2 , pelo caldo, baixando o seu pH original a 4 e 4,5. Tem como objetivo a redução de cor, eliminação de colóides e diminuição da viscosidade do caldo.

Caleagem: Trata-se do processo de adição de leite de cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ao caldo, elevando seu pH a valores da ordem de 6,8 a 7,2. Tem como objetivo neutralizar o pH do caldo.

Decantação: Etapa de purificação do caldo, pela remoção das impurezas floculadas nos tratamentos anteriores. As impurezas sedimentadas (concentração de sólidos), constituem o lodo que é retirado pelo fundo.

Filtração (do lodo): Etapa que visa recuperar o açúcar contido no lodo.

Evaporação: Constitui o primeiro estágio de concentração do caldo tratado. O caldo que tem cerca de 85% de água, passa a ter 40% em água, depois desse processo, tornando-se um xarope grosso e amarelado.

Cristalização: O xarope produzido passa por um processo de cozimento. Nesta etapa, o xarope é concentrado sob vácuo, até atingir certo grau de supersaturação.

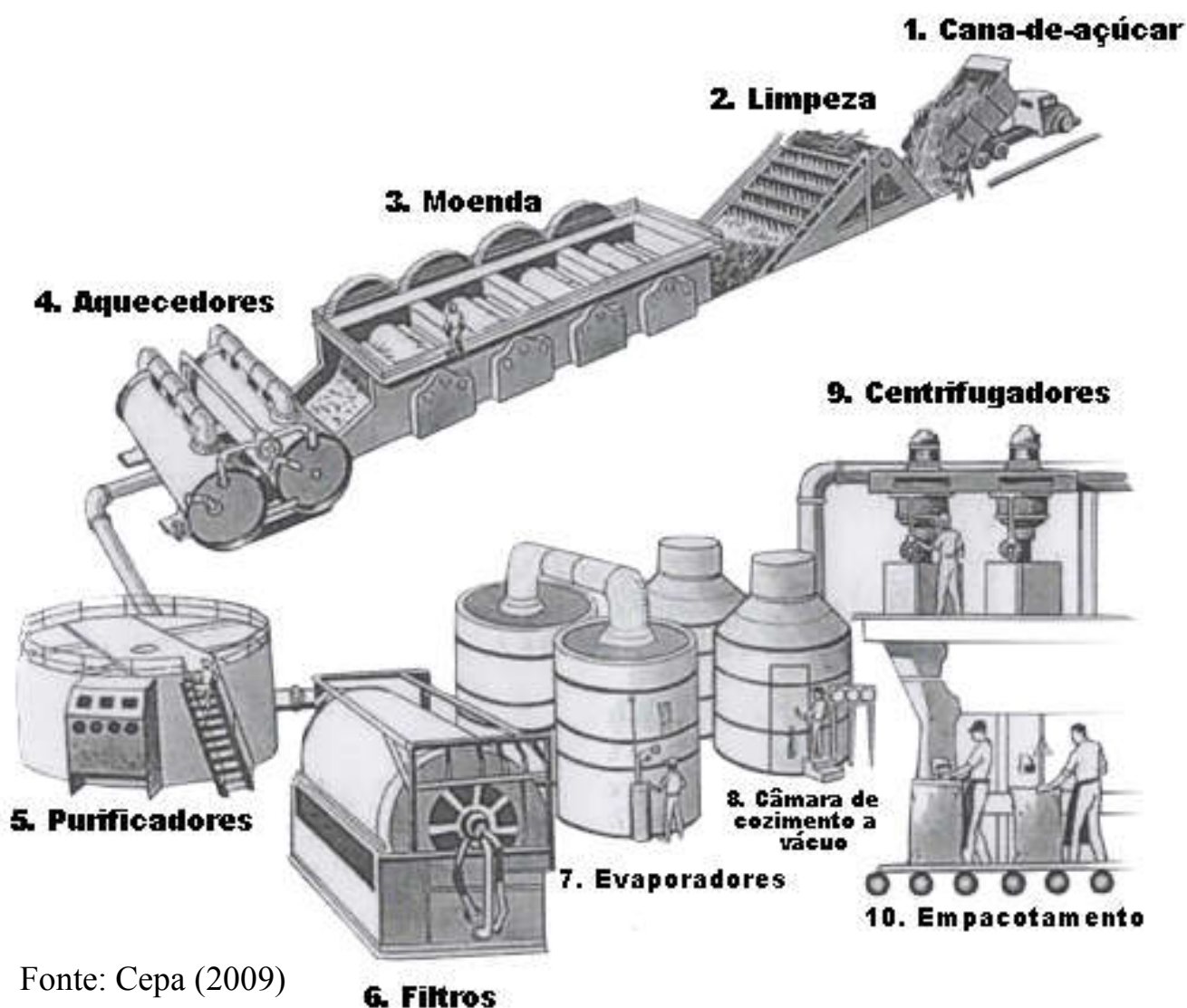
Centrifugação: Processo de separação do licor-mãe dos cristais de açúcar. O equipamento é constituído por um cesto perfurado, fixado a um eixo e acionado por um motor que o gira a alta velocidade.

Secagem: Etapa que tem por objetivo corrigir a umidade do açúcar, que inicialmente está entre 0,5% e 2% para valores entre 0,1% e 0,2%, obtendo uma melhor conservação do açúcar.

Empacotamento: O açúcar é armazenado de acordo com o mercado: ou em sacos de 100 kg para envio a empresas do ramo, ou em embalagens que vão diretamente do mercado para o consumidor (1 kg, 5 kg, 10 kg).

ETAPAS INDUSTRIAIS DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

A produção do açúcar nas usinas sucroalcooleiras perpassa por várias etapas de níveis industriais, ou seja, em dimensões e quantidades muito grandes para atender demandas nacionais e de exportação. Geralmente, são 10 etapas, que variam dependendo das especificidades do produto e dos padrões da empresa.



Dinâmica: Dominó “Da cana ao açúcar”

A partir das informações da aula, pratique o seu conhecimento sobre a fabricação industrial de açúcar por meio de um jogo de associação entre as etapas e seus respectivos conceitos/funções.

Material 11 - Jogo de dominó “Da cana ao açúcar”



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

7.7 A produção artesanal de açúcar mascavo e a comercialização do caldo de cana

Como etapa de planejamento e organização da saída a campo, o pré-campo, compreendeu momento para levantamento das informações gerais sobre a área de estudo, passadas instruções aos alunos e discutidas algumas questões gerais sobre o local a ser percorrido. A turma também fez o registro de perguntas que poderiam ser feitas durante a visita, com dúvidas que eles tinham sobre o processo de produção do açúcar e de extração do caldo de cana para comercialização.

Também foi realizado um debate sobre Educação Ambiental, permitindo que os alunos externalizassem suas concepções sobre o Meio Ambiente. Inicialmente, foi perguntado para os discentes o que lhes vinha à cabeça quanto ao conceito de natureza e ambiente. As respostas mais comuns tinham relação direta com o âmbito ecológico, evidenciando uma compreensão naturalista. A partir daí, o material a seguir, que contempla fragmentos de textos que versam sobre uma educação ambiental intrínseca ao contexto social e humano, foi entregue para turma, a fim de desmistificar essa concepção superficial, e buscar aproximações com uma educação ambiental emancipadora, a partir da resignificação de meio ambiente, compreendendo o homem como parte integrante e indissociável da natureza.

Material 12 - Texto para discussão pré-campo

Meio Ambiente e Sociedade. As relações Homem-Natureza

A contradição nas relações Homem-Natureza consiste principalmente nos problemas dos processos industriais criados pelo Homem. Esse processo é visto como gerador de desenvolvimento, empregos, conhecimento e maior expectativa de vida. Porém, o homem se afastou do mundo natural, como se não fizesse parte dele. Com todo esse processo industrial e com a era tecnológica, a humanidade conseguiu contaminar o próprio ar que respira, a água que bebe, o solo que provém os alimentos, os rios, destruir florestas e os habitats animais. Todas essas destruições colocam em risco a sobrevivência da Terra e dos próprios seres humanos. O elevado índice de consumo e a consequente industrialização esgotam, ao longo do tempo, os recursos da Terra, que levaram milhões de anos para se compor. Muitos desastres naturais são causados pela ação do homem no meio ambiente. Ao contrário de muitos, que pensam que a natureza é violenta; pode ser, mas seu maior agressor é o homem, que não se deu conta de que deve sua existência a ela.

Fonte: BERRY, Thomas. O Sonho da Terra. Petrópolis: Vozes, 1991. Disponível em: <http://ecoviagem.uol.com.br/fique-por-dentro/artigos/meio-ambiente/meio-ambiente-e-sociedade-as-relacoes-homem-natureza-1316.asp>.

Educação ambiental e mudança social?

O que primeiro vem à cabeça quando ouvimos dizer “educação ambiental”? Uma prática educativa voltada à conservação e melhoria ambiental? Uma modalidade da educação que vincula a relação humana com a natureza, chamando a atenção para o desequilíbrio ambiental provocado pelas atividades humanas? Uma prática educativa que pleiteia uma mudança de comportamentos e atitudes ecologicamente corretas? Se concordamos com o exposto acima, então, o que “educação ambiental “ tem a ver com “mudança social”? Educação ambiental tem relação com concentração de renda? Com exclusão social? Com desigualdade? Justiça social? Ou por ser “ambiental”, essa educação tem compromisso apenas com a criação de uma ética e consciência ambiental? A mudança social, apesar de ser algo necessário, não parece ter muito a ver com a questão ambiental... Mas se a educação ambiental é uma prática pedagógica voltada para a criação de uma outra relação entre o ser humano e a natureza, como é possível haver uma educação ambiental, com responsabilidade social? Como é possível uma educação que é “ambiental” incorporar também a questão social? Como é possível juntar duas coisas que sempre vimos separadas? A questão se coloca é se a educação ambiental, da mesma forma que a educação, possui relações com a mudança social, seja na perspectiva da manutenção do *status quo* ou da transformação social.

Fonte: LAYRARGUES, Philippe Pomier. Educação ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. In: LOUREIRO, LAYRARGUES, CASTRO. Repensar a educação ambiental: um olhar crítico, 2009, p. 25.

Vamos refletir:

Qual a relação do cultivo de cana e da produção de açúcar com as questões ambientais?

O que é desigualdade ambiental?

O que é cultura? Como ela influencia o meio ambiente?

Nós temos posturas críticas frente às problemáticas socioambientais ao nosso redor que resultam em mudança de atitude e comportamento?

Os problemas ambientais estão cada vez mais sendo discutidos na mídia e na sociedade, porém, os índices de agressão ao meio ambiente continuam a crescer, com o desmatamento, queimadas, poluição de rios, aumento da geração de lixo, etc. Por que isso acontece?

Para que a sociedade adquirira consciência ecológica é necessário haver mudança social e mudança cultural?

Por que a polarização de acesso ao poder influencia na desigualdade socioambiental?

Vocês acham que a educação e a escola podem contribuir para a promoção de uma educação ambiental que resulte em transformação social?

Quais os impactos ambientais da produção de açúcar das usinas sucroalcooleiras para a sociedade e para a natureza?

A produção de açúcar mascavo em Ibiraçu pode provocar impactos para o meio ambiente? Se sim, quais?

Diariamente, as lanchonetes de Ibiraçu produzem uma grande quantidade de bagaço depois da extração do caldo. Vocês sabem como é feito o descarte desse resíduo? Ele pode ser reaproveitado?

6. 8 Projeto Mascavo e o jogo “Caminhos do açúcar”

A última atividade da intervenção pedagógica contemplou um jogo de tabuleiro elaborado pelos autores, intitulado “Caminhos do açúcar”. O jogo foi montado em consonância com os tópicos discutidos no projeto, abarcando o contexto local, os aspectos econômicos, históricos, científicos, culturais e ambientais pertinentes à temática de produção de açúcar. As perguntas foram construídas com base nos conteúdos trabalhados no projeto, perpassando por várias áreas do conhecimento, a saber: química, biologia, geografia, entre outros. Além disso, algumas questões do Enem, que tinham relação com as temáticas supracitadas foram adaptadas de modo a compor o quadro de perguntas do jogo. Durante o jogo, observou-se que os estudantes conseguiram aplicar o conteúdo estudado para responder as perguntas e desenvolver a atividade lúdica.

Figura 11. Exemplo de carta do jogo.



Verso

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A cana é uma fruta?

- a) Sim, já que a característica principal das frutas é o sabor adocicado.
- ☒ b) Não, ela pertence ao gênero *Saccharum*, família das gramíneas.
- c) Não, ela é um caule oco, assim como o bambu.

Frente

83

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo cultural, foi possível suscitar nos estudantes o interesse científico a partir de abordagem interdisciplinar.

De acordo com Fazenda (2002), na palavra interdisciplinar está contida a proposição de ligação, que indica a conexão entre as disciplinas, territórios delimitados, e a possibilidade de intercâmbio e o ir e vir entre elas. Na perspectiva de integração entre as disciplinas, o trabalho buscou encadeamento com os assuntos descritos no Quadro X. Esses conteúdos foram contemplados nas discussões, dinâmicas, leituras e jogos realizados. Para uma possível reaplicação, ressalta-se a importância do planejamento do professor, que poderá estabelecer essas conexões entre as disciplinas de forma intrínseca ao contexto da sua intervenção pedagógica.

O tema sociocientífico de produção de açúcar mascavo promoveu debates a partir de experiências cotidianas, imagens, uso da internet e visitas guiadas, articulando conteúdos de ciências da natureza e questões socioculturais, socioambientais, sociofilosóficas, socioeconômicas, sociohistóricas, entre outras, concordante com Sadler (2011), o que evidenciou a correlação da prática pedagógica com a educação CTS/CTSA De acordo com Reis e Galvão (2008), esse fato deve ter promovido reflexões sobre conceitos, crenças, valores, mitos, entre outros.

Quadro 5. Disciplinas e conteúdos articulados durante o projeto.

Disciplinas	Conteúdos
Química	Separação de misturas, pH, soluções, concentração, carboidratos (estrutura molecular da sacarose, frutose e glicose), processo de evaporação e cristalização. Processos de clareamento do caldo de cana. Oxidação (escurecimento do caldo de cana). Tipos de açúcar, Açúcares substitutos; Funções orgânicas. Composição química dos agrotóxicos. Identificação de açúcares redutores.
Biologia	Classificação biológica da cana-de-açúcar, morfologia, fases de desenvolvimento, melhoramento genético, mecanismo de ação da insulina, glicose e glicogênio, diabetes, agrotóxicos e saúde.
Física	Pressão mecânica dos rolos da moenda sobre a cana, viscosidade, temperatura, força centrífuga.
História	Ciclo da Cana-de-Açúcar no Brasil Colonial, mão-de-obra escrava, a travessia do Oceano Atlântico por navios negreiros.
Geografia	Agricultura, êxodo rural (bóias-frias), importação e exportação, a produção de cana-de-açúcar no Brasil e no mundo, volume de água utilizada nas indústrias, preservação dos solos, uso de defensivos agrícolas e fertilizantes, clima adequado para plantio da cana-de-açúcar, localização das usinas de açúcar e bioetanol no Brasil, indústrias sucroalcooleiras no Espírito Santo,
Matemática	Análise de gráficos e tabelas sobre ranking mundial de produção de açúcar, uso de agrotóxicos, participação da cana em relação à outras plantas no Brasil. Pesquisa de informações nutricionais em embalagens de alimentos para levantar teores de açúcar (regra de três).
Português	Literatura no período do século XVII. Estudo e interpretação de textos diversificados sobre o Brasil Colonial. Poema “O açúcar” de Ferreira Gullar. Análise de reportagens e periódicos.
Artes	Arte Colonial Brasileira; artistas que se dedicaram a retratar as cenas das fazendas e engenhos: Fran Post (século XVII), Debret (século XIX) e, já no século XX, Cícero Dias e Vicente do Rego Monteiro; arte e arquitetura religiosa.
Sociologia	Questão ambiental e movimentos ambientalistas; Conflitos sociais. Racismo no Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

No que diz respeito ao o enfoque do estudo cultural de Latour e Woolgar (1997), foi possível estabelecer relações entre Ciência, Tecnologia e Cultura com a prática de produção de açúcar, de maneira crítica e interdisciplinar, num contexto social, promovendo a compreensão dos aspectos fenomenológicos da construção social da Ciência & Tecnologia.

O primeiro correspondeu à temática-problema, enquanto o segundo olhar da análise correspondeu aos aspectos teóricos dos fenômenos científicos que produziram elos históricos entre conteúdo científico e contexto social.

O terceiro olhar da análise correspondeu à prática de produção de açúcar mascavo partindo do caldo de cana, na cidade de Ibirapu/ES, quando se percebe os aspectos socioculturais e socioeconômicos, além dos aspectos tecnológicos e sociocientíficos do processo.

Finalmente, o quarto olhar da análise que correspondeu aos debates produzidos com a pesquisadora, a enfermeira, o funcionário da lanchonete, os produtores de açúcar, que são pessoas de notório saber, testemunhados pelos estudantes do ensino médio. Essa etapa, sem dúvida, consistiu na materialização dialética do conhecimento produzido ao longo de toda a prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

ABREU, R.; LOPES, A. R. C. **A Integração Curricular Na Área de Ciências Da Natureza, Matemática e suas Tecnologias Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para todos**. Tradução de Maria Teresa Oliveira. 1a. Edição. Mangualde - PT: Edições Pedagogo. 2009.

ANVISA. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 360**: Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília, 23 de dezembro de 2003. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059&word> >. Acesso em: 16 fev. 2017.

BORGES, E. A Inclusão da História e da Cultura Afro-brasileira e Indígena nos Currículos da Educação Básica. **R. Mest. Hist.**, Vassouras, v. 12, n. 1, p. 71-84, jan./jun., 2010.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais**. Brasília – DF: Ministério da Educação, 2013.

BRASIL. Lei n 10.639 de 09 de janeiro de 2003. Inclui a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira” no currículo oficial da rede de ensino. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Projeto de Lei do Plano Nacional de Educação (PNE 2011/2020)**. PL n. 8.035 /2010. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010b.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio)**: Bases Legais. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, v. 1, 1999.

BRASIL. **Planejando a Próxima Década: Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação**, 2014.

CEPA - CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA. **Produção de álcool**. 2009. Disponível em
<<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo1B/palcooll.html>> Acesso em :03 fev. 2017.

CHEMELLO, E. A Química na Cozinha apresenta: O Açúcar. **Revista Eletrônica ZOOM da Editora Cia da Escola** – São Paulo, Ano 6, nº 4, 2005.

CNF – CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS. **Decreto pode reduzir informação sobre alimentos transgênicos**. 29/08/2017. Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/index.php/decreto-pode-reduzir-informacao-sobre-alimentos-transgenicos/>> Acesso em: 03 fev. 2017.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Educação. Guia de implementação/Secretaria da Educação. (**Currículo Básico Escola Estadual**), Vitória: SEDU, 2009.

FARTARIA, G. T. A. **Carboidratos**. 2015. Disponível em
<<http://slideplayer.com.br/slide/5670864/18/images/35/Dissacar%C3%ADdeo+n%C3%A3o+reduzidor.jpg>> Acesso em: 03 fev. 2017.

FAZENDA, I. C (org.) **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. 2. ed. - São Paulo : Cortez, 2002.

FAZENDA, I. C. (Org.). **O que é interdisciplinaridade?**. São Paulo: Cortez, 2008.

FAZENDA, I.C. (Org.). **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** São Paulo: Loyola, 1979.

FILHO, H. R. F. **Diabetes mellitus**. 01/02/2010. Disponível em
<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=16578>> Acesso em: 03 fev. 2017.

FOLHA VITÓRIA. **Espírito Santo ocupa 2º lugar em ranking do trabalho escravo no país**. 2014. Disponível em:
<<http://www.folhavitória.com.br/policia/noticia/2014/07/espírito-santo-ocupa->

2-lugar-em-ranking-do-trabalho-escravo-no-pais.html> Acesso em: 04 abr. 2017.

FRAGOSO, J. L. R.; GOUVEIA, M. F. **O Brasil Colonial**. Volume 02. Editora Civilização Brasileira. 2015. 588 p.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

G1-GLOBO. **Trabalho análogo ao escravo é flagrado em fazenda de café no ES**. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/07/trabalho-analogo-ao-escravo-e-flagrado-em-fazenda-de-cafe-no-es.html>> Acesso em: 2 abr. 2017.

GOMES, B.V. **Conjuntura e Análise De Mercado** – Cana De Açúcar em Pernambuco. Companhia Nacional de Abastecimento: Conab, 2016.

HEMKEMEIER, D. **Açúcar: o que você precisa saber sobre cada um**. 16/05/2016. Disponível em <<http://www.deboranutricionista.com/orientacoes/acucar-o-que-voce-precisa-saber-sobre-cada-um/>> Acesso em: 03 fev. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município**, 2010 Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=320250>>. Acesso em: 10 set. 2016.

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

LEITE, S. Q. M.; (Org.). **Práticas Experimentais Investigativas no Ensino de Ciências**. 1a. Edição. Vitória - Espírito Santo: Editora Ifes. 2012.

MACHADO, C. J. A invenção científica segundo o modelo da sociologia dos cientistas e os social studies of science. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.58, n.3, 4-5, 2006.

Machado, S. S.; **Tecnologia da Fabricação do Açúcar** – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MARTINS, E. M.M.; WORTMANN, M. L. C. Estudos culturais da ciência e educação: uma revisão dos estudos neste campo articulatório. Colóquio Ulbra de extensão, pesquisa e ensino. **Anais do 1º Encontro ULBRA de Bolsistas CNPq e FAPERGS**, Universidade Luterana do Brasil, agosto 27, 2015 – agosto 27, 2015.

NORONHA, J. F.; RODRIGUES, I.; JESUS, S. **Produção de açúcar mascavo**. Instituto Politécnico de Coimbra - Escola Superior Agrária de Coimbra, 2008.

PMI – Prefeitura Municipal de Ibiracu. **Informações sobre o município de Ibiracu e sua administração**. Disponível em: <<http://www.ibiracu.es.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. de 2016.

PORFÍRIO, D. M.; OLIVEIRA, E. **A química dos adoçantes**. 2006. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/quimica_viva__a_quimica_dos_adocantes> Acesso em: 03 fev. 2017.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education For Citizen: Teaching Socio-Scientific Issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. G.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciência**. v. 7, n. 3. 2008.

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

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 14 (2), p. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendência e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

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

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em Ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 1, p. 133- 147, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/10.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2017.

SITE ROTULAR. **Rotulagem para Alimentos**. 21/01/2015. Disponível em: <<http://rotulagemparaalimentos.blogspot.com.br/>> Acesso em: 03 fev. 2017.

SOLOMONS, T.W.G.; FRYHLE, C.B. **Química orgânica**: volume 2. 7 ed. vol 2, LTC: Rio de Janeiro, 2001. 474 páginas

TETTI, L. **Países e regiões produtores de cana-de-açúcar no mundo**. 2005. Disponível em <<http://slideplayer.com.br/slide/290726/1/images/29/Pa%C3%ADses+%26+Regi%C3%B5es+Produtores+de+Cana-de-A%C3%A7%C3%BAcar+no+Mundo.jpg>> Acesso em: 03 fev. 2017.

TV Brasil. Migrantes da cana. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MNCYq61SI-Y>> Acesso em abr. 2017.

VIEIRA, L. **Pastel e caldo de cana são tradição em Ibiracú**. Disponível em: <<http://www.folhavitoria.com.br/entretenimento/blogs/elogoali/2015/03/pastel-e-caldo-de-cana-sao-tradicao-em-ibiracu/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

ZANON, D. A. V ; ALMEIDA, M. J. P. M. ; QUEIROZ, S. L. Contribuições da leitura de um texto de Bruno Latour e Steve Woolgar para a formação de estudantes em um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 56-69, 2007.

