

# **DO CALDO DE CANA AO AÇÚCAR: ESTUDO CULTURAL COM ENFOQUE CTS/CTSA NA EDUCAÇÃO QUÍMICA INTERDISCIPLINAR**

## **FROM CANE BRIBERY TO SUGAR: CULTURAL STUDY WITH STS/STSE APPROACH IN INTERDISCIPLINARY CHEMICAL EDUCATION**

**Raíza Carla Mattos Santana**

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática  
Instituto Federal do Espírito Santo  
raizacarlammattos@hotmail.com

**Vilma Reis Terra**

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática  
Instituto Federal do Espírito Santo  
terravilma@gmail.com

**Sidnei Quezada Meireles Leite**

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática  
Instituto Federal do Espírito Santo  
sidneiquezada@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi o de estudar os aspectos metodológicos de ensino e a educação CTS/CTSA promovida a partir da realização de uma sequência de ensino investigativo de química para debater a temática de produção de açúcar. Tratou-se de uma investigação qualitativa, apoiada em observações, entrevistas de grupo focal e relatos escritos. A intervenção de ensino envolveu 15 estudantes de ensino médio da Rede Estadual de Educação Básica do Estado do Espírito Santo. A prática pedagógica articulou três perspectivas metodológicas – questões sociocientíficas, três momentos pedagógicos e ensino de ciências por investigação, produzindo conexões entre conteúdos programáticos de química e o contexto local e regional. A educação CTS/CTSA foi alcançada a partir do estudo cultural sobre a construção social da Ciência & Tecnologia da produção artesanal de açúcar, abordando aspectos tecnológicos, sociocientíficos, sociocultural, socioeconômicos e socioambientais.

**Palavras chave:** educação química, ensino investigativo, produção de açúcar, tecnologia química, enfoque CTS/CTSA.

### **Abstract**

The objective of this work was to study the methodological aspects of teaching and the STS/STSE education promoted from the accomplishment of a sequence of research teaching of chemistry to discuss the theme of sugar production. This was a qualitative investigation,

supported by observations, focus group interviews and written reports. The teaching intervention involved 15 high school students from the State Basic Education Network of Espírito Santo State, Brazil. The pedagogical practice articulated three methodological perspectives - socio-scientific questions, three pedagogical moments and teaching of sciences by investigation, producing connections between programmatic contents of chemistry and the local and regional context. The STS/STSE education was reached through a cultural study about the social construction of Science & Technology in the artisanal production of sugar, addressing technological, socio-scientific, socio-cultural, socioeconomic and socioenvironmental aspects.

**Keywords:** chemical education, investigative teaching, sugar production, chemical technology, STS/STSE approach.

## Introdução

Segundo Frago e Gouveia (2015), a produção de açúcar no Brasil foi uma importante atividade socioeconômica de Portugal, no período colonial. 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. Mas essa prática ainda é realizada, mesmo em caráter artesanal em várias regiões do país, inclusive nas cidades do norte do Estado do Espírito Santo, como por exemplo na cidade de Ibirapu. Usando temáticas históricas relacionadas à produção de ciência & tecnologia, conforme Lima (2013), Filgueiras (1990) e Chassot (1996), é possível enriquecer conteúdos programáticos e correlacionar com o ensino de química. Neste trabalho, focamos numa intervenção pedagógica de Ciências da Natureza, abordando estudos culturais sobre a construção social da ciência e tecnologia, também chamado de educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA).

De acordo com Aikenhead (1997, 2009), a educação CTS/CTSA é fruto da produção de conhecimento científico e assume uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, tratada pelo autor como sendo a ciência transcultural, promovendo conexões de saberes na fronteira do conhecimento. Latour e Woolgar (1997) acrescentam que os estudos culturais produzidos a partir de temáticas locais e regionais envolvendo Ciência & Tecnologia, ultrapassam os limites da disciplina, e para serem bem-sucedidas devem envolver questões práticas, teóricas e, finalmente, debates com pessoas de notório saber.

Com a publicação da Medida Provisória nº 746/2016 (BRASIL, 2016), as práticas pedagógicas interdisciplinares ganharam maior importância para o ensino médio. Além disso, com relação ao Plano Nacional da Educação (PNE) e suas 20 metas estruturantes para a garantia do direito à educação básica com qualidade, ressaltam-se as metas 10 e 11 que relacionam o ensino médio ao contexto da educação profissional, considerando as demandas locais e regionais (BRASIL, 2014).

Reis e Galvão (2008) sugerem que sejam utilizados temas sociocientíficos para criar situações nas quais as pessoas sejam obrigadas a se posicionarem, provocando um processo de reflexão sobre seus conceitos, credos, valores, mitos e pensamentos. No nosso caso, procuramos estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e o não-formal, orientados por temas sociocientíficos (SADLER, 2011).

Nesse sentido, foram levantados alguns questionamentos, tais como, de que maneira uma intervenção pedagógica poderia ser desenvolvida articulando o espaço escolar e não escolar? De que maneira os aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioeconômicos, socioculturais e socioambientais podem ser entrelaçados pela temática “produção de açúcar”? Vale lembrar

que a pergunta serve como eixo condutor do trabalho, embora, algumas vezes, não se consiga responder completamente. Segundo Gil (2009, p. 59), as questões surgidas para o pesquisador servem como lembretes para conduzir entrevistas e observações, entre outras formas de coleta de dados.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar os aspectos metodológicos de ensino e a educação CTS/CTSA promovida a partir da realização de uma sequência de ensino investigativo de química para debater a temática de produção de açúcar. A intervenção de ensino foi planejada com base no método dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), articulada à perspectiva do ensino de ciências por investigação e das questões sociocientíficas.

## Metodologia

Tratou-se de uma investigação qualitativa, planejada à luz de Ludke e André (1986). Na tabela 1 está apresentado um resumo das técnicas e instrumentos empregados na coleta de dados durante a intervenção pedagógica. Neste trabalho, procuramos nos limitar a apresentar uma análise fenomenológica da intervenção pedagógica de química (Gil, 2009).

Investigação	Técnicas	Instrumentos
Investigação Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações.
	Inquéritos	Entrevista de grupo focal e rodas de conversas.
	Imagens	Fotografias como registro das dinâmicas.
	Relato oral e escrito dos estudantes	Anotações produzidas nos diários de bordo dos estudantes.

Tabela 1: Resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da sequência de ensino investigativa sobre a produção de açúcar no ensino médio.

Para estudar os aspectos metodológicos de ensino e a educação CTS/CTSA, foi planejada uma sequência de ensino investigativo (SEI) de química com base no método dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). O planejamento da prática de ensino levou em consideração a promoção de debates e aspectos teórico-práticas da produção de açúcar, perpassando por aspectos socioculturais e socioeconômicos do município de Ibirajú-ES. A prática pedagógica foi realizada de setembro a novembro de 2016, com encontros semanais de 100 minutos, além das visitas guiadas nos espaços de produção de açúcar. Os sujeitos da pesquisa foram 15 estudantes, com idade média de 17 anos, de uma turma da disciplina de química de uma escola da Rede Estadual de Educação Básica do Estado do Espírito Santo, situada no mesmo município. Para desenvolver a investigação, procurou-se seguir as recomendações do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa, com a autorização da diretora da escola, uso de termo de consentimento livre e esclarecido para uso dos depoimentos orais e escritos, além da autorização do uso da imagem.

A análise dos aspectos metodológicos do ensino foi baseada em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), Sadler (2011), Reis e Galvão (2008) e Solino e Gehlen (2014). Os aspectos da educação CTS/CTSA foram analisados com base nos pressupostos de Santos e Auler (2011), Aikenhead (2009) e Latour e Woolgar (1997), relacionados aos estudos culturais sobre a construção social da Ciência & Tecnologia, partindo de uma temática-problema relacionadas à vida cotidiana, aspectos da teoria, da prática, dos debates com pessoas de notório saber.

## Aspectos Metodológicos de Ensino

A tabela 2 apresenta um resumo do planejamento da sequência de ensino investigativo, intitulada “Da cana ao açúcar”, foi baseada em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), articulada à perspectiva do ensino de ciências por investigação e das questões sociocientíficas.

<b>Sequência de Ensino Investigativo (SEI)</b>			
<b>Título:</b>	“Da cana ao açúcar” - Produção de açúcar a partir do processo de cristalização em caldo de cana		
<b>Público Alvo:</b>	3º Ano do ensino médio		
<b>Questionamentos:</b>	Qual é a química e as propriedades organolépticas do açúcar? Qual é a importância do açúcar no segmento de alimentos no Brasil e no Estado do Espírito Santo? Qual é a história da produção de açúcar no Brasil, envolvendo aspectos de tecnologia, sociocultural, socioeconômico, sociocultural e socioambiental?		
<b>Objetivos:</b>	Promover atividades investigativas sobre a produção de açúcar, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem de química e contribuindo para apropriação de conhecimentos inter/transdisciplinares das ciências da natureza.		
<b>Conteúdo e Método</b>			
<b>Momento</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Dinâmica</b>
<b>Momento 1: Problematização (6 aulas)</b> Avaliação 1. Avaliação Individual com a produção textual dos debates iniciais.	Motivar o estudante para busca do conhecimento relacionado à produção de açúcar em escala de laboratório.	Aspectos locais e regionais relacionados ao caldo de cana e ao açúcar.	Roda de conversa sobre a tradição das lanchonetes da cidade Ibirajuba – ES, na BR 101, com o Pastel e o Caldo de Cana.
	Conhecer aspectos da saúde sobre o consumo de açúcar.	Aspectos positivos e negativos da saúde relacionados ao consumo de açúcar, tais como diabetes e doenças associadas.	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.
	Conhecer aspectos históricos do Brasil Colonial relacionados à produção de açúcar.	Aspectos sócio-históricos, socioculturais, socioeconômicos e socioambientais da produção de açúcar, mão de obra escrava de afrodescendentes, produção artesanal e industrial.	Exibição de vídeo sobre o Ciclo da Cana-de-Açúcar – Abordando a história do Brasil Colônia.
<b>Momento 2: Organização do conhecimento (8 aulas)</b> Avaliação 2. Avaliação Individual com a produção textual das aulas de química.	Reconhecer a produção de açúcar a partir de caldo de cana. Promover questões investigativas sobre a produção de açúcar, propiciando a investigação científica e a formulação de hipóteses.	Produção de açúcar a partir de caldo de cana. Processo de evaporação e cristalização. Alguns aspectos socioeconômicos, socioculturais e socioambientais. Química do Açúcar (Carboidratos, Tipos de açúcar, Açúcares substitutos; Funções orgânicas).	Aula expositiva e dialogada com auxílio de apresentação de slides. Estudos com auxílio de consultas na Internet e artigos científicos.
<b>Momento 3: Aplicação do conhecimento (4 aulas)</b> Avaliação 3. Avaliação em grupo com o desenvolvimento de relatório de prática.	Observar e conhecer algumas variáveis do processo de açúcar.	Etapas do processo de produção de açúcar artesanal.	Visita ao fábrica artesanal de açúcar para uma aula de campo. Relatório das aulas práticas. Seminário.

Tabela 2: Resumo do planejamento dos três momentos pedagógicos da sequência de ensino investigativo de química, para abordar a produção de açúcar mascavo no ensino médio público.

Ao buscar uma articulação dos aspectos da abordagem temática Freireana (ATF) com os aspectos metodológicos de ensino dos três momentos pedagógicos (3MP) e o ensino de ciências por Investigação (ENCI), buscamos nos aproximar da proposta de ensino discutida por Solino e Gehlen (2014), que investigaram as articulações epistemológicas, pedagógicas e possíveis complementaridades entre ambas as propostas, com a intenção de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Com a análise comparativa dos principais elementos estruturantes da “Abordagem Temática Freireana” e do ENCI, as autoras constataram que há algumas semelhanças quanto a concepção de sujeito e objeto de conhecimento, o conceito de problema, a conceitualização científica e o papel da contextualização. Por outro lado, elas perceberam que há particularidades no âmbito destes aspectos, como por exemplo a ênfase da contextualização social no ENCI e da contextualização histórico-cultural na Abordagem Temática Freireana. Com base nessas relações, as autoras estabeleceram complementaridades entre a dinâmica dos “momentos pedagógicos” e as etapas investigativas do ENCI, o que, segundo elas, podem propiciar uma alfabetização científica.

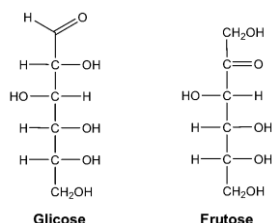
No caso deste trabalho, buscou-se produzir uma proposta de ensino de química de caráter interdisciplinar e transdisciplinar, devido aos aspectos socioculturais e à relevância socioeconômica no município de Ibirajú. Então, buscou-se promover ênfase nos aspectos histórico-culturais, a partir de uma contextualização social. A temática de produção artesanal de açúcar mascavo foi inspirada na tradição das lanchonetes da cidade de Ibirajú-ES, que oferecem o pastel e o caldo de cana como produto principal. Vale citar que esta temática poderia ser denominado como tema freireano (ATF) para alguns autores, nós denominamos como questão sociocientífica (SADLER, 2011). O estudo prévio sobre essa tradição local evidenciou as fábricas de produção de açúcar mascavo, obtido a partir de caldo de cana.

Sadler (2011) ressalta que as práticas escolares usando questões sociocientíficas (QSC, em inglês SSI) pode promover debates a partir de experiências de laboratório, experiências cotidianas, imagens, com a ajuda da internet e de visitas guiadas. Reis e Galvão (2008) sugerem o uso de questões sociocientíficas para provocar discussões incluindo conteúdos de ciências de natureza articulados as questões socioculturais, socioambientais, sociofilosóficas, socioeconômicas, entre outras, de tal maneira que as pessoas envolvidas no debate sejam forçadas a se posicionar, proporcionando reflexão sobre conceitos, crenças, valores, mitos etc.

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, além dos aspectos socioeconômicos desta perspectiva como a escravidão no período colonial e as atuais condições no contexto dos boias-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.

Durante as discussões 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). No caso da sacarose, após a hidrólise ácida ou enzimática, fornece uma molécula de glicose e outra de frutose.

Nesse contexto, a bioquímica do açúcar foi tratada de forma a estabelecer conexões com a saúde (figura 1). Muitos estudantes relataram ter familiares com diabetes e problemas de obesidade, enriquecendo as discussões sobre o metabolismo da glicose no organismo e a relevância de uma alimentação saudável. Conceitos e conteúdos foram lembrados, como por exemplo as funções orgânicas com grupamentos carbonila (C=O), aldoses e cetoses, presente nas famílias de monossacarídeos. Por exemplo, a glicose é uma aldose (CHO) e a frutose é uma cetose (C=O), a saber:



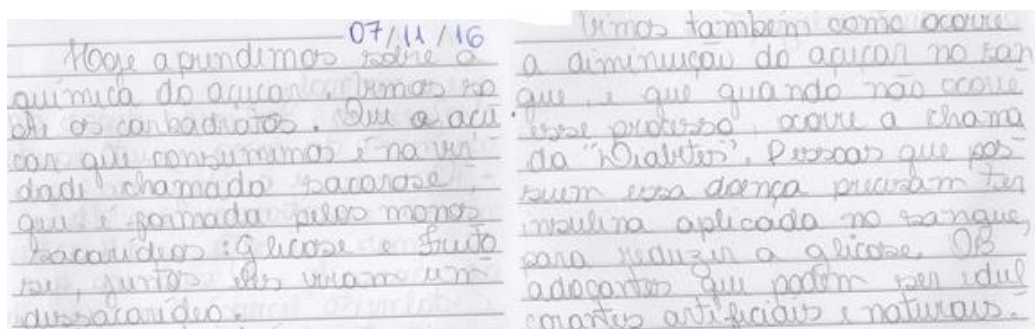


Figura 1: Fragmento do relato escrito do diário de bordo de um estudante. Fonte: Banco de dados do grupo de investigação.

As discussões sobre a 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, a turma foi dividida em grupos para análise de rótulos de alimentos, de embalagens de alimentos trazidas pelos estudantes, calculando a massa de açúcar nos produtos investigados (figura 2).

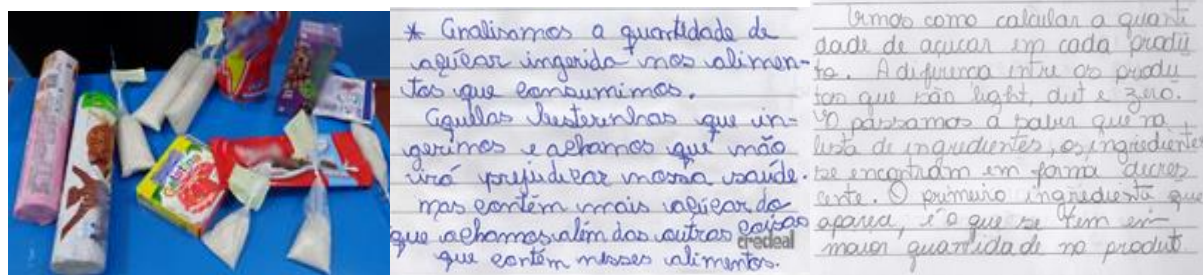


Figura 2: A) Dinâmica demonstrativa e B) Fragmentos do relato escrito do diário de bordo de um estudante. Fonte: Banco de dados do grupo de investigação.

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 consistiu em preencher sacos plásticos com a massa de açúcar (sacarose) equivalente a quantidade de carboidrato relatada em cada rótulo de alimento. Esse fato evidenciou os aspectos visuais da massa de açúcar consumida nesses alimentos, o que pode ser prejudicial à saúde humana.

Durante as apresentações dos resultados na terceira etapa da sequência de ensino investigativo, houve críticas quanto a forma como esses dados estão dispostos nos rótulos, além da comprovação de que produtos ditos saudáveis, segundo propagandas comerciais, contém quantidades significativas de açúcar. Neste caso, buscou-se também estabelecer uma relação entre os aspectos conceituais e os aspectos histórico-culturais, articulando saberes escolares, científicos e populares.

A prática pedagógica abordou as etapas industriais de produção de açúcar buscando perpassar pelos aspectos socioambientais, tecnológicos e sociocientíficos pertinentes. 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. Durante a prática, ao seguintes conteúdos foram revisados: separação de misturas, pH e soluções. 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 quase todos estudantes fossem moradores

locais.



Figuras 3. Etapas do processo de produção de açúcar artesanal. Etapa 1. Produção do caldo de cana (moenda). Etapa 2. Evaporação da água (cozimento no tacho). Etapa 3. Início da cristalização do açúcar mascavo, com atingimento do ponto do melaço. Etapa 4. Após a secagem do líquido, o resultado é o açúcar mascavo. Fonte: Banco de dados do grupo de investigação.

Cada etapa do processo de produção de açúcar foi discutida, como por exemplo, a etapa de cristalização da sacarose, o ponto de saturação, solução aquosa saturada e supersaturada em função da temperatura, e fatores que provocam a precipitação da sacarose. Foram abordados alguns aspectos socioambientais decorrentes da monocultura de 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 em relação ao Brasil e ao mundo, como a produção sazonal de açúcar, o valor de mercado do açúcar, competição para a produção de álcool etílico, desemprego, automação das indústrias, entre outros assuntos.

## A educação CTS/CTSA

A SEI permitiu estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e não formal, por meio de uma visita a um processo artesanal de produção de açúcar mascavo numa propriedade rural no interior da cidade de Ibirapu, ES (Figura 3). Durante o pré-campo, os estudantes construíram roteiros de entrevistas aplicados durante a visita. Alguns trechos das falas dos sujeitos colhidos durante a visita, qualificam a importância da intervenção pedagógica:

*Professora: [...] Gente, quando ele fala que o caldo aqui vai encorpendo... vocês lembram que a gente viu isso na aula de tecnologia, qual o nome disso?*  
*Estudante 04: Do caldo engrossar?*  
*Professora: Isso!*  
*Estudante 05: Ah, é que ele fica mais difícil de escorrer, sei lá...*  
*Estudante 04: Viscoso, o caldo vai pegando viscosidade.*  
*Professora: [...] Isso, isso mesmo! Aumenta a resistência ao movimento, ao escoamento, né? Todos lembram disso?*  
*Estudantes 07: Sim!*

*Estudante 02: [...] E quanto tempo demora pra virar açúcar?*  
*Produtor 01: Então... depende do que você quer... Pra tirar o açúcar tem que ficar umas 3, 4 horas cozinhando e mexendo. [...] Mas a gente faz a rapadura também, o melado né, aí é menos tempo.*  
*Estudante 03: Se a rapadura sai antes por que ela fica mais dura que o açúcar?*  
*Produtor 01: [...]É por causa do ponto.*  
*Professora: Lembra gente da cristalização, que mostrei pra vocês as imagens daquele xarope grosso? Então, é naquele ponto que ele tira pra fazer a rapadura.*  
*Produtor 01: [...]É, nessa hora a gente tira e coloca coco, gengibre, mamão, porque a nossa rapadura aqui é recheada, sabe?*  
*Produtor 02: [...]É, põe esses ingredientes e depois modela, ou corta quando tiver duro. Depois a gente vende também.*

No pós-campo houve uma socialização sobre a experiência. Esse ambiente não-escolar se



tornou um espaço educativo a partir da intencionalidade da prática pedagógica e da disposição de diálogo dos estudantes com o produtor rural, este tido como de notório saber empírico, uma vez que seu conhecimento prático sobre as etapas da produção artesanal do açúcar (Figuras 3) foi essencial para a troca de saberes com a turma.

O tema sociocientífico de produção de açúcar mascavo promoveu debates a partir de experiências cotidianas, articulando conteúdos de ciências da natureza e questões socioculturais, socioambientais, sociofilosóficas, socioeconômicas, entre outras, concordante com Sadler (2011). De acordo com Reis e Galvão (2008), esse fato deve ter promovido reflexões sobre conceitos, crenças, valores, mitos, entre outros.

<b>Educação CTS/CTSA</b>	<b>Contexto da Intervenção Pedagógica</b>
<b>Aspectos tecnológicos</b>	A tecnologia do processo de plantio da cana-de-açúcar, a tecnologia de redução de pragas, a tecnologia de identificação das variedades de cana e os principais usos de cada tipo, a tecnologia da produção de açúcar, produção industrial de açúcar, produção artesanal de açúcar mascavo, novas tecnologias de produção de açúcar (beterraba, milho, batata), etc.
<b>Aspectos sociocientíficos</b>	A ciência no processo de plantio da cana-de-açúcar, a ciência do uso de agrotóxico para minimizar as pragas, a ciência do processamento da cana, a ciência da composição das variedades de cana-de-açúcar; a química do açúcar (carboidratos, tipos de açúcares, açúcares substitutos; funções orgânicas); bioquímica do açúcar, etc.
<b>Aspectos socioculturais</b>	A cultura do processo de plantio da cana-de-açúcar, a cultura dos usos variados de cana para fabricação de produtos comerciais, a cultura dos tipos de açúcares mais consumidos, a cultura da produção artesanal de açúcar mascavo, a cultura local da tradição de pastel e caldo de cana, o açúcar nas receitas, alimentação diária e consumo de açúcar, leitura e interpretação de rótulos de alimentos industrializados.
<b>Aspectos sócio-históricos</b>	Ciclo da cana-de-açúcar (História do Brasil, escravidão, engenhos, técnicas de fabricação do açúcar), trabalho escravo contemporâneo.
<b>Aspectos socioeconômicos</b>	A economia do processo de plantio da cana-de-açúcar (local, nacional e global), a economia das atividades primárias e terciárias da cana-de-açúcar, a economia das lanchonetes locais à beira da BR 101 e a fama do pastel e caldo de cana, a economia da venda de produtos artesanais/caseiros, importância econômica dos empreendedores rurais para o município, etc.
<b>Aspectos socioambientais</b>	Os problemas ambientais e de saúde do processo de plantio da cana-de-açúcar, subprodutos, os problemas ambientais e de saúde da redução de pragas, os problemas ambientais e de saúde no processamento da cana/produção de açúcar, monocultura da cana-de-açúcar, etc.

**Tabela 3:** Análise da intervenção pedagógica tendo como base as categorias dos aspectos, adaptada de Santos e Auler (2011) e Aikenhead (2009), evidenciam a correlação com o enfoque CTS/CTSA.

## Considerações finais

A prática pedagógica articulou três perspectivas metodológicas – questões sociocientíficas, três momentos pedagógicos e ensino de ciências por investigação, produzindo conexões entre conteúdos programáticos de química e o contexto local e regional. A análise da intervenção pedagógica com base nas categorias de aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioculturais, sócio-históricos, socioeconômicos e socioambientais, interdisciplinares e transdisciplinares, adaptada a partir de Santos e Auler (2011), e Aikenhead (2009), evidenciou a correlação da prática pedagógica com a educação CTS/CTSA.

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/transdisciplinar, 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 Ibirajú-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 professora da escola e os produtores, que são pessoas de notório saber, testemunhados pelos estudantes. Essa etapa, sem dúvida, consistiu na materialização dialética do conhecimento produzido ao longo de toda a prática pedagógica.

As DCNs (BRASIL, 2013) parecem promover a relação entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Nesse sentido, com a realização desse estudo numa escola situada no interior do estado do Espírito Santo, no âmbito das Ciências da Natureza, buscamos inovar práticas escolares no sentido de fazer diferença na vida desses estudantes de ensino médio.

## Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes, ao CNPq e a Fapes pelo apoio concedido no desenvolvimento do projeto de pesquisa.

## Referências

- AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para todos**. Tradução de Maria Teresa Oliveira. 1 ed. Mangualde - PT: Edições Pedagogo. 2009.
- AIKENHEAD, G. S. Toward a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum. **Science Education**, v. 81, n. 2, 1997.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais**. Brasília – DF: Ministério da Educação, 2013.
- BRASIL. **Medida provisória nº 746**. Diário oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 2016.
- BRASIL. **Planejando a Próxima Década: Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação**, 2014.
- CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Episteme**, v. 1, n. 2, 1996.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**, 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FILGUEIRAS, C. A. L. D. Pedro II e a Química. **Química Nova**, v.11, n.2, 1988.
- FRAGOSO, J. L. R. GOUVEIA, M. F. **O Brasil Colonial**. Volume 02. Editora Civilização Brasileira. 2015. 588 p.
- GIL, A. C. **Estudo de Caso**. São Paulo: Atlas, 2009.
- LATOUR, B., WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 140, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MACHADO, C. J. A invenção científica segundo o modelo da sociologia dos cientistas e os Social Studies of Science. **Ciência e Cultura**, v.58, n.3, 2006.

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 Ciências**. 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.; AULER, D. (Orgs.) **CTS e educação científica**. Desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB. 2011.

SOLINO, A. P. GEHLEN, S. T. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**. V19(1), 2014.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, AULER, Décio. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.