

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS EM  
AMBIENTE NÃO-FORMAL: ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE  
AÇÚCAR E ÁLCOOL**

**Cristian Fernando Azevedo**

**Dissertação apresentada como  
parte dos requisitos para obtenção  
do título de MESTRE  
PROFISSIONAL EM QUÍMICA, Área  
de concentração: ENSINO DE  
QUÍMICA**

**Orientadora: Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques**

**Vínculo empregatício Escola Estadual Conselheiro Gavião Peixoto**

**São Carlos - SP  
2017**

# FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química

---

## Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Cristian Fernando Azevedo, realizada em 29/11/2017:

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques  
UFSCar

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Dulcimeire Aparecida Volante Zanon  
UFSCar

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mauro Carlos Romanatto  
UNESP

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiro a Deus, quem me permitiu trilhar esse caminho e colocar tantas pessoas abençoadas em minha jornada.

Agradeço a meus pais, José e Carmem, os quais sempre me incentivaram;

Agradeço a minha namorada Cristiane, pela paciência, amor e companheirismo e a minha querida irmã, Ketryn, a qual sempre me ajudou nas tarefas árduas;

Agradeço a minha Orientadora pela dedicação, ensinamentos, paciência e, principalmente, pelo exemplo, pois vejo no seu comprometimento com seus alunos, um incentivo muito grande.

Agradeço à Banca: Professor Mauro e Professora Dulcimeire, pela honra de poder ter sido aluno de vocês na graduação e, agora, participarem de minha banca. À Professora Dulcimeire, um agradecimento especial, por se fazer presente em todas as etapas avaliativas desse trabalho, ajudando-me e me orientando.

Agradeço aos colegas de disciplina Marcos, Marcos B. e Rosa, por tantos almoços e gargalhadas.

Agradeço a Professor Sérgio que ajudou na revisão do texto.

Agradeço à Usina Santa Fé e a seus funcionários pela atenção e dedicação durante a visita e pela participação nesse projeto de pesquisa.

Para finalizar, quero agradecer à direção, aos funcionários e aos professores da Escola Estadual “Conselheiro Gavião Peixoto”, em especial, aos alunos que participaram dessa dissertação.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CTS- Ciências, Tecnologia e Sociedade.

CTSA- Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

DCNEM- Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

LDB- Lei de Diretrizes e Bases.

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais.

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4. 1 – Sequência didática .....	16
TABELA 5. 1- Dados obtidos no fluxograma.....	34
TABELA 5.2 – Tabela descrevendo a metodologia de cada grupo.....	49

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3. 1 - Ensino CTS Hofstein apud Santos e Schnetzler (2014) .....	11
FIGURA 5. 1- Questão 01 do questionário prévio. ....	23
FIGURA 5. 2- Questão 2 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise. ....	26
FIGURA 5. 3- Questão 3 do questionário prévio - Dados obtidos após a análise. ....	28
FIGURA 5. 4- Questão 3 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise. ....	28
FIGURA 5. 5- Questão 4 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise. ....	29
FIGURA 5. 6- Questão 5 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise. ....	32
FIGURA 5. 7 - Classificação sobre tratamento do Caldo- Dados obtidos após a análise. .....	35
FIGURA 5. 8- Classificação sobre Decantação- Dados obtidos após a análise. ....	36
FIGURA 5. 9 - Classificação sobre Filtração- Dados obtidos após a análise. ....	36
FIGURA 5. 10 - Classificação sobre Evaporação- Dados obtidos após a análise. ....	37
FIGURA 5. 11 - Classificação sobre cozimento do caldo- Dados obtidos após a análise. ....	37
FIGURA 5. 12- Classificação sobre Destilação- Dados obtidos após a análise. ....	38
FIGURA 5. 13 - Gráfico sobre todos processos abordados no fluxograma- Dados obtidos após a análise. ....	39
FIGURA 5. 14- Questão 1 do questionário pós- Dados obtidos após a análise. ....	41
FIGURA 5. 15 - Questão 2 do questionário pós- Dados obtidos após a análise. ....	42
FIGURA 5. 16 - Questão 3 do questionário pós- Dados obtidos após a análise. ....	44
FIGURA 5. 17 - Questão 3 do questionário pós 2- Dados obtidos após a análise. ....	45
FIGURA 5. 18 - Questão 5 do questionário pós- Dados obtidos após a análise. ....	47
FIGURA 5. 19 - Entrada de matéria prima .....	50
FIGURA 5. 20 - Extração do Caldo e Cristalização do açúcar .....	50
FIGURA 5. 21 - Caldeira .....	50
FIGURA 5. 22 – Destilaria com experimento de destilação caseiro .....	51

## RESUMO

O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS EM AMBIENTE NÃO-FORMAL: ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ÁLCOOL. A contextualização no ensino de Química é indispensável para a compreensão de uma linguagem expressa em reações químicas, símbolos e fórmulas. É importante que os estudantes sejam capazes de relacionar os conceitos ministrados na escola ao seu cotidiano. A pesquisa realizou e avaliou o processo de ensino aprendizagem para os alunos do terceiro ano de Ensino Médio, da Escola Estadual Conselheiro Gavião Peixoto, em relação aos conceitos sobre o tema transformações químicas. O objetivo, portanto, é propiciar uma aprendizagem significativa, utilizando uma abordagem contextualizada que permita responder, quais as evidências de aprendizagem promovidas a partir do estudo do sistema produtivo de açúcar e álcool. A coleta de dados foi baseada em questionários, fluxograma, visita à usina, diários de bordo dos alunos e em observações do professor pesquisador, durante o desenvolvimento de toda a pesquisa, bem como, a realização de uma feira do conhecimento, na qual os alunos apresentaram à comunidade escolar, o funcionamento de uma usina. A análise dos dados foi pautada numa abordagem qualitativa, baseada nos questionários prévios e pós e nos diários dos estudantes a partir de uma análise categorial, pela qual foi possível observar que os alunos desenvolveram as habilidades e competências necessárias para diferenciar uma transformação química de uma transformação física, bem como, a capacidade de tomada de decisão frente às questões ambientais e sociais relacionadas aos meios de produção. O engajamento dos alunos durante as atividades do projeto, em especial na feira que promoveram, reforça a necessidade da escola desenvolver atividades nas quais os alunos assumam a responsabilidade do seu processo de ensino-aprendizagem.

## ABSTRACT

THE TEACHING OF CHEMICAL TRANSFORMATIONS IN NON-FORMAL ENVIRONMENT: EMPHASIS IN THE PRODUCTION OF SUGAR AND ALCOHOL. The contextualization in the teaching of chemistry is indispensable for the comprehension of the expressions of the concepts in the school with the daily life. The research carried out and evaluated the process of teaching learning for the students of the third year of high school of the State School Coselheiro Gavião Peixoto in relation to the concepts on the subject of chemical transformations. What is, therefore, is to provide a more comprehensive approach of a contextualized approach that allows to respond, which learning variables promoted from the study of the productive system of sugar and alcohol. The data collection was based on questionnaires, flowchart, visit to the community, the name of the group of students and the answers of the professor researcher during the development of all the research and the accomplishment of a series of activities a plant. The analysis of the data was performed in a qualitative approach, both the pre-verbal and post-questionnaire questionnaires of a categorical analysis were presented as having been on a course that the students developed the skills and competences necessary for the chemical change of a The physical transformation and the decision-making capacity regarding environmental and social issues in relation to the means of production. The empowerment of students during project activities, especially during the week they promote, school reform, school of activities and learning of teaching-learning.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Questão de Pesquisa e Objetivos .....</b>	<b>4</b>
2.1 Questão de Pesquisa .....	4
2.2 Objetivos .....	4
2.3 Objetivos Específicos .....	4
<b>3. Referenciais Teóricos .....</b>	<b>5</b>
3.1 Alfabetização Científica .....	5
3.2 Aprendizagem Significativa .....	7
3.3 Ambientes de Ensino Não Formais .....	8
3.4 Contextualização e CTSA .....	9
<b>4. Metodologia .....</b>	<b>12</b>
4.1 Delimitação do Campo de Trabalho .....	12
4.1.1 Caracterização do Município de Gavião Peixoto. ....	12
4.1.2 Caracterização da Usina Santa Fé .....	13
4.2 Definição da Amostragem .....	15
4.3 Elaboração dos Instrumentos para Coleta de Dados .....	18
4.3.1 Questionários.....	19
4.3.2 Fluxograma.....	19
4.3.3 Diários de Bordo .....	20
4.3.4 Visita .....	20
4.3.5 Feira do Conhecimento .....	21
<b>5. Resultados e Discussão .....</b>	<b>22</b>
5.1 Conhecimento Prévio dos Alunos .....	22
5.1.1 Questionário Prévio .....	22

5.2	Vídeo e Fluxograma.....	34
5.3	Aula Dialogada.....	39
5.4	Questionário Pós.....	40
5.5	Feira do Conhecimento.....	48
5.6	Diários.....	52
<b>6.</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>56</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>61</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi pautada em uma abordagem contextualizada que aborda a interrelação entre as explicações científicas e as questões tecnológicas na resolução de problemas, subsidiando a tomada de decisão em questões de ordem social e ambiental. Saber reconhecer e se posicionar frente a estas questões, é fundamental para que o aluno exerça seu papel como cidadão na sociedade.

Minha experiência como aluno do Ensino Médio foi pautada em reproduzir modelos e aplicar fórmulas, nas quais o significado real do porquê estava realizando alguns cálculos ou prevendo resultados de reações, não se traduzia para minha realidade. Sempre tive facilidade em tais reproduções, mas só fui entender a falha dessa abordagem tecnicista, quando cheguei à graduação. Cursei Licenciatura em Química, no Instituto de Química de Araraquara, onde tive a oportunidade de vivenciar e entender a importância da prática conciliada com a teoria, de forma que uma embasava a outra, o que me proporcionou um entendimento amplo e real da ciência. A partir desse momento fui capaz de relacionar o conhecimento científico com meu cotidiano. Foi quando comecei a questionar a forma como a Química fora abordada durante o meu Ensino Médio.

Outro aspecto importante encontrei nas disciplinas pedagógicas que mostravam as limitações do modelo que descrevi em meu Ensino Médio. Conceitos reproduzidos sem aplicabilidade e utilização de nossos conhecimentos prévios como ponto de partida, tornaram-nos ouvintes, completamente passivos em nosso processo de aprendizagem. No decorrer do curso, fui conhecendo diversos autores como Chassot, Freire, Ausubel, Vygotsky entre outros, os quais explicitava as falhas de uma abordagem que privilegia uma educação tecnicista, em detrimento de uma aprendizagem significativa, na qual os alunos desenvolvem habilidades e competências que subsidiariam suas tomadas de decisão frente a problemas reais.

Quando cursava o quarto ano, ingressei no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e tive o privilégio de fazer parte por dois anos. Durante as atividades pude vivenciar diversos momentos em que as aulas eram conduzidas de forma tradicional, assim como na época em que eu era estudante do Ensino Médio. Contudo, vivenciei também aulas diferenciadas com uso de

experimentos e abordagens que buscavam colocar o aluno como agente ativo em sua aprendizagem. Os resultados eram visíveis durante as avaliações: os alunos obtinham um desempenho muito melhor, quando o tema era trabalhado de forma diferenciada da qual estavam habituados.

Ao me formar na Universidade, ingressei no ano seguinte como Professor Efetivo na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e, mais uma vez, deparei-me com alunos que basicamente só haviam trabalhado e aprendido de forma tradicional. No entanto, a realidade da escola pública não possibilita grandes mudanças. Falta estrutura, espaços adequados e, até mesmo, tempo. Mas, por tudo que tinha vivenciado até aquele momento, era frustrante me ver reproduzindo um modelo que critiquei por diversas vezes. Foi quando resolvi continuar meus estudos e iniciar o Mestrado com o objetivo de desenvolver uma forma que pudesse ajudar aos alunos a obterem uma aprendizagem mais significativa. Escolhi então, trabalhar com ambientes de ensino não formais.

Não cabe apenas ao ambiente escolar promover uma relação entre o que se aprende e o que se passa fora dele. Dentro desse pensamento, uma alternativa para promover essa relação é o uso de ambientes de ensino não-formais. VIEIRA et al, (2005) classificam ambiente de ensino não formal como aquele que não acontece em ambientes institucionalizados de ensino, mas com objetivos direcionados e intencionais para desenvolver um aprendizado significativo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sugerem que a vivência dos estudantes assim como sua cultura e tradição, devam buscar a construção de um entendimento químico, para que possam fazer releitura do mundo, embasados também na ciência. BRASIL (2006).

Segundo RESSETI (2008) durante o processo de ensino aprendizagem deve-se desenvolver a competência de se posicionar de forma crítica em relação a problemas de ordem social e ambiental, relacionando o conhecimento químico com seu cotidiano. As competências citadas são indispensáveis para que o estudante possa exercer sua cidadania e subsidie suas tomadas de decisão. Buscando relacionar tais competências com seu dia a dia, utilizamos um ambiente de ensino não formal.

O ambiente escolhido foi uma usina produtora de açúcar e álcool, na qual os alunos puderam acompanhar todo o processo de produção e tratamento de

resíduos produzidos durante a visita técnica direcionada e planejada para o ensino de transformações químicas.

A escolha de uma usina de açúcar e álcool, no caso a Usina Santa Fé, também foi baseada no grande número de usinas na região de Araraquara e a proximidade dos alunos com esse tipo de indústria. Muitos alunos e suas famílias dependem direta ou indiretamente dessas empresas. Assim, a relação do objeto estudado e o cotidiano dos alunos é evidente, possibilitando então, o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

A ideia foi utilizar um processo próximo do cotidiano dos alunos como a produção de açúcar e álcool, para despertar-lhes o interesse e dar significado ao conceito de transformações químicas, de forma que os alunos pudessem identificar e relacionar tal conceito com seu cotidiano, desenvolvendo desta forma, a alfabetização científica.

Em todo o projeto, o experimental, aqui será tratado como a relação dos alunos com as teorias e os fatos vividos na visita, não se limitando ao laboratório, mas a todas as etapas do processo que ocorrem na indústria.

O objetivo da dissertação foi analisar se a utilização de ambientes de ensino não formais pode realmente facilitar o entendimento de transformações químicas, sendo utilizados como instrumento de coleta de dados, questionários, fluxograma, vista à usina, diários de bordo dos alunos, elaboração de feira do conhecimento pelos estudantes e as observações do professor pesquisador em todas as etapas do trabalho.

## **2. QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS**

Nesse capítulo apresentar-se-ão a questão de pesquisa que norteou o trabalho e os objetivos em sequência.

### **2.1 Questão de Pesquisa**

O conjunto de atividades realizadas relacionadas a visita técnica a uma usina de açúcar e álcool pode propiciar uma aprendizagem significativa de transformações químicas?

### **2.2 Objetivos**

Propor, realizar e avaliar uma sequência didática utilizando um ambiente de ensino não formal para promover aos estudantes relacionar o conceito de transformações químicas com o seu cotidiano.

### **2.3 Objetivos Específicos**

- Promover uma visita técnica a uma usina produtora de açúcar e álcool.
- Proporcionar aos alunos oportunidades em que assumam papéis ativos em seu processo de ensino-aprendizagem
- Avaliar de acordo com os instrumentos escolhidos as possíveis apropriações dos alunos em relação a reconhecer e classificar uma transformação química.

### 3. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste capítulo serão apresentados os referenciais teóricos utilizados para a escrita dessa dissertação.

#### 3.1 Alfabetização Científica

Para compreender as transformações que ocorrem em seu cotidiano, os estudantes devem desenvolver a competência de transcrever e entender tais transformações, utilizando a linguagem própria da ciência, ou seja, desenvolver a alfabetização científica.

Ser alfabetizado cientificamente implica mais que a repetição de fórmulas ou modelos, como explica FOUREZ (1994): a alfabetização científica é mais que apenas receitas ou comportamentos eruditos sobre ciência; ela requer uma reflexão sobre a forma que a tecnologia modela nossa forma de pensar, agir e organizar.

Para CHASSOT (2000), a alfabetização científica é um bloco de conhecimentos que proporcionam uma leitura do mundo onde homens e mulheres estão inseridos. Situação pouco promovida na abordagem tradicional, em que a relação de conceitos e apropriação de uma linguagem científica ficam totalmente comprometidas, quando o objetivo é reproduzir e não compreender e relacionar.

Alfabetização Científica (AC) trata, segundo CHASSOT (2003), da busca de um ensino mais contextualizado historicamente, menos punitivo e menos pautado em símbolos, ou seja, uma oposição ao ensino baseado em exercícios de repetições e memorizações, sem a preocupação de promover um entendimento para a vida. Devemos sempre buscar meios para um ensino que promova a “alfabetização científica”, que contribua para que o conhecimento químico não seja apenas de domínio de estudiosos desse tema, mas de todos os cidadãos, subsidiando suas percepções sobre o mundo.

Ainda consoante a CHASSOT (2003):

“... seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor. Tenho

vido recorrente na defesa da exigência de com a ciência melhorarmos a vida no planeta, e não a tornar mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias.” (CHASSOT, 2003, p.94)

Para LEMKE (2006) a AC deve ser gradual, de acordo com o nível intelectual dos estudantes:

“Para o Ensino Médio: proporcionar a todos um caminho potencial para as carreiras científicas e de tecnologia, proporcionar informações sobre a visão científica do mundo, que é de utilidade comprovada para muitos cidadãos, comunicar alguns aspectos do papel da ciência e da tecnologia na vida social, ajudar a desenvolver habilidades de raciocínio lógico complexo e o uso de múltiplas representações.” (LEMKE, 2006, p.6)

Segundo GIL-PÉREZ e VILCHES apud MILARÉ et al. (2009), como a necessidade da alfabetização científica defende-se:

- I. Tornar a Ciência acessível aos cidadãos em geral;
- II. Reorientar o Ensino de Ciências também para os futuros cientistas;
- III. Modificar concepções errôneas da Ciência, frequentemente aceitas e difundidas.
- IV. Tornar possível a aprendizagem significativa.

O conceito Alfabetização Científica segundo SASSERON E CARVALHO (2011), é tratado por outros autores na literatura brasileira também como “Letramento Científico” (MAMEDE E ZIMMERMANN, 2007, SANTOS E MORTIMER, 2001) e “Enculturação Científica” (CARVALHO E TINOCO, 2006, MORTIMER E MACHADO, 1996). Em ambos os casos, o objetivo é de que os alunos possam desenvolver a capacidade de tomada de decisão frente a quaisquer problemas, seja de ordem social, ambiental ou tecnológica, com os quais possam se deparar em sua vida, propiciando o exercício de sua cidadania. Independente do termo a ser utilizado, a preocupação dos autores é, inequivocamente, a mesma.

Nesta dissertação utilizaremos o termo Alfabetização Científica por se tratar de uma expressão mais próxima do cotidiano dos estudantes. É importante ressaltar que a Alfabetização Científica é um processo contínuo na vida do cidadão, no qual cada etapa do processo de aprendizagem deve ser respeitada.

De acordo com os referenciais citadas, denota-se a importância de novas práticas que façam frente às tradicionais, pelas quais se possam proporcionar

aos estudantes, a interpretação e descrição das transformações químicas observadas nos mais variados ambientes em seu cotidiano.

### 3.2 Aprendizagem Significativa

Buscar um ensino onde os estudantes não façam apenas reproduções de fórmulas e proporcionar ações que estreite a relação entre o cotidiano e os conteúdos abordados na escola, é a pedra angular para o desenvolvimento do aluno. Criar essas relações só é possível quando se alcança uma aprendizagem significativa.

Para Ausubel apud Moreira (2006), “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”.

Ainda de acordo com AUSUBEL:

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (AUSUBEL, 1986, p. 37)

A partir destas proposições, a escolha do ambiente não formal é muito importante, pois quando aluno já conhece, mesmo que parcialmente o ambiente, é possível utilizar essa relação como ponto de partida e favorecer assim, o processo de aprendizagem.

Para Moreira (2006) a interação entre os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios é a chave para uma aprendizagem significativa, “havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa ter significado para o indivíduo e o prévio, adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado”.

Sendo a aprendizagem significativa um dos objetivos dessa dissertação, busca-se possibilitar que os alunos sejam capazes de reconhecer e diferenciar as

transformações que ocorrem em seu cotidiano promovendo a aquisição ativa de conhecimento e não apenas o recebimento passivo de informações.

### **3.3 Ambientes de Ensino Não Formais**

A educação acontece a todo momento, seja em casa, na escola ou em uma simples brincadeira, de modo geral, o estudante aprende a todo o momento. No entanto, às vezes o aprender é confundido com o ir à escola, pois não se pode e nem é possível atribuir o papel exclusivo de proporcionar o aprendizado à escola.

Como defende BRANDÃO (1981), todas as pessoas estão envolvidas com a educação, pois ela acontece de diferentes formas e nos mais variados ambientes e por toda a vida do indivíduo. A vida acontece juntamente com a educação se misturando de forma necessária para podermos conviver, saber, ser e ter em todos os dias com uma ou várias Educações.

A utilização de ambientes de ensino não formais se faz necessária nesse contexto, visto que o aluno aprende nos mais variados ambientes e não apenas no ambiente formal, da escola tradicional.

Segundo SARRAMONA (1984) a definição de educação formal como aquela que é completamente intencional e acontece em uma escola, institucionalizada, com o envolvimento de títulos acadêmicos reconhecidos, é administrada, regulada e dentro da lei. Já a educação não-formal compreende uma intenção clara de promover a aprendizagem, porém, fora do ambiente institucionalizado.

A escolha da usina como ambiente não formal para o ensino de transformações químicas foi pautada nos referenciais, pois se trata de um segmento muito presente na região onde as famílias dos estudantes dependem direta ou indiretamente da usina ou do cultivo de cana de açúcar. Tal relação traz um significado para os estudantes, o que é premissa de uma aprendizagem significativa.

Além da importância do significado do que se aprende e a capacidade do aluno de relacionar tais temas com a experimentação trabalhada durante a visita é mais uma forma fundamental no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

SILVA et al. (2011) descreve a experimentação como uma forma de aprender ciência, sempre com a relação entre o que se pensa e o que se faz, admitindo relacionar teorias com fatos. Tal relação dificilmente é desenvolvida em uma abordagem tradicional, na qual a reprodução de conceitos é mais relevante que sua compreensão. A utilização de ambientes de ensino não formais é uma alternativa para que os alunos possam relacionar processos produtivos e seus impactos ambientais, econômicos e sociais com os conceitos trabalhados na escola. Como já foi dito, tais relações e interações proporcionam subsídios para a tomada de decisão frente às mais variadas questões tecnológicas, sociais e ambientais.

### **3.4 Contextualização e CTSA**

A contextualização no ensino de Química além de fundamental e necessária, consta das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013:

- “Da interdisciplinaridade e da contextualização, que devem ser constantes em todo o currículo, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas, bem como o estudo e o desenvolvimento de projetos referidos a temas concretos da realidade dos estudantes” (BRASIL, 2013, p 34)
- A interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas e eixos temáticos, perpassando todo o currículo e propiciando a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento. (BRASIL, 2013, p 50)
- “A organização dos tempos e dos espaços com ações efetivas de interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos” (BRASIL, 2013, p 68)

Proporcionar situações que contextualizem os conteúdos trabalhados na escola com o cotidiano do aluno são essenciais para ele compreender a importância da Química e poder se posicionar frente a questões ambientais, sociais e econômicas,

ou seja, exercer plenamente sua cidadania. Tais competências são a base do ensino usando a abordagem CTSA.

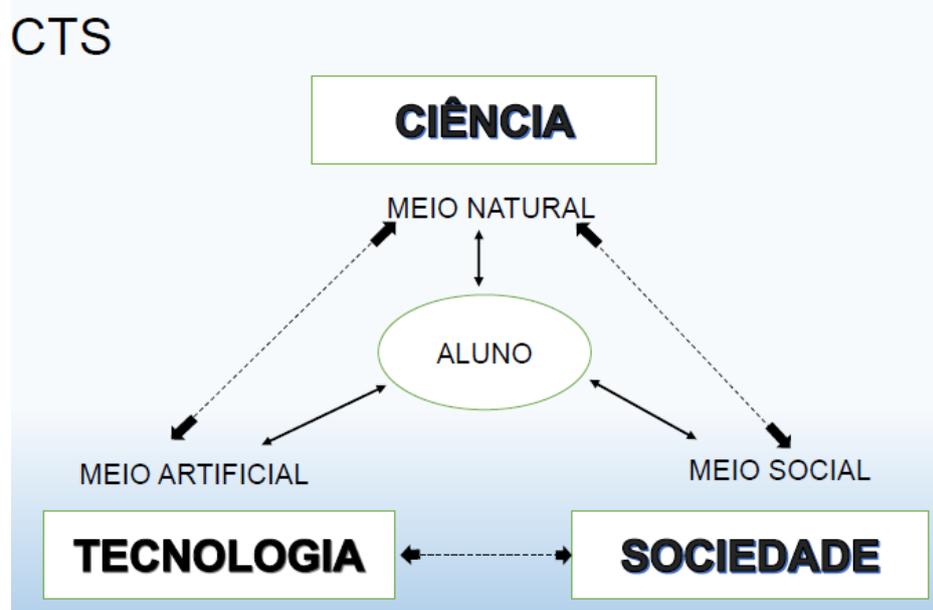
Para SANTOS e SCHNETZLER, (1997) a abordagem CTSA consiste em partir de temas que envolvam questões ambientais com significado para os estudantes e presentes em seu cotidiano como meio para o ensino de conceitos científicos e tecnológicos envolvidos e tais questões.

Segundo MORTIMER (2002) o currículo CTSA tem como foco a abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social e seu principal objetivo é preparar os alunos para o exercício da cidadania.

Para RESSETI (2008) durante o processo de ensino aprendizagem com abordagem CTSA, os alunos podem desenvolver as competências e habilidades para relacionarem os conhecimentos científicos e tomarem decisões frente a questões sociais e ambientais. Destarte, se mostra importante o desenvolvimento de práticas que motivem os alunos a participar ativamente desse processo, como é um dos objetos do presente trabalho.

Um referencial sobre CTS, notação utilizada antes da letra "A" ser inserida representando Ambiente, porém, obedecendo a ordem cronológica das referências citada aqui, HOFSTEIN apud SANTOS E SCHNETZLER (2014) ilustra o significado de "CTS, significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia a dia (sociedade)". As interações dos estudantes com a tecnologia, ciência e sociedade são fundamentais para desempenharem o pleno exercício da cidadania.

FIGURA 3. 1 - Ensino CTS Hofstein apud Santos e Schnetzler (2014)



O aluno está no centro da relação entre os temas: Ciência, Tecnologia e Sociedade e, em sua aprendizagem, é necessário que ele desenvolva a capacidade de relacionar e interrelacionar e tomar decisões frente a questões que envolvam a Ciência, Tecnologia e Sociedade, que são os pilares do meio de vida atual, sendo a Química essencial para um desenvolvimento sustentável.

## **4. METODOLOGIA**

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos utilizados para a coleta e análise dos dados, assim como, a elaboração dos instrumentos utilizados e a realização da visita técnica. Toda a pesquisa tem um caráter qualitativo. ANDRÉ e LUDCKE (1996) sugerem um número de participantes entre 35 a 40 alunos. O número de alunos foi variável devido aos alunos serem remanejado para o período noturno pois começaram a trabalhar.

### **4.1 Delimitação do Campo de Trabalho**

#### **4.1.1 Caracterização do Município de Gavião Peixoto.**

A cidade emancipada em 27 de janeiro de 1995, ocupa uma área pouco maior que 243 km<sup>2</sup>, com uma população de 4.419 habitantes, segundo o IBGE (2010). Em relação às instituições educativas, além da Escola Estadual "Conselheiro Gavião Peixoto", o município conta com a escola municipal, Escola Municipal "Martha Ferreira da Cruz" de Ensino Fundamental Anos Iniciais (1º ao 5º Ano), EMEI "Antonia Cammarosano Barsaglini", EMEI "Nilza Fagnani Barsaglini", Secretaria da Cultura "SECULT".

A E.E. "Conselheiro Gavião Peixoto" fica localizada Alameda Piccolo, nº 232, na região central da cidade de Gavião Peixoto, Estado de São Paulo. Atende a comunidade de Gavião Peixoto, sendo a única escola de Ensino Fundamental (Ciclo II - Anos Finais) e Ensino Médio do Município, além de contar com o Curso Educação para Jovens e Adultos (EJA).

A maior parte da população dispõe de algumas opções de lazer, principalmente os jovens, como eventos sociais, culturais e esportivos realizados pela escola, pela Prefeitura Municipal e suas secretarias e entidades como: Igrejas, Fundo Social de Solidariedade, Grupo da Melhor Idade, entre outras.

Não há transporte coletivo urbano, apenas intermunicipal, sendo que parte dos alunos se desloca até a escola a pé. Alunos de bairros distantes e da área rural contam com o transporte escolar municipal.

A população conta com o abastecimento de água (poços artesianos) e rede de esgoto, iniciando recentemente o tratamento do mesmo por parte da prefeitura. Há coleta de lixo residencial e coleta seletiva voluntária.

A Escola está inserida em uma comunidade cujas ocupações estão centradas na agricultura da cana de açúcar, na indústria e em repartições públicas estaduais ou municipais. A renda familiar se encontra na faixa de até três salários mínimos.

O nível de instrução dos pais se concentra em sua maioria no Ensino Fundamental, mas há o oferecimento de Programas de Educação de Jovens e Adultos e Cursos Técnicos oferecidos pela prefeitura, no período noturno, a fim de atender a demanda que também busca formação em instituições da antiga sede, Araraquara.

#### 4.1.2 Caracterização da Usina Santa Fé

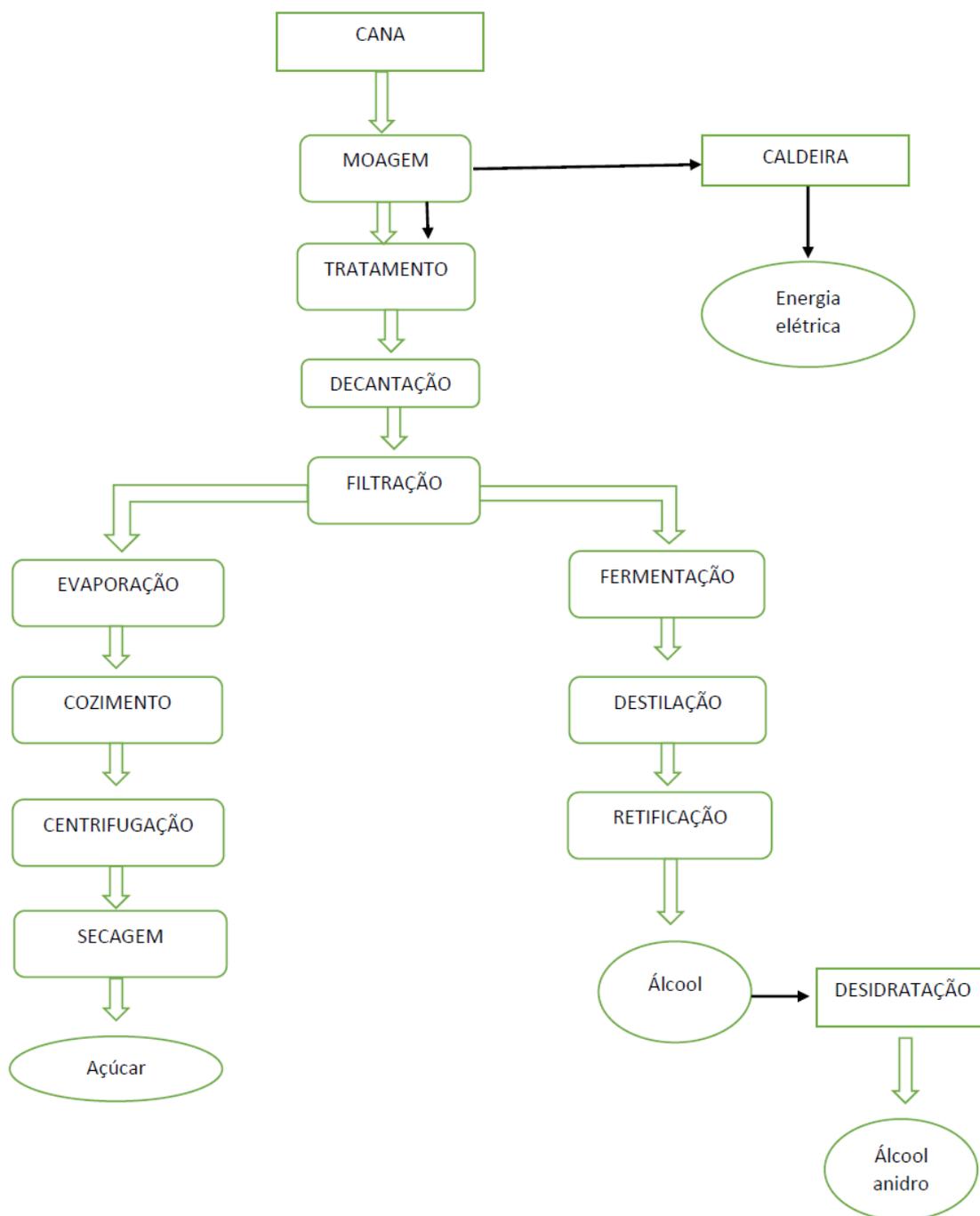
Localizada na Estrada da Antiga Fazenda Itaquerê, no município de Nova Europa, região de Araraquara – SP. Desde 1925 é a única indústria do município e emprega profissionais de toda a região como: Gavião Peixoto, Ibitinga, Tabatinga, Araraquara entre outros municípios.

Em 2017 a empresa processou 4.455.863 toneladas de matéria prima, sendo obtidos 259.508.750 quilos de açúcar e 167.541 milhões de litros de álcool.

A empresa mantém um espaço voltado para recreação e aprendizagem conhecido como CECOI, Centro de Convivência Itaquerê, no qual as crianças e adolescentes da região podem aprender desde esportes a cursos de informática. Contam também com um programa de visitação à indústria, sendo que guias treinados acompanham e explicam cada etapa do processo aos visitantes, desde o momento em que a cana chega à usina, até o escoamento dos produtos obtidos, nesse caso açúcar e álcool.

O processo que ocorre na usina pode ser ilustrado com o fluxograma abaixo:

## Processo de Produção de açúcar e álcool



A moagem é uma das etapas mais importantes do processo, pois extrai o caldo que será a base para todo o processo de produção. Uma moagem efetiva determina um maior aproveitamento da matéria prima, maior qualidade e rendimento dos produtos finais.

As etapas seguintes (decantação e filtração) tem como objetivo separar o caldo do bagaço, sendo esse último encaminhado para as caldeiras, nas quais sua queima produz a energia elétrica, que mantém a usina funcionando durante a safra.

O caldo após a separação pode seguir em duas direções, uma é a evaporação, com intuito de concentrar o caldo e após seu cozimento, a obtenção do açúcar. A segunda é a fermentação e destilação, para obtenção do álcool hidratado e, posteriormente, o álcool anidro.

A relação entre a usina e o compromisso em receber alunos de toda a região para aproximar a comunidade e a indústria, foi decisiva para a escolha da Usina Santa Fé como ambiente não formal para o ensino de Transformações Químicas, empregadas no desenvolvimento dessa dissertação.

### **4.1.3 Visitas**

A Usina Santa Fé conta com dois tipos de visitas para atender à população. No primeiro tipo de visita, dois guias acompanham os visitantes por passeio de ônibus pelo interior da usina, enquanto explicam cada etapa do processo, o que leva aproximadamente uma hora. O segundo tipo e o que foi utilizado para a dissertação, consiste em dividir os alunos em dois grupos de no máximo 20 pessoas, com dois guias para cada grupo. Os visitantes, utilizando todos os equipamentos de segurança fornecidos pela empresa, visitam cada local da usina, começando pela entrada dos caminhões e seguindo as etapas do processo: análise no laboratório, moagem, caldeira, fábrica, local em que ocorre o tratamento do caldo e a cristalização e secagem do açúcar; a destilaria e o salão de açúcar onde são estocadas a produção e, por fim, o centro de comando, no qual os operadores controlam toda a destilaria, por meio de computadores.

## **4.2 Definição da Amostragem**

Um dos pilares da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, consiste em só ser possível ensinar a um indivíduo que está disposto a aprender. Por esse motivo e também por um consenso do corpo de professores da Escola Estadual Conselheiro Gavião Peixoto, as turmas escolhidas para participarem do projeto foram as duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, do período da manhã, totalizando 36

alunos. As turmas escolhidas sempre demonstraram em sua trajetória escolar muita disposição e envolvimento nas atividades da escola como gincanas, campanhas de arrecadação de alimentos e agasalhos destinados a instituições assistencialistas, entre outras atividades.

Embora o tema transformações químicas seja trabalhado mais enfaticamente no 1º ano do Ensino Médio, está presente também em todos os momentos da disciplina.

A ideia de trabalhar em um ambiente de ensino não formal, nesta pesquisa, numa usina, deve-se ao fato de ser uma indústria diretamente associada ao cotidiano dos estudantes em questão. Muitos dos alunos que participaram do projeto possuem familiares ou amigos que trabalham nesse setor, seja na Usina Santa Fé ou em outras Usinas. Contudo, porém, não conheciam seu processo de produção.

A tabela 4.1 descreve a sequência didática que para (Giordan, 2008), conceitua uma sequência didática como atividades articuladas e preparadas com foco em um problema central. Sua avaliação busca ainda confirmar sua aplicação e garantir a confiabilidade dos resultados.

TABELA 4. 1 – Sequência didática

ETAPAS		SEQUENCIA DIDÁTICA	CONTEÚDOS	LOCAL	METODOLOGIA	OBJETIVOS
1	1 Aula	50 min.	Apresentação do projeto de pesquisa	Sala de aula	Aula dialogada	Apresentar a diferença entre o Ensino Tradicional de um ensino pautado na abordagem CTSA
2	2 aulas	100 min.	Apresentação, orientação sobre o uso dos diários e discussão sobre o conceito de	Sala de aula	Entrega do Diário Aplicação do questionário prévio	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos

			transformação e sua presença em nosso cotidiano			
3	1 aula	50 min.	Apresentação através de um vídeo dos processos que acontecem na usina	Sala de vídeo	Exibição de um vídeo e aplicação de um fluxograma.	Identificar as habilidades dos alunos em diferenciar as etapas do processo e suas transformações como físicas ou químicas.
4	1 aula	50 min.	Apresentação sobre os conceitos e sistemas envolvidos nas técnicas de destilação simples e fracionada	Sala de recursos pedagógicos	Aula dialogada com apresentação em <i>slides</i>	Ensinar aos alunos a teoria envolvida nos processos de separação importantes para a produção do álcool.
5	2 aulas	100 min.	Produção do açúcar e álcool	Usina Santa Fé	Visita a Usina Santa Fé	Vivenciar os processos de produção que ocorrem na usina e correlacionar a teoria e prática envolvidas.
6	1 aula	50 min.	Vista a Usina Santa Fé	Sala de aula	Discussão sobre os aspectos que os alunos julgaram relevantes a	Debater com os alunos e aplicação do questionário pós.

					visita abordando a temática ambiental, social e econômica.	
8	1 aula	50 min.	Planejamento da atividade de fechamento do Projeto.	Sala de aula	Discussão com os alunos sobre formas de compartilhar suas experiências durante o projeto com a Comunidade Escola.	Propor o protagonismo aos alunos para que se tornassem agentes ativos no processo de difusão do seu conhecimento adquirido.
9	2 aulas	100 min	Apresentação da Feira do Conhecimento	Sala de aula	Maquetes, vídeos, fotos, experimentos, amostras colhidas na própria usina (caldo, bagaço, açúcar e etanol).	Os alunos ao compartilharem seus conhecimentos com os demais estudantes da escola tornando-se protagonistas do próprio processo de ensino-aprendizagem.

### 4.3 Elaboração dos Instrumentos para Coleta de Dados

A análise geral dos dados será pautada na pesquisa qualitativa, que para BELL (2008), os pesquisadores que adotam uma perspectiva qualitativa estão mais preocupados em entender as percepções que os indivíduos têm do mundo. Eles

preferencialmente buscam *insights*, em vez de percepções estatísticas do mundo. Eles põem em dúvida a existência de “fatos” sociais e questionam se uma abordagem “científica” pode ser utilizada ao lidarmos com seres humanos.

Para LUCKE e ANDRE, (1986) o pesquisador pode categorizar, descrever, investigar e analisar as respostas dos alunos com objetivo de investigar o ensino e aprendizagem em atividades investigativas.

Os instrumentos escolhidos para a coleta de dados foram:

- Questionários prévios e pós
- Fluxograma
- Diários dos alunos
- Visita a Usina, baseando-se nas observações dos estudantes e do pesquisador.
- Feira do Conhecimento

#### 4.3.1 Questionários

Os questionários foram elaborados com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema abordado e nos conhecimentos posteriores, analisar suas possíveis apropriações e ressignificações quanto às transformações químicas.

Segundo BELL (2008), questionários são instrumentos para coletar dados que devem estar claramente definidos no momento de sua elaboração, assim como os critérios para análise das respostas, visto que sem o cuidado adequado com a ferramenta em questão, seus dados podem se tornar impossíveis de se analisar. Ainda segundo a autora, os passos para a elaboração de um questionário a ser usado numa coleta de dados, deverá levar em consideração desde o nível das questões até a viabilidade do instrumento escolhido.

Baseado em tais etapas, o questionário foi escolhido como instrumento de coleta de dados, sendo o mesmo aplicado em dois momentos: antes do início das atividades e quando da finalização do projeto.

#### 4.3.2 Fluxograma

O fluxograma foi elaborado para ser aplicado após a apresentação de um vídeo com o título “Processo Industrial de Açúcar e Etanol”, elaborado pela TV UDOP- União dos Produtores de Bioenergia, o qual descreve todas as etapas do processo de extração e produção do açúcar e etanol.

Esta atividade visava criar um parâmetro de discussão e comparação sobre como os estudantes fariam tal classificação, após a efetiva visita à usina.

### 4.3.3 Diários de Bordo

Os diários individuais tinham como objetivo que os alunos criassem um registro sobre todas as atividades desenvolvidas no projeto.

Para CATANI (2000) a escrita pode ser entendida como uma maneira de expressar e objetivar o pensamento, que justifica a atitude ou formação de uma consciência ao indivíduo que escreve. O autorrevelar-se através da escrita é um privilégio no desenvolvimento da autoconsciência. Sendo assim, os estudantes podem através de seus relatos, em seus diários, refletirem sobre as atividades desenvolvidas e sua participação na mesma, proporcionando assim, momentos de reflexão sobre seu papel no próprio processo de ensino aprendizagem.

ALVES (2001) defende que o diário registra as opiniões, pensamentos e reflexões do indivíduo de forma espontânea e com o objetivo de falar sobre ele mesmo, sendo uma atividade pouco explorada na abordagem tradicional de ensino, a qual coloca o aluno como um agente passivo, sem levar em consideração suas opiniões ou questionamentos. Por isso a escolha desse instrumento, com a intenção de propiciar aos alunos uma forma de escrever e refletir sobre cada etapa do projeto, bem como, sua postura em relação a ela, visto que o ato da escrita é uma forma de se reconhecer como agente ativo do próprio processo em curso e refletir sobre tal.

### 4.3.4 Visita

A coleta de dados durante a visita à Usina foi baseada nas observações do pesquisador em relação à postura dos estudantes e em seus relatos, os quais deveriam ser registrados em seus diários.

#### 4.3.5 Feira do Conhecimento

Os alunos foram incentivados e estimulados a buscar uma forma de compartilhar com a Comunidade Escolar suas experiências vivenciadas durante todo o projeto. Trabalhando em conjunto, com a mediação do professor, os alunos escolheram e optaram por realizar uma feira do conhecimento. A ideia foi reproduzir em escala menor, os processos pelo qual a cana de açúcar é processada para a produção de açúcar e álcool.

Os próprios alunos organizaram a feira do conhecimento utilizando maquetes, vídeos e experimentos totalmente construídos e elaborados por eles, com objetivo de representar as etapas da produção de açúcar e álcool. O professor apenas mediou o trabalho dos estudantes de forma a zelar pela segurança e viabilidade dos materiais utilizados.

Para MANCUSO (2000) a realização de Feiras de Ciências traz benefícios para alunos e professores e mudanças positivas no trabalho em ciências, tais como: o crescimento pessoal e a ampliação dos conhecimentos; a ampliação da capacidade comunicativa; mudanças de hábitos e atitudes; o desenvolvimento da criticidade; maior envolvimento e interesse; o exercício da criatividade conduz à apresentação de inovações e a maior politização dos participantes.

O objetivo da feira foi proporcionar que os alunos assumissem a responsabilidade do próprio processo de ensino aprendizagem.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Conhecimento Prévio dos Alunos

#### 5.1.1 Questionário Prévio

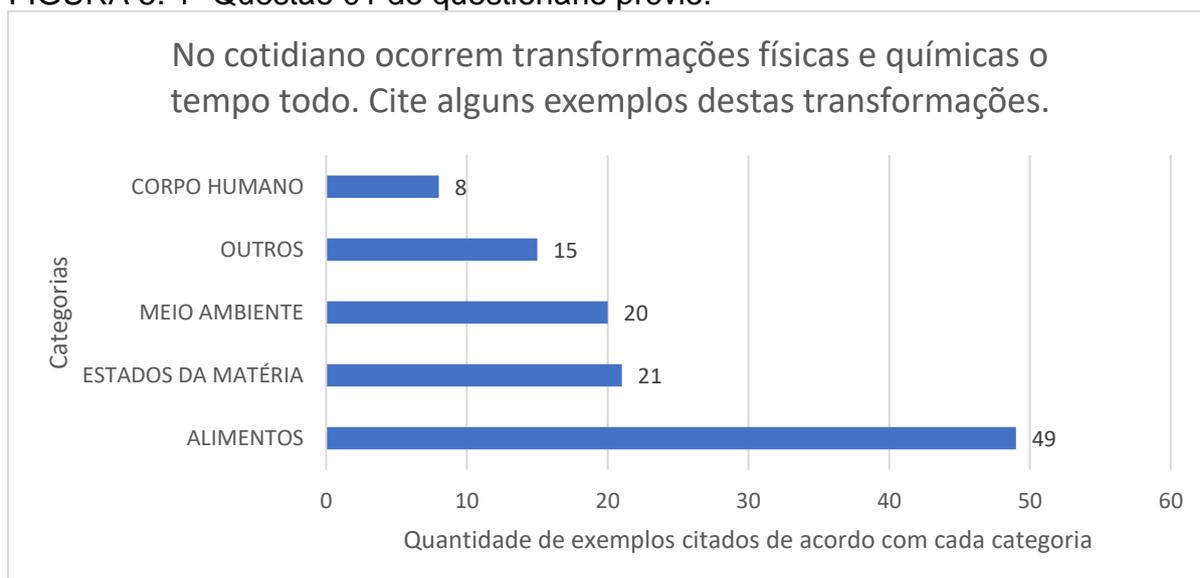
Os dados obtidos foram coletados por meio de um questionário que buscou evidenciar os conhecimentos prévios dos alunos sobre transformações físicas e químicas, bem como, suas principais diferenças e critérios utilizados para tais diferenciações. Sendo assim, foram respondidos 35 questionários.

A primeira questão solicitava que os estudantes fornecessem exemplos de transformações presentes em seu cotidiano. Os dados coletados foram tratados de acordo com a análise categorial de BARDIN (2006) e as respostas análogas foram agrupadas em categorias mais gerais. Por exemplo, “fermento no bolo” e “alimentos estragados” foram reunidas na categoria “Alimentos”.

Os estudantes exemplificaram fenômenos que podem ser identificados como transformações químicas ou físicas. No caso da categoria “Outros” foram respostas classificadas como exemplos que não podem ser classificados em outras categorias, como por exemplo “ver tv” ou “mexer no celular”.

Pode se entender aqui como ações que só podem ser praticadas mediante a inúmeras reações químicas que ocorrem em nosso corpo, como os alimentos sendo convertidos em energia de forma a possibilitar os movimentos citados, no entanto, a pergunta se refere a transformações químicas presentes no cotidiano de forma explícita.

FIGURA 5. 1- Questão 01 do questionário prévio.



A análise dessa pergunta mostra que a maioria dos exemplos citados, 49 deles, puderam ser classificados na categoria “Alimentos”: Abaixo foram transcritas algumas respostas dos alunos:

Adriana

- “1-Digestão de alimentos
- 2-Nuvem vira água
- 3-Chuva de granizo
- 4-Derretimento do gelo
- 5-A evaporação da água
- 6-Suco em pó
- 7-Remédio”

Bianca

- “1-Alimentação
- 2-Digestão de alimento
- 3-Tempo de chuva
- 4-Água “

Fábio

“Alimentação, digestão do alimento, atividade física, alimento estragado, tempo de chuva”

Já exemplos que se enquadravam na categoria “Corpo Humano” tiveram apenas 8 citações.

Elton

“Digestão- pois ocorre uma transformação entre os alimentos digeridos  
Chapinha- ocorre uma transformação quando ela entra em contato com  
o meu cabelo

Chuva- pois ocorre uma transformação na mudança do clima”

Caio

“Quando estou assistindo televisão, quando o tempo está limpo e começa a chover de repente.”

Já as citações que puderam ser enquadradas e classificadas como “Meio Ambiente” e “Estados da Matéria” contabilizaram respectivamente 20 e 21 exemplos, como pode ser observado nas respostas transcritas acima.

Ficou claro que todos os alunos se atentaram ao termo “Cotidiano” presente na pergunta, focando suas respostas em exemplos diretamente ligados a seu dia a dia. Como por exemplo “Alimentos estragados”, “Alimentação”, “Preparo alimento”, “Mudança de temperatura da água”, “Água vira gelo”, “Diluir suco”, “Sabão de soda caustica e óleo de cozinha”, “Chuva de granizo”, “Fermento no bolo”, “Leite azedar com algo ácido”.

Segundo MORTIMER E MIRANDA (1995) a dificuldade dos alunos em superar os aspectos perceptíveis muitas vezes impede o reconhecimento do papel de produtos e reagentes, criando assim generalizações que na verdade explicam mudanças de estado.

As respostas evidenciam que os alunos conseguem identificar transformações presentes no ambiente no qual está inserido. Tal fato demonstra ainda a necessidade da escola transpor o cotidiano, buscando proporcionar experiências além da sala de aula aos estudantes, como é objetivo do ensino em ambientes não formais.

Na segunda questão os alunos devem classificar os exemplos citados na questão anterior como química ou física.

Durante a análise das respostas ficou evidente que os alunos tiveram muita dificuldade em realizar tal diferenciação. Como exemplo, o item mais citado foi “digestão dos alimentos”, 16 vezes. No entanto, 11 alunos classificaram como transformação química e 6 alunos como uma transformação física.

MORTIMER E MIRANDA (1995) apontam que diversos estudos, presentes na literatura, mostram que os alunos utilizam concepções bem distintas daquelas aceitas pela comunidade científica e, muitas vezes, não reconhecem quando ocorrem transformações e focam suas explicações em mudanças visíveis. Os exemplos abaixo evidenciam a dificuldade abordada pelos autores.

Bianca

“1-Alimentação

2-Digestão de alimento

3-Tempo de chuva

4-Água

1-Física

2-Física

3-Química

4-Física”

Caio

“Química:

Evaporação da água

Digestão

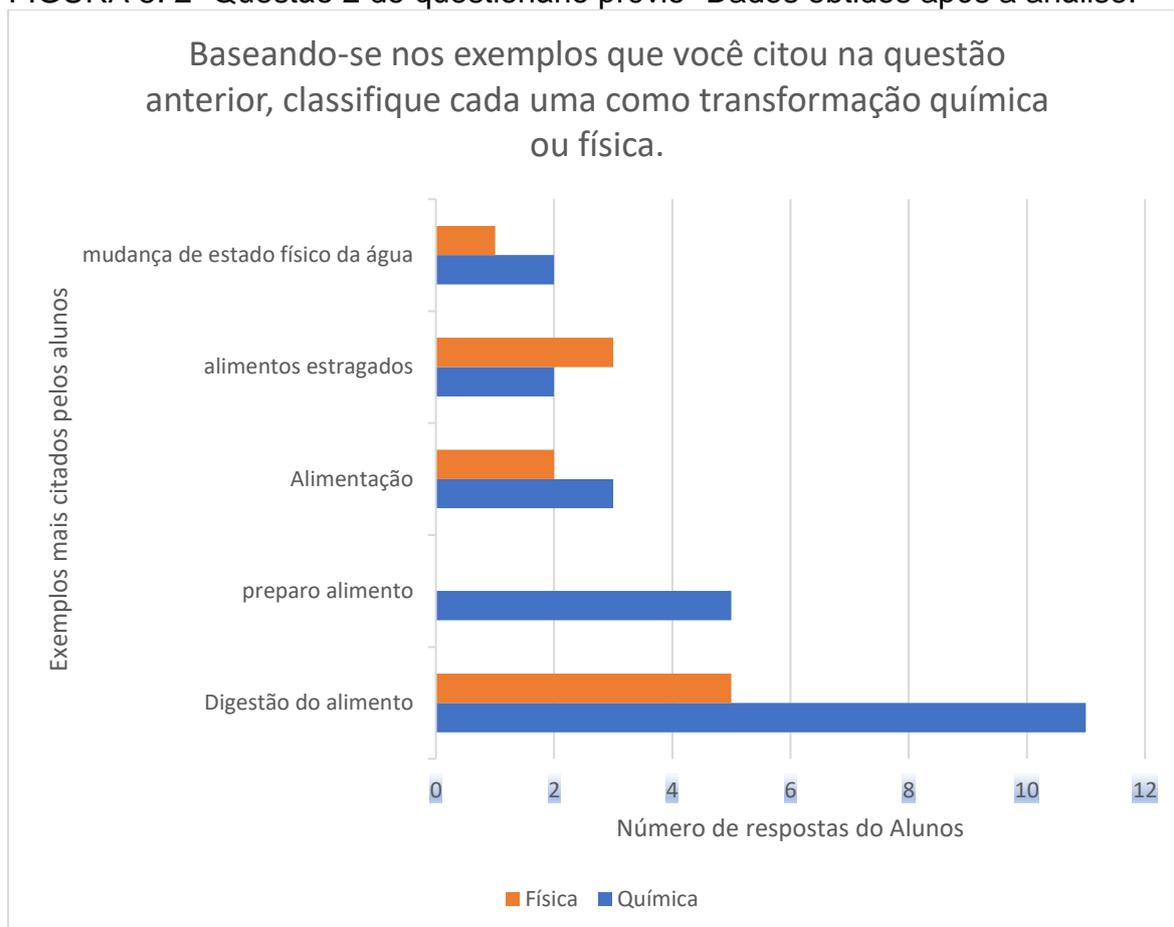
Queima de gases

Purificação da água

Física: energia  
 Mudança do clima Raios”  
 Transformação de

Devido ao número de exemplos citados apenas uma vez, os dados que puderam ser classificados e plotados no Gráfico 2, abaixo, evidenciam a dificuldade acima citada.

FIGURA 5. 2- Questão 2 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise.



A terceira questão é relacionada aos critérios que os estudantes utilizaram para classificar os próprios exemplos citados na questão 1, como uma transformação química ou física.

Segundo CHAGAS (2010), o que se observa, atualmente, os alunos ao terminarem o Ensino Básico encontram dificuldade, em sua maioria, em reconhecer as transformações químicas presentes nas diversas situações do cotidiano, pois existe uma tendência em generalizar algumas explicações corretas para mudança de estado (transformação física), ou mesmo confundi-las com aquelas referentes às

transformações químicas. Tal dificuldade pode ser observada nas repostas transcritas abaixo

.

Adriana

“Ainda não sei explicar”

Bianca

“Com as informações de um professor”

Caio

“Através do processo que a transformação passa eu discerni se ela é uma transformação química ou física.”

Débora

“Diferenciando cor e sons.”

Elton

“Meu conceito foi diferenciar cada reação vendo o que leva aquela reação a ser física ou química.”

Fábio

“Tempo de chuva quando uma frente fria se cruza com uma frente gelada e isso faz com que a frente gelada derreta virando água que é nossa chuva”

CHASSOT (1993) ressalta a importância de uma alfabetização científica que possibilite aos alunos uma leitura da natureza. A dificuldade em expressar através da escrita os critérios que os próprios alunos utilizaram, demonstra claramente uma dificuldade com a linguagem química.

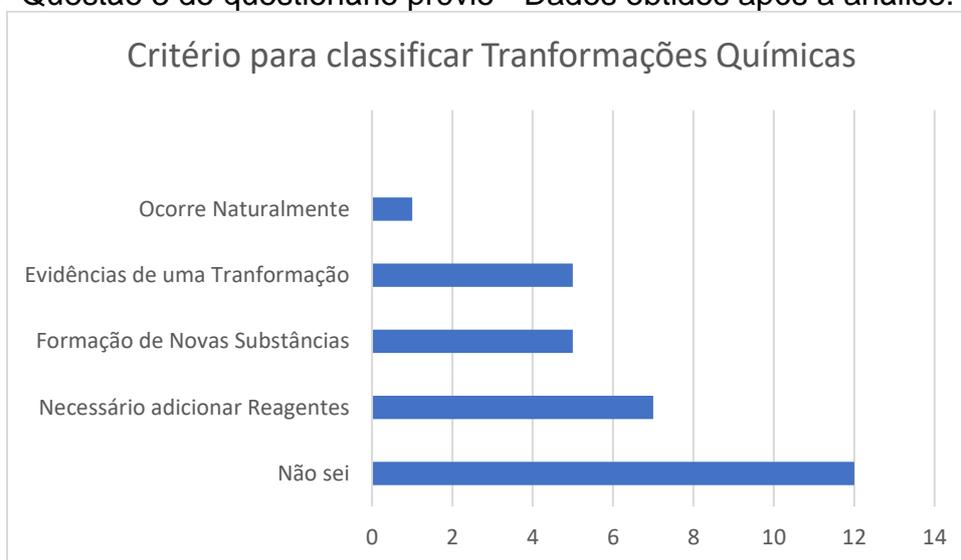
A dificuldade em utilizar termos científicos dificulta a interpretação dos fenômenos naturais e, conseqüentemente, quando se é necessário transcrever o que se observa, tal dificuldade fica evidente nas respostas dos alunos.

Durante a análise das respostas sobre quais critérios utilizaram para classificar cada transformação como química ou física, foi necessário subdividir a

análise em duas etapas. Primeiro foram categorizadas as respostas a respeito dos critérios utilizados para classificar uma transformação química, sendo que as respostas foram agrupadas de acordo com os termos utilizados por cada aluno.

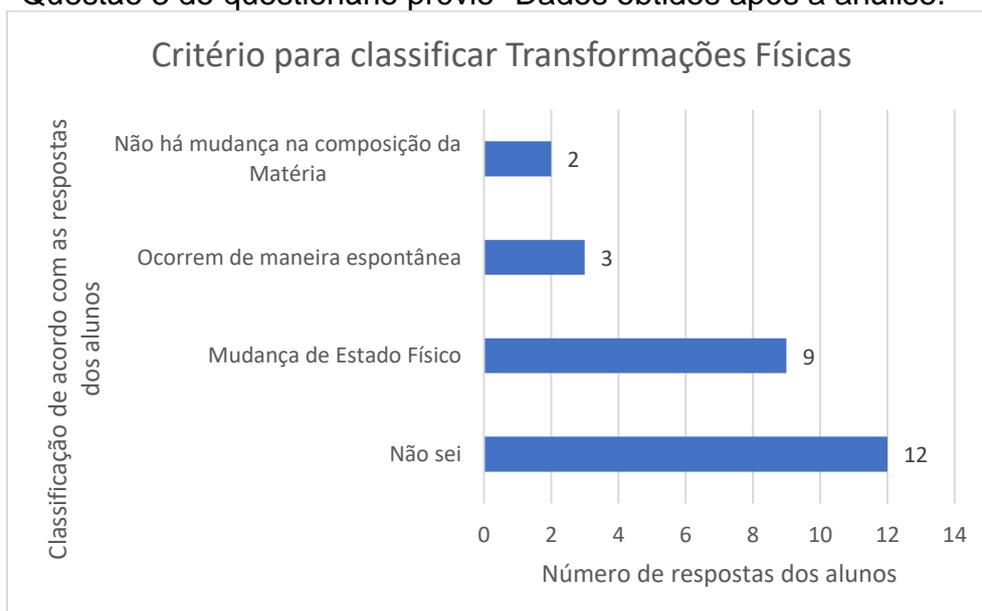
De acordo com os dados analisados obteve-se o gráfico 5.3:

FIGURA 5. 3- Questão 3 do questionário prévio - Dados obtidos após a análise.



Para categorizar as respostas obtidas pelos alunos sobre como classificar as transformações físicas citadas na primeira questão, foram criadas 4 categorias, baseando-se nos mesmos critérios utilizados anteriormente.

FIGURA 5. 4- Questão 3 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise.



No caso da categoria “Não Sei” possuir o mesmo número de respostas nos dois gráficos, deve-se às respostas que nessa categoria foram dadas em relação a ambas perguntas, tanto os critérios utilizados para classificar uma transformação química como transformação física.

Podemos observar que de acordo com os critérios utilizados pelos alunos em ambos os casos, as transformações químicas ou físicas estão ligadas às observações macroscópicas, sem relacionar ou citar em nível molecular ou atômico. Tem-se como exemplo, os alunos que classificaram mudanças de estado físico como transformações químicas e utilizaram como critério a mudança na estrutura do material. Evidenciando que eles entendem que a água no estado líquido possui uma estrutura química diferente em relação ao estado gasoso ou sólido.

É importante para o desenvolvimento do aluno como cidadão compreender as mudanças da matéria. Para ROSA e SCHNETZLER (1998), o estudo das transformações químicas contribui para o entendimento do impacto causado pelo avanço tecnológico tanto no meio ambiente, quanto nosso modo de vida. Assim tal entendimento é necessário para subsidiar a tomada de decisão frente a questões ambientais e tecnológicas.

A quarta questão tinha como objetivo um levantamento sobre os conhecimentos dos estudantes em relação a indústria escolhida para a vista técnica. Pois identificar o que o aluno conhece, segundo AUSUBEL é uma condição necessária para a ocorrer uma aprendizagem significativa.

Dentre as 34 respostas obtidas e analisadas estão apresentadas no seguinte gráfico:

FIGURA 5. 5- Questão 4 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise.



Mesmo sendo uma indústria diretamente ligada a economia da comunidade em que estão inseridos, os alunos em sua maioria não conhecem o funcionamento de uma usina. 44% destes responderam que não conhecem e 39% classificaram seu conhecimento sobre o processo de forma superficial, sendo categorizadas como “Parcialmente”. Totalizam então 84% dos alunos, que apesar de morarem numa região com diversas usinas, desconhecem esse processo produtivo.

Já os 17% que afirmaram conhecer o funcionamento, quando foram justificar suas respostas utilizaram respostas pouco detalhadas, que se resumem a entrada da cana e a obtenção dos produtos finais: açúcar e álcool.

É importante ressaltar que os alunos que escrevem que conhecem o processo já haviam visitado a usina anos antes em um projeto com a professora de Geografia, quando cursavam o oitavo ano do Ensino Fundamental, evidenciando assim a importância dos ambientes não formais na formação dos estudantes.

Estão descritas abaixo algumas respostas dos alunos.

Adriana

“Não muito mas já visitei uma vez e me recordo um pouco, então na minha mente eles cortam a cana colocam no caminhão o caminhão despeja a carga de cana e ela é moída e o líquido vira álcool e o bagaço da cana é enviado para outro setor com várias transformações químicas para ser transformado em açúcar.”

Bianca

“Sim. A cana de açúcar passa por um processo de corte e transporte, nisso chegando na usina ela passa por uma pesagem, depois ela também passa por uma análise, depois nisso o caminhão transborda ela numa esteira que ela é levada para moer, depois de moída ela dá sua própria garapa que passa por uma reação química que se transforma em açúcar e álcool.”

Caio

“Sim. A cana chega até a usina é descarregada e picada em partes através disso ela passa pelo processo de extração do caldo da cana e passa por várias fases de purificação para chegar ao álcool que hoje conhecemos. A extração do caldo passa por processo similar. Isso é o que eu me lembro.”

Débora

“Quando a cana chega na usina ela é moída e lá dentro ocorre as transformações químicas, para o processo de açúcar e álcool.”

Elton

“Mais ou menos, bom eu sei que lá ocorre uma transformação química, pois chega um caminhão com cana e sai outro com açúcar ou álcool, então aquela cana foi transformada em algo, ou seja, ela passa por uma transformação.”

Fábio

“Primeiro é colhida a cana, posto no caminhão que vai até a usina, chegando lá é pesado o caminhão carregado de cana, e depois é levado para a separação de palha com a cana onde é lavada a cana, depois triturada, aonde é separado o bagaço com o caldo, o caldo é levado para a caldeira aonde vira combustível, açúcar, vinhaça, etc.”

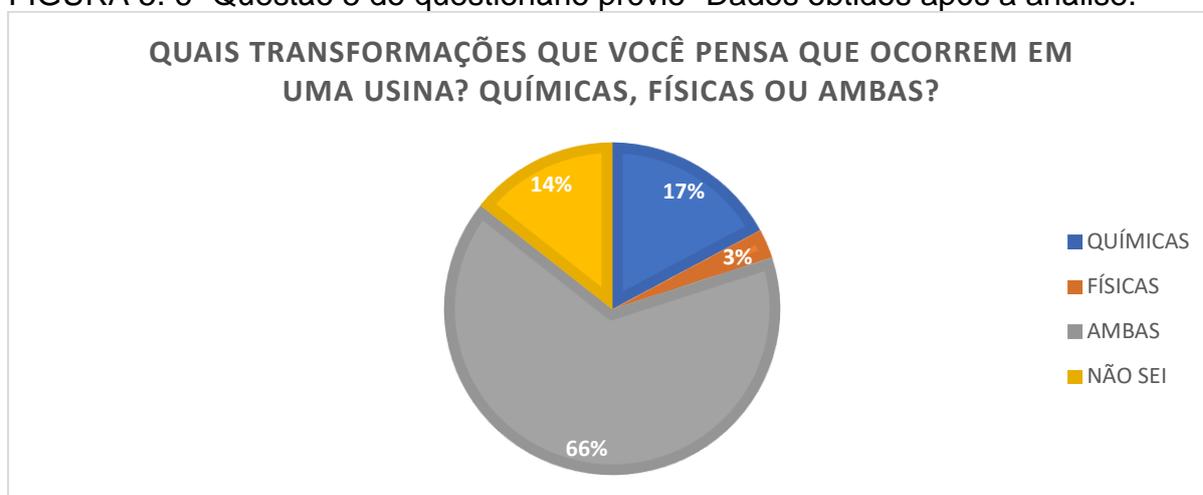
Na ocasião que a professora de Geografia trabalhou o cultivo da cana em nossa região, abordou-se o ponto de vista da área utilizada e a quantidade de cana processada pela usina. Mesmo o foco da visita sendo outro, nesse momento, os alunos foram capazes de lembrar certos processos que acontecem na usina, como as etapas pela qual a matéria prima, nesse caso a cana de açúcar, é submetida até a extração do açúcar e a produção do álcool.

Portanto podemos ressaltar mais uma vez a importância da utilização de ambiente de ensino não formal na formação dos estudantes e no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

A última pergunta do questionário buscou relacionar os conhecimentos prévios sobre transformações e sua relação com os processos que ocorrem na usina.

Os alunos foram sucintos em suas respostas. Assim foram criadas basicamente três categorias: Químicas, Físicas, Ambas e Não sei. Os dados analisados se encontram no gráfico abaixo.

FIGURA 5. 6- Questão 5 do questionário prévio- Dados obtidos após a análise.



A maior parte dos alunos, 66% respondeu que ocorrem tanto transformações químicas como físicas. Já 17% acreditam que sejam apenas transformações químicas, o que mais uma vez, evidencia a relação visual com a classificação utilizada. Assim sendo, uma parte dos alunos demonstram dificuldade em identificar mudanças a nível microscópico na estrutura da matéria em transformações químicas.

Apenas 3% acreditam que ocorrem apenas transformações físicas e o dado que nos chama a atenção foi que 14% dos alunos não souberam responder a tal pergunta, alunos esses que em alguns meses terão concluído o Ensino Básico. Observa-se também uma dificuldade de refletir sobre a questão e relacionar o conceito de transformação com um meio produtivo tão próximo de sua realidade, sendo que muitos desses alunos acabam iniciando ali suas vidas profissionais. Tal fato demonstra a necessidade da Escola buscar romper com a abordagem tradicional,

muitas vezes desmotiva e não contribui da forma que se espera para uma aprendizagem significativa de seus alunos.

Os estudantes devem ser motivados a refletir com atividades que os coloquem como agentes ativos da própria aprendizagem, sendo este um dos objetivos do presente trabalho, como já se ressaltou anteriormente. Espera-se que os alunos devam reconhecer as transformações químicas e físicas e serem capazes de descrevê-las utilizando a linguagem científica desses fenômenos. Isso é fundamental para se tornarem cidadãos críticos e reflexivos e, assim, exercerem seus papéis em uma sociedade cada vez mais dominada por novas tecnologias.

Adriana

“Na minha opinião ocorre as duas transformações devido ao tratamento que ocorre na usina na transformação da cana em álcool e do bagaço em açúcar.”

Bianca

“Química e física. Por que a cana de açúcar oferece só sua garapa e com essas duas reações eles podem se transformar em açúcar ou álcool.”

Caio

“Ambas, o processo de extração do álcool passa por várias análises químicas, o açúcar passa por análises químicas e físicas pois precisa ser queimado e tanta queima altera a atmosfera também.”

Débora

“Ocorrem transformações químicas e físicas.

Químicas para o processo de açúcar e álcool e eles usam o bagaço para produzir energia para a usina isso é um processo físico”

Elton

“Químicas”

Fábio

“Eu acho que são ambas, porque dentro da usina ocorrem processos químicos e físicos.”

## 5.2 Vídeo e Fluxograma

Os alunos assistiram a um vídeo com o título “Processo Industrial de Açúcar e Etanol” elaborado pela TV UDOP- União dos Produtores de Bioenergia, que descreve todas as etapas do processo de extração e produção do açúcar e etanol.

Em seguida os alunos receberam um fluxograma com o objetivo de identificar suas habilidades em diferenciar as etapas do processo e suas transformações como físicas ou químicas. No entanto, nesta etapa com o auxílio do recurso visual, pois os alunos visualizaram cada etapa do processo no vídeo apresentado.

Os fluxogramas respondidos totalizaram 31, sendo que em alguns casos as etapas não foram classificadas resultando em algumas diferenças quanto ao número de respostas.

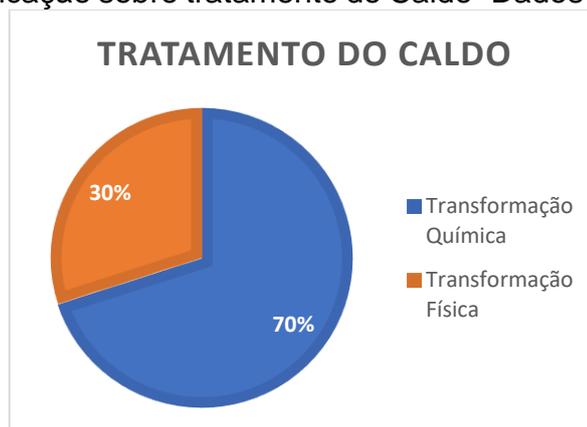
**TABELA 5. 1- Dados obtidos no fluxograma.**

<b>Etapa</b>	<b>Transformação química % e número de alunos</b>	<b>Transformação física % e número de alunos</b>	<b>Total</b>
Centrifugação	19% (6)	81%(25)	31
Cozimento	74%(23)	26%(8)	31
Decantação	38%(11)	62%(18)	29
Desidratação	61%(17)	39%(11)	28
Destilação	77%(24)	23%(7)	31
Evaporação	48%(15)	52%(16)	31
Fermentação	90%(28)	10%(3)	31
Filtração	48%(11)	52%(12)	23
Secagem	13%(4)	87%(27)	31

Tratamento do caldo	70%(21)	30%(9)	30
---------------------	---------	--------	----

Os resultados obtidos e analisados estão descritos no gráfico abaixo de acordo com cada etapa do processo:

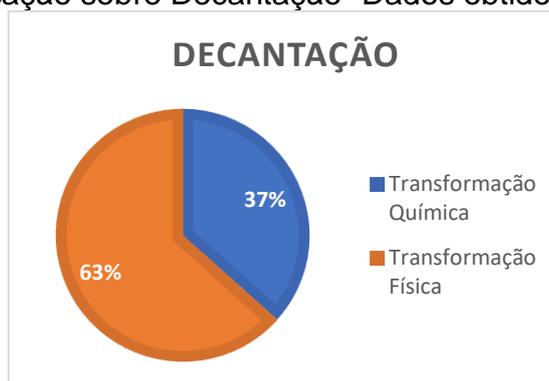
FIGURA 5. 7 - Classificação sobre tratamento do Caldo- Dados obtidos após a análise.



A etapa que diz respeito ao tratamento que o caldo da cana de açúcar é submetido teve 30 respostas, sendo que 70% dos alunos (21), a classificaram como transformação química. Os alunos, em sua maioria, podem ter feito essa classificação devido ao fato do vídeo relatar que nessa etapa várias substâncias são acrescentadas. Podemos associar essa relação aos critérios que alguns alunos utilizaram para classificar transformações químicas em seus questionários prévios, pois é necessário acrescentar produtos para que ocorra tal transformação de acordo com algumas respostas. E mesmo essa etapa, durante o vídeo, deixar bem claro que substâncias são adicionadas proporcionando um cozimento do caldo, 30% (9) ainda a denominaram como um processo físico.

A dificuldade em classificar pode estar associada à forma como o tema foi abordado anteriormente, quando apresentado aos alunos. Relacionar o que se estuda na escola e situações do cotidiano inibe o desenvolvimento tanto da alfabetização científica como uma aprendizagem significativa.

FIGURA 5. 8- Classificação sobre Decantação- Dados obtidos após a análise.



Nessa etapa tivemos 30 respostas, sendo que 38% (11) tratam decantação como um processo químico, mesmo se tratando de um processo de separação simples, relativamente corriqueiro o que sugere que os alunos se confundiram no momento da classificação.

No entanto 62%(18) dos alunos classificaram corretamente como um processo físico que ocorre em razão da diferença de densidade dos componentes da mistura, o que mostra que os alunos apresentam um certo conhecimento desse método de separação.

FIGURA 5. 9 - Classificação sobre Filtração- Dados obtidos após a análise.



A classificação da etapa referente à Filtração indica uma dificuldade muito grande, não só na diferenciação entre transformações físicas e químicas, como também a dificuldade em entender processo de separação de misturas.

O primeiro indicador foi o número de respostas. Apenas 23 alunos fizeram a classificação, sendo que os demais não responderam. E o segundo indicador é que 48% dos alunos classificaram a filtração como um processo químico.

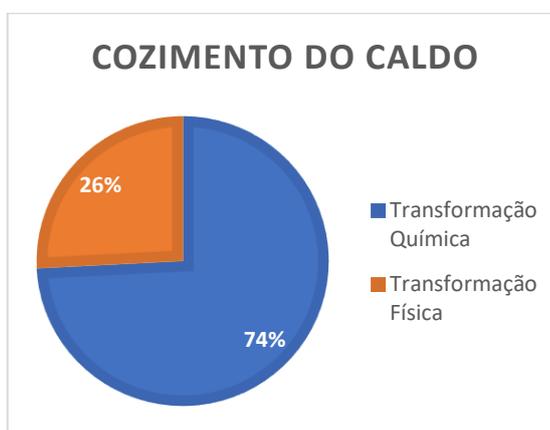
Observa-se que a filtração é um dos métodos muito utilizado no cotidiano dos alunos, pois se trata de um processo fundamental para o preparo de um café, por exemplo. É importante que os alunos saibam relacionar a ciência e seu cotidiano, pois tal dificuldade pode estar associada a imaginarem que a o processo de filtração que ocorre em uma usina não é o mesmo processo que ocorre em suas casas, evidenciando novamente a dificuldade de relacionar seu cotidiano com sua vida escolar, o que muitas vezes, é tratado separadamente.

FIGURA 5. 10 - Classificação sobre Evaporação- Dados obtidos após a análise.



Já a evaporação que é um processo físico, que trata da mudança de estado físico da matéria, foi classificada por 52% dos alunos (16) como transformação física. Nesta etapa todos os alunos realizaram a classificação (31 respostas) evidenciando uma familiarização com o conceito, mesmo sem o entendimento de quase metade dos alunos, evidenciando uma dificuldade em reconhecer e utilizar termos científicos.

FIGURA 5. 11 - Classificação sobre cozimento do caldo- Dados obtidos após a análise.



No caso do cozimento e de acordo com os exemplos citados pelos alunos no questionário prévio, relacionando o preparo de alimentos com transformações químicas, podemos observar um maior número de associações onde 74% dos 31 alunos que realizaram a classificação do cozimento como transformação química.

Pode ser explicado pelo termo cozimento visualizado durante o vídeo e a relação com as respostas dos alunos no questionário prévio, em que a maioria das respostas dos estudantes ao mencionar exemplos de transformação química, citaram a categoria “alimentos”. Sendo assim, os alunos conseguem fazer a classificação quando os termos utilizados estão presentes em seu cotidiano, mas apresentam dificuldades em transpor essa barreira, quando a linguagem científica é empregada, como podemos verificar em classificações anteriores.

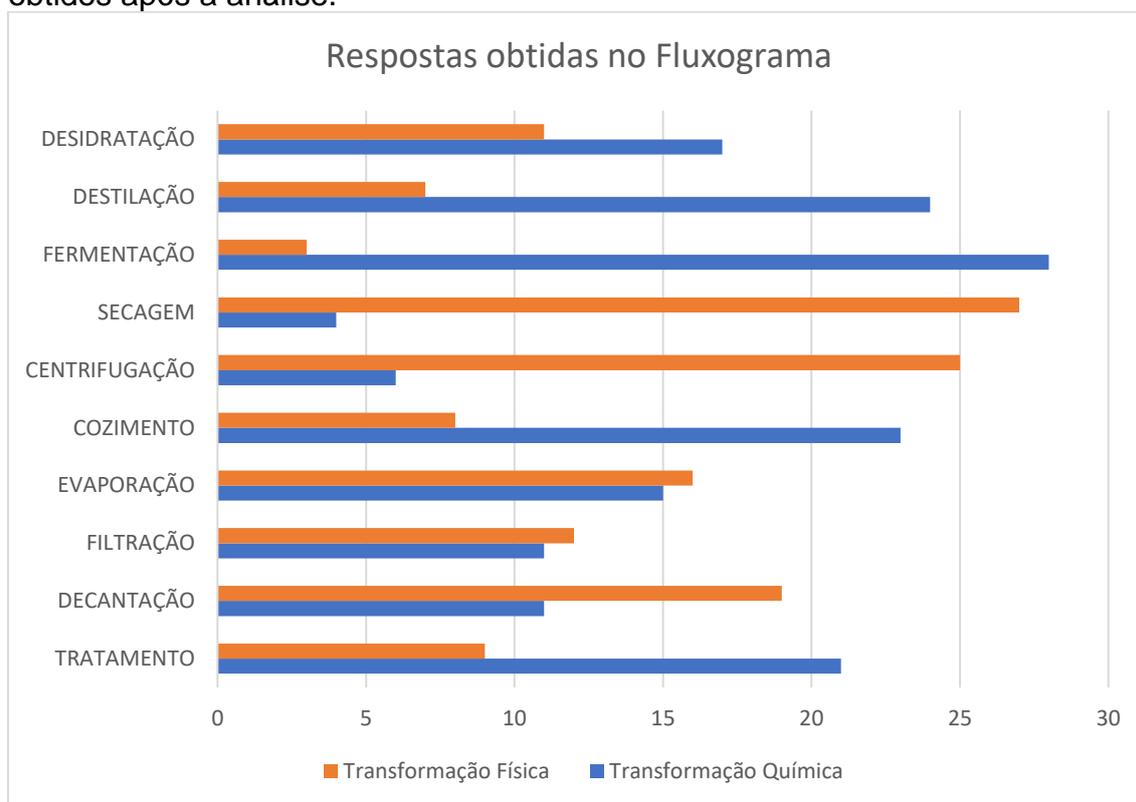
FIGURA 5. 12- Classificação sobre Destilação- Dados obtidos após a análise.



Já no caso da técnica de destilação se evidencia que se obtiveram os dados mais “preocupantes”, pois se trata de um processo físico utilizado para separar misturas. No entanto a maioria, 77% (24 alunos) classificou o processo como transformação química. Podemos entender aqui que os estudantes, em sua maioria, não demonstraram um domínio das habilidades e competências necessárias para relacionar e diferenciar transformações físicas ou químicas e, limitando assim sua alfabetização científica evidenciando uma aprendizagem pouco significativa.

De forma geral as classificações que não apresentaram grande dificuldade, incluindo as citadas e discutidas anteriormente, foram plotadas no gráfico abaixo:

FIGURA 5. 13 - Gráfico sobre todos processos abordados no fluxograma- Dados obtidos após a análise.



As respostas obtidas no fluxograma deixam claro, mesmo com o auxílio do vídeo, a dificuldade que os alunos encontram em classificar as transformações como químicas ou físicas com exceção das etapas que estão diretamente ligadas com seu cotidiano, como Secagem, por exemplo.

Um dado que se destacou entre os demais foi classificar a destilação com um processo físico, por 77% dos alunos, sendo esse processo utilizado na separação de misturas com diferentes tipos de pontos de ebulição, sem formas novas substâncias, um dos princípios para diferenciar transformações químicas de transformações físicas.

### 5.3 Aula Dialogada

Uma aula foi ministrada de forma dialógica abordando os processos de separação que ocorrem durante a produção de açúcar e álcool com um foco maior nos processos de destilação simples e destilação fracionada. Esses dois processos

receberam um foco maior devido as respostas obtidas na atividade em que preencheram o fluxograma.

Consoante a BOULTER & GILBERT (1995) em uma abordagem dialógica o professor estimula e orienta o compartilhamento de ideias inerentes ao processo de ensino e aprendizagem debatendo as opiniões de todos que fazem parte da atividade em sala de aula. Essa atitude demonstra o envolvimento do professor, para que os alunos façam parte do próprio processo de ensino-aprendizagem, guiando as ideias apresentadas e os conceitos científicos envolvidos. A ideia era proporcionar aos alunos uma abordagem diferenciada da abordagem tradicional, na qual os estudantes acabam assumindo um papel de meros espectadores. Porém, os alunos em questão já trabalham, na maior parte do tempo, há mais de onze anos, de maneira tradicional, o que comprometeu de forma significativa a atividade.

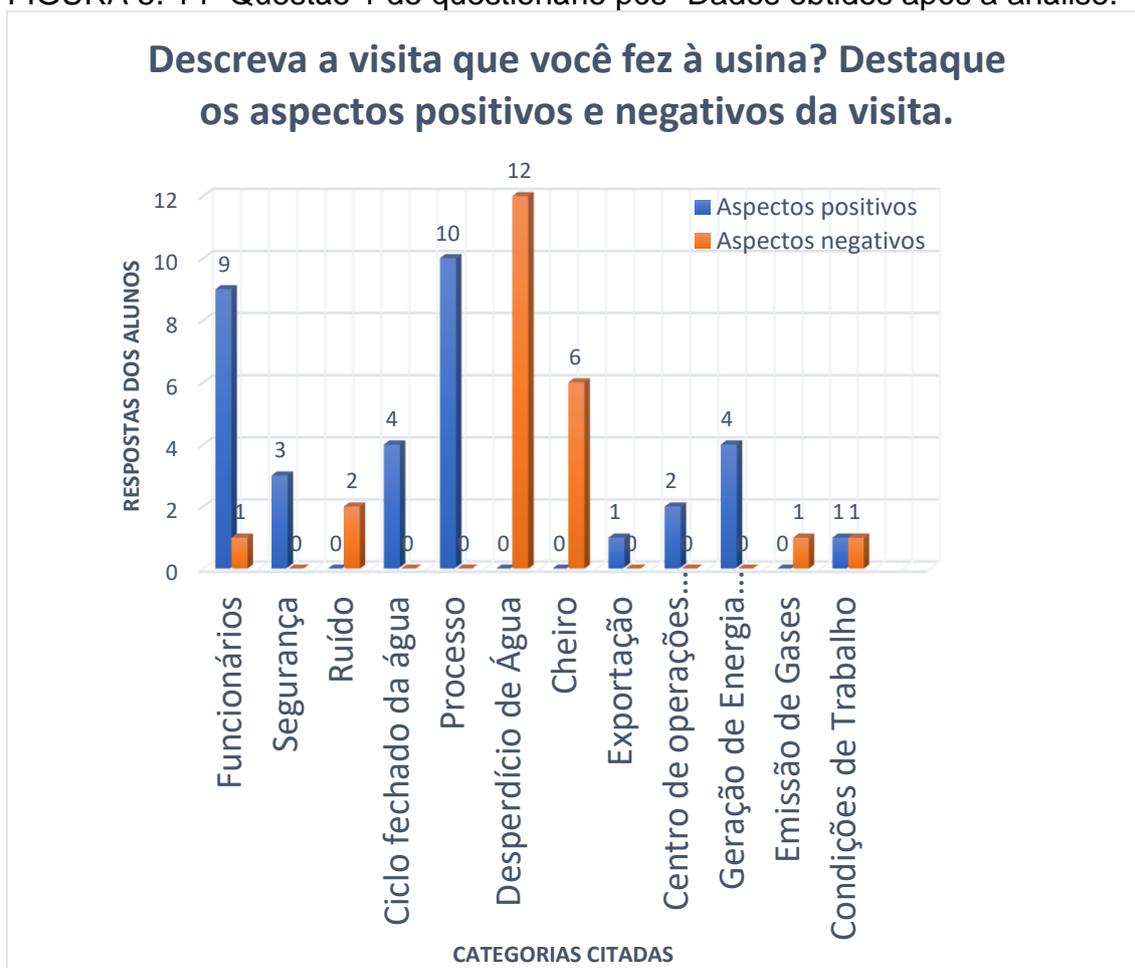
O professor utilizou um computador e o Datashow no desenvolvimento da aula e ao término, solicitou aos alunos escreverem em seus diários as suas impressões e reflexões a respeito das ideias apresentadas e debatidas durante a atividade. No entanto, os alunos tiveram dificuldade e foram basicamente descritivos.

#### **5.4 Questionário Pós**

Foram obtidos 31 questionários pós e os dados foram tratados e analisados de acordo com análise categorial de BARDIN (2006) e para cada questão.

A primeira questão trata dos aspectos positivos e negativos dentro da concepção de cada aluno. As respostas foram agrupadas em categorias, o gráfico abaixo representa os dados:

FIGURA 5. 14- Questão 1 do questionário pós- Dados obtidos após a análise.



Entre as categorias citadas, duas chamaram a atenção durante a análise.

A categoria que se destacou foi a forma com que os alunos citaram positivamente o processo como um todo. Uma parcela significativa dos alunos, aproximadamente 30% deles, destacaram o processo desenvolvido na produção de açúcar e álcool como um ponto positivo da visita. Este dado evidencia que os alunos se interessam e foram motivados durante a visita a entender as transformações que ocorrem na usina, ressaltando a potencialidade da utilização de ambientes de ensino não formais. Na concepção de MARANDINO; SELLES; FERREIRA (2009) a importância desses espaços cresceu muito após os avanços tecnológicos e científicos e, assim, a alfabetização científica se faz necessária para todas as classes sociais.

Em ambientes fora da escola é que os alunos podem visualizar prática e teoria, ou seja, a práxis educativa, como pode ser observada na motivação e interesse dos estudantes durante a visita.

Um aspecto que julgaram negativo, refere-se, em relação ao que visualizaram, mais citado (12) foi o desperdício de água. Essa resposta foi justificada pelo número de funcionários utilizando mangueiras para lavar os mais diversos maquinários e até mesmo o chão de um setor que se encontrava a céu aberto. Tal preocupação demonstra que os alunos possuem consciência do uso racional da água e preocupação com o meio ambiente. Este, por sua vez, é um dos focos da educação CTSA: possibilitar o posicionamento dos alunos frente a questões como essa.

A segunda questão indagava aos alunos sobre qual etapa do processo eles acharam mais interessante. Tais etapas foram denominadas de acordo com a apresentação feita pelos monitores durante a visita.

As etapas e as respostas obtidas pelos alunos possibilitaram construir o gráfico abaixo:

FIGURA 5. 15 - Questão 2 do questionário pós- Dados obtidos após a análise.



A maioria dos alunos escolheu o Laboratório (13 respostas), segundo a importância da análise feita nessa etapa, sendo este setor fundamental para estimar a qualidade da matéria prima e, assim, controlar de forma adequada seu

processamento. Tal escolha pode estar associada ao foco com que os guias explicaram e valorizaram a importância dessa etapa, ressaltando a necessidade do conhecimento científico no processo de produção do açúcar e do álcool.

Para QUEIROZ (2004), principalmente no Ensino Médio, os conhecimentos devem ter significado, uma função para o aluno, de modo que seja possível prever ou explicar como sistemas ou materiais irão se comportar tanto de forma prática como teórica, seja em um laboratório ou na vida real. No momento que os alunos estiveram no laboratório, eles puderam presenciar a teoria e a prática sendo aplicadas de forma conjunta, como propõe o autor.

As respostas escolhidas abaixo destacam uma clareza a respeito do que os alunos presenciaram e a utilização de uma linguagem envolvendo conceitos científicos, que não foi observada no geral nos questionários prévios.

Bianca

“Na minha opinião foi onde ela passa por análise que mostra o teor de sacarose.”

Roberto

“Amostragem. Eles retiram uma amostra que é levada para o laboratório e ali eles retiram quase toda a informação da cana.”

Maitana

“A etapa que achei mais interessante foi a análise da cana, que ocorre logo no início e a moagem que separa o bagaço que vira energia (usada pela própria usina) e o caldo que é separado em dois, para a produção de açúcar e álcool.”

Jurandir

“A análise da cana, pois assim sabem que o final do produto, sabendo se o açúcar ficará bem cristalizado ou ficará com um tom mais amarelado. Achei esse processo bem interessante, e bem produtivo para a usina.”

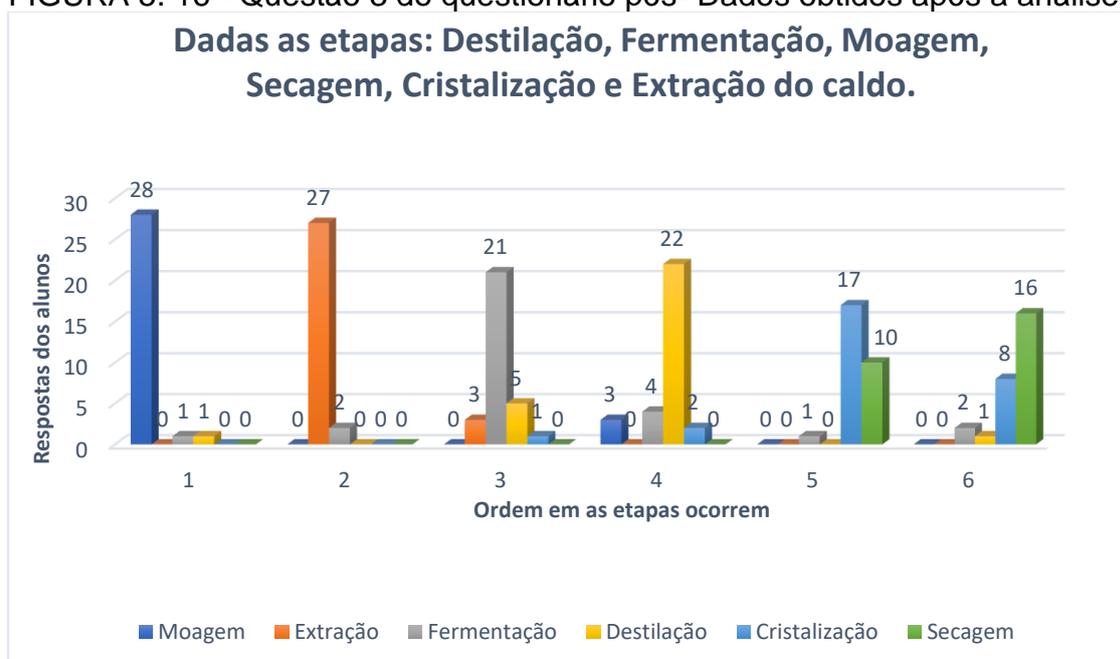
A aluna Maitana destaca o fato da usina gerar a energia elétrica que consome utilizando o bagaço da cana, aspecto relevante do ponto vista ambiental e econômico.

A terceira pergunta questionava aos alunos sobre a ordem em que os processos ocorrem na usina e se podem classificá-los como processos físicos ou químicos.

Para uma melhor análise da questão foi subdividida em duas. A primeira trata de como os estudantes ordenaram as etapas e, a segunda, de como classificaram cada uma delas, de acordo com o critério de transformação física ou química.

O primeiro gráfico apresenta as etapas na ordem em que acontecem e foram apresentadas aos alunos durante a visita e as respostas obtidas pelos alunos. Por exemplo, 28 colocaram que a moagem é a primeira etapa, 1 aluno julgou que foi a fermentação e mais um a destilação.

FIGURA 5. 16 - Questão 3 do questionário pós- Dados obtidos após a análise.

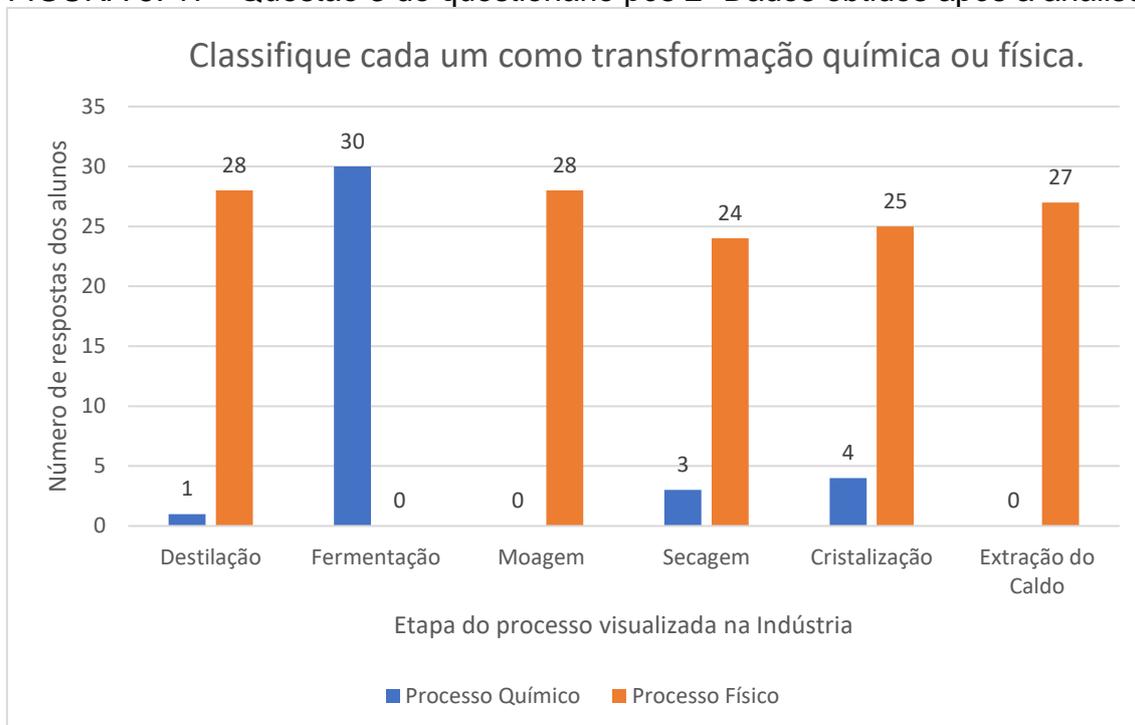


Podemos observar que em todos os casos a grande maioria dos alunos conseguiu classificar de forma correta a ordem em que às etapas ocorrem.

As etapas secagem e cristalização criaram uma certa confusão ao serem classificadas quanto a sua ordem. Tal dúvida pode estar associada ao fato de ambos processos serem apresentados no mesmo momento da visita, não sendo trabalhados de forma exclusiva, como nos demais processos. Portanto, os estudantes tiveram dificuldade em discernir qual das etapas seriam subsequentes a outra.

Na segunda etapa da análise da terceira questão estão às classificações que os alunos realizaram sobre cada etapa como um processo físico ou químico.

FIGURA 5. 17 - Questão 3 do questionário pós 2- Dados obtidos após a análise.



Podemos analisar e observar uma apropriação por parte dos alunos em relação a classificar uma transformação como física ou química comparando suas respostas com as repostas do questionário prévio.

O destaque é a classificação da destilação por 100% dos alunos como um processo físico e não químico, como 77% classificou no início deste trabalho.

A quarta questão se refere ao funcionamento da usina e estava presente no questionário prévio. Os alunos deviam explicar de forma resumida como ocorre o seu funcionamento. Alguns alunos já haviam visitado à usina em outro momento,

embora recordassem vagamente, a maioria 68%, responderam no questionário prévio que ainda não conheciam o funcionamento de uma usina.

As respostas selecionadas evidenciam uma apropriação de termos ausentes em suas respostas no questionário prévio, no caso dos estudantes que responderam que conheciam o funcionamento da usina:

Adriana

“A partir do momento que a cana chega a usina é colhida uma amostra de bagaço de cada caminhão para ver a quantidade de açúcar que contém, depois a carreta é descarregada na moagem ela é moída e destilada em seguida é extraído o caldo aí ele é fermentado e secado e por último cristalizado para a comercialização.”

Bianca

“Primeiramente ela passa por uma pesagem, depois ela é encaminhada para uma análise para tirar a sacarose da cana, depois ela passa por um transbordo que depois a esteira leva para a moagem, com isso eles tiram o caldo e o bagaço.

Débora

“Primeiramente a cana de açúcar chega na usina, depois eles pegam uma pequena quantidade de açúcar para passar pelo laboratório para medir a quantidade de sacarose quem tem na cana e passa pela moagem, depois o caldo vai para fermentação e depois para a destilação para separar o álcool do açúcar.”

Existem alguns erros conceituais nas respostas, como na resposta da Débora que diz que a destilação separa álcool do açúcar. No entanto, em relação às respostas obtidas nos questionários prévios, podemos observar respostas mais elaboradas e a utilização de termos como “sacarose”, “fermentação”, “moagem” entre outros, evidenciando a apropriação da linguagem científica durante o processo.

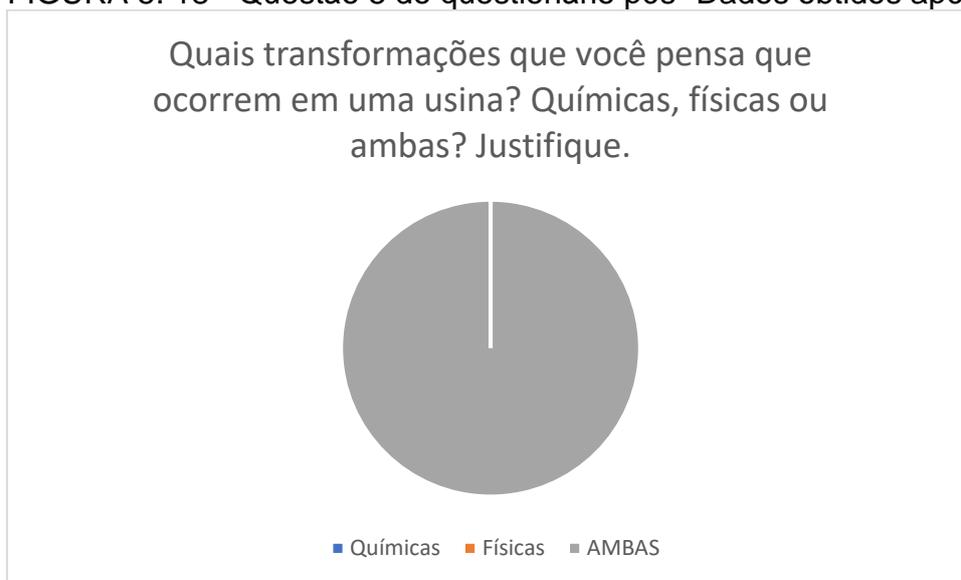
Podemos visualizar através da resposta da aluna Débora em seu questionário prévio:

“Quando a cana chega na usina ela é moída e lá dentro ocorre as transformações químicas, para o processo de açúcar e álcool.”

A escrita dos estudantes evidencia indícios de uma aprendizagem significativa ao descrever suas experiências durante a visita comparando-se ao questionário prévio, o que só enfatiza a importância do uso de ambientes de ensino não-formais, nos quais os alunos podem vivenciar situações reais e desenvolver um papel ativo em sua aprendizagem.

A quinta e última pergunta do questionário, que assim como a terceira e a quarta, forma aplicadas no questionário prévio, indaga aos alunos a qual tipo de transformações ocorrem em uma usina. O resultado está apresentado no gráfico:

FIGURA 5. 18 - Questão 5 do questionário pós- Dados obtidos após a análise.



Mais uma evidência de que os alunos conseguiram distinguir as diferenças entre os processos físicos e químicos e tomada de decisão em relação a questionamentos relacionados ao tema.

Adriana

“Ambas, pois é utilizada a transformação química na fermentação para a produção de novas substâncias.”

Na resposta da Adriana ela justifica fazendo referência ao processo de fermentação, afirmando que ocorre formação de novas substâncias, linguagem esta claramente obtida após a visita, bem diferente de sua resposta no questionário anterior:

“Na minha opinião ocorre as duas transformações devido ao tratamento que ocorre na usina na transformação da cana em álcool e do bagaço em açúcar.”

Ressalta-se assim, o potencial de ambientes de ensino não-formais no aprendizado do aluno. Para LEAL e SOUZA (1997) alfabetização científica é o que o público escolar deve conhecer sobre CTS (ciência, tecnologia e sociedade), tendo como base conceitos adquiridos nos mais diversos contextos como escola, museus, revistas, etc. As atividades realizadas em todo o projeto, com exceção do transporte até a usina, foram custeadas pelo professor, o que não é possível de ser feito durante todo o ano letivo.

Dentro de todas as atividades o Professor tem um papel fundamental no desenvolvimento das práticas, sendo um mediador entre o aluno e o conhecimento científico. No entanto, como citado acima, a falta de recursos e a precarização das redes públicas acabam sendo grandes desafios para o profissional docente desenvolver bem o seu trabalho. Porém, mesmo com essas limitações é possível desenvolver aprendizagens diferenciadas em determinados momentos. Contudo, seria ideal que trabalhos assim, fossem desenvolvidos de forma contínua nas unidades escolares.

## **5.5 Feira do Conhecimento**

Os alunos foram motivados pelo professor a refletir de que forma poderiam compartilhar suas experiências com os demais alunos da escola, professores e comunidade.

Os próprios alunos organizaram uma feira do conhecimento, na qual reproduziram por meio de maquetes, vídeos e experimentos, as etapas da produção de açúcar e álcool.

No total foram cinco grupos, cada um responsável por um tema:

TABELA 5.2 – Tabela descrevendo a metodologia de cada grupo.

<b>Grupo</b>	<b>Descrição da apresentação</b>	<b>Materiais utilizados</b>
Entrada de matéria prima	Como é feita a pesagem e análise da cana que chega a usina	Maquete
Extração do Caldo e Cristalização do açúcar	Os métodos de extração do caldo da cana durante a moagem e a forma como o caldo é tratado e o açúcar é cristalizado	Maquetes, Vídeos e amostras de xarope e açúcar obtidos na própria usina.
Caldeira	A forma como a usina produz toda a energia utilizada na usina e a forma como seu calor é utilizado em etapas como o cozimento do caldo.	Maquetes e vídeos
Destilaria com experimento de destilação caseiro	A destilação como método de separação do álcool de outros líquidos.	Sistema de destilação caseiro e vídeo.
Centro de controle.	Toda a destilação e a principal caldeira é controlado por um centro de comando onde profissionais monitoram e controlam todo o processo por computadores	Cartaz

;

FIGURA 5. 19 - Entrada de matéria prima



FIGURA 5. 20 - Extração do Caldo e Cristalização do açúcar



FIGURA 5. 21 - Caldeira



FIGURA 5. 22 – Destilaria com experimento de destilação caseiro



Todas as salas da Escola visitaram a feira e assistiram a cada grupo apresentar a etapa pela qual era responsável, obedecendo a mesma ordem que o processo ocorre na usina.

A feira do conhecimento, foi fundamental para que os alunos se aprofundassem ainda mais na temática abordada, pois como foi observado, em toda a feira existia um consenso dos estudantes que quando devemos explicar algo a alguém, devemos ter certeza daquilo que se explica. Tal observação feita pelo professor se baseia na necessidade de tirarem todas as dúvidas antes que os outros alunos fossem visitar a feira.

Essa postura revela o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, que segundo COLL e VALLS (1998) são um conjunto de ações sequenciadas com metas e objetivos. Trata-se do fazer e agir de maneira eficaz.

Os alunos se sentiram motivados e assumiram um papel ativo em seu processo de ensino aprendizagem, situação fundamental para promover uma aprendizagem significativa.

## **5.6 Diários**

De acordo com a análise dos diários que os alunos utilizaram durante todo o processo, foi possível reconhecer uma linguagem de caráter descritivo. Os relatos basicamente narram a atividade realizada, sem a presença de uma reflexão sobre os conceitos abordados, como foram orientados e discutidos pelo professor.

A presença de diversos relatos que indicaram uma maior motivação por parte dos alunos se destacou nos diários. Em todas as atividades os estudantes destacaram a necessidade de atividades “diferentes”, ou seja, aquelas que os motivem.

O maior número de discursos de caráter motivador foi encontrado nos relatos referentes à Feira do Conhecimento, na qual os alunos tiveram um papel ativo em sua aprendizagem e utilizaram suas experiências dentro do projeto para compartilhar os conhecimentos solidificados com a comunidade escolar.

Os alunos se sentiram incentivados e realizaram um ótimo trabalho, explicando de forma clara e objetiva, com o auxílio dos instrumentos e materiais (maquetes, vídeos e experimentos) elaborados exclusivamente por eles.

Como podemos observar abaixo:

Silvia

Sinceramente posso dizer que a  
nossa apresentação (use trabalho ao  
todo) foi sensacional. Eu aprendi  
muito, me fez perder a vergonha que  
eu tinha e me fez querer mais traba-  
lhos assim. Valeu os esforços e o  
empenho de cada um, foi uma grande  
responsabilidade da qual todos  
cumpriram. Obrigada pela experiência  
#MAISPROJETOSASSIMEUAPROIO#

A postura e aprendizado apresentado pelos alunos em conteúdos atitudinais e procedimentais foram demonstradas em alguns relatos sobre a feira e em observações realizadas pelo professor.

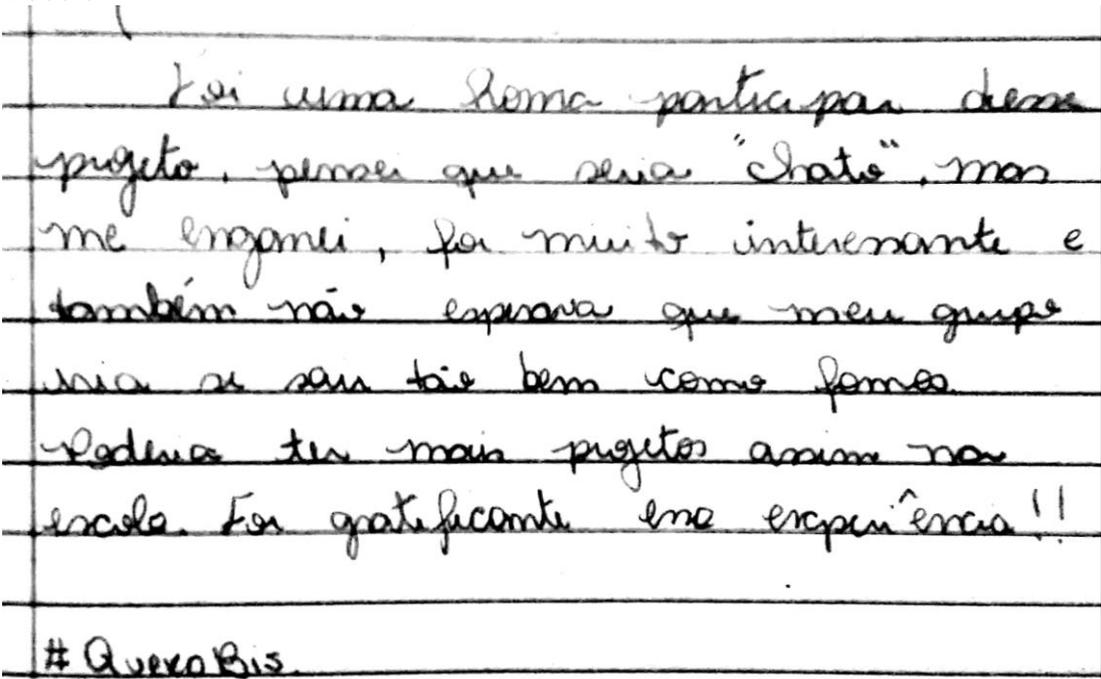
Nessas observações, manifesta-se de forma clara suas impressões e reflexões, fato até então ausente em outros relatos. Tais conjecturas evidenciaram um avanço no desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes envolvidos no projeto.

É importante observar aqui a presença de elementos significativos na fala da aluna como “aprendi muito” indicando uma consciência do conhecimento adquirido e um envolvimento emocional durante o trabalho, assim como “valeu o esforço”, “empenho” assumindo que a atividade exigiu dedicação, mas se sentiu recompensada.

Para SILVA ET AL (2009) os professores devem sempre buscar novas formas que conduzam o aluno a refletir e interagir com o ensino de química, para que ele possa se aprimorar e aprender de forma significativa os conceitos científicos, contribuindo assim, para a sua formação como cidadão. O relato da aluna demonstra essa interação com o ensino de química e sua reflexão a respeito do seu papel na atividade desenvolvida.

No entanto, em um cenário tão contestado quanto a escola pública, onde observamos no cotidiano uma constante falta de motivação e comprometimento, obter um relato como esse, no qual a aluna admite que “foi uma grande responsabilidade” e que “todos cumpriram”, é gratificante e deve servir de exemplo para que práticas como essa, mesmo com tantas dificuldades (estrutura, recursos, espaços físicos adequados) sejam desenvolvidas com maior frequência.

Débora



Foi uma honra participar desse projeto, pensei que seria "chato", mas me enganei, foi muito interessante e também não esperava que meu grupo iria se sair tão bem como fomos. Poderia ter mais projetos assim na escola. Foi gratificante em experiência!!

# Quero Bis.

Nesse outro relato podemos observar que a aluna em um primeiro momento assumiu a ideia de que seria “chato”, mas que considerou uma “honra” participar e assumiu que se enganou, assim como também admitiu se enganar quando declarou “não esperava que meu se saiu tão bem como fomos”. Fica evidenciada a importância do trabalho em grupo no desenvolvimento de uma aprendizagem colaborativa.

Outra fala que chamou a atenção foi “poderia ter mais projetos assim” sendo que na verdade, as aulas deveriam envolver os estudantes o ano todo e não apenas em projetos.

Em alguns momentos os estudantes surpreenderam. Em um deles, ao final da Feira, um aluno me questionou dizendo: “Agora nós vamos voltar a ter aula

de química?”, deixando evidente a forma como ele entende que aula se resume a lousa, caderno e livros, dentro de um ambiente formal.

Tal declaração me fez refletir e retomar os pensamentos que motivaram a fazer o mestrado, a desenvolver a capacidade dos alunos e proporcionar uma aprendizagem efetiva, de modo a romper a linha de pensamento em que aula é apenas na escola e de forma tradicional. Outro momento significativo foi a preocupação dos alunos com o desperdício de água observado na usina, como descrito nos questionários pós.

Por vezes subestimamos o senso crítico dos alunos e esse foi um dos momentos que entendi que o docente não deve fazer isso. Infelizmente esses momentos ocorreram de maneira informal e não foi descrito pelos estudantes em seus relatos e apenas no diário do professor. Foi possível também observar evidências do desenvolvimento do conteúdo procedimental, o saber fazer, pois toda a feira do conhecimento foi elaborada e aplicada pelos próprios alunos, resultando uma atividade prazerosa, lúdica e produtiva, fundamental para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados analisados indicam que a utilização de ambientes não formais de ensino promove situações que facilitam o entendimento das transformações químicas, possibilitando que o estudante desempenhe, um papel ativo em seu processo de ensino-aprendizagem.

No início, por ser uma abordagem metodológica até então desconhecida pelos alunos, houve uma resistência natural e, até mesmo desinteresse por parte de alguns estudantes. No entanto, motivar e proporcionar momentos em que o aluno seja protagonista de sua própria aprendizagem, foi fundamental para que as limitações apresentadas fossem vencidas. Todas as etapas do projeto foram fundamentais para o desenvolvimento dos estudantes e não somente a visita à Usina. A cada etapa os alunos foram demonstrando maior desenvoltura e autoconfiança.

O professor também aprendeu muito durante todas etapas, sendo que seu envolvimento como mediador dos estudantes, foi determinante para o desenvolvimento das atividades e para sua própria aprendizagem. O projeto proporcionou evolução profissional e pedagógica significativas, tendo em vista que, conduzir os alunos a assumirem efetivamente um papel ativo em sua aprendizagem, foi uma experiência inovadora e muito prazerosa. No entanto, é salutar destacar que essa abordagem, infelizmente, ainda é pouco desenvolvida na escola. Muitas vezes, a escassez de atividades que colocam o aluno como agente central de sua aprendizagem pode ser justificada pelo fato dos professores nunca terem trabalhado ou terem contato efetivo com essa abordagem. Tal realidade abre um leque de possibilidades em relação às pesquisas que vão desde a divulgação de trabalhos desta natureza para comunidade escolar às metodologias utilizadas nos cursos de Licenciatura.

Os estudantes assumiram realmente um papel ativo em sua aprendizagem visto que, na conclusão do projeto, a feira do conhecimento evidenciou diversas posturas que vão desde a elaboração da feira até sua apresentação à comunidade escolar.

É necessário que o tema tenha significado para o indivíduo e, assim, proporcionar uma aprendizagem significativa. Por isso, a escolha de uma usina, produtora de açúcar e álcool mostrou-se assertiva, pois despertou o interesse dos

alunos durante a visita pelos mais variados temas, desde a produção de energia às questões ambientais, como o desperdício de água, evidenciando assim, uma consciência ambiental e de cidadão.

O projeto evidenciou além dos indícios de aprendizagem dos alunos a importância de promover situações que envolvam o aluno de forma ativa e efetiva. Assim o jovem dedica-se ao próprio aprendizado, o que por sua vez, é essencial para que o professor se sinta motivado a trabalhar e a buscar, cada vez mais, desenvolver seus alunos, as suas práticas docentes e a si mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. C. O Encontro com a realidade docente. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 2001
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel, São Paulo: Moraes, 1982 .
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: edições 70, 2006
- BRAIBANTE, M. E. F. E; et al. A Cana-de-açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar. Química Nova na Escola, São Paulo, n 35, fevereiro 2013
- BRANDÃO, C. R. O que é educação. São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção Primeiros Passos).
- BRASIL. MEC/SEE. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2013.
- BRASIL, MEC/SEE. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.
- BELL, J. Projeto de Pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BOULTER, C. J. ; GILBERT, J. K. Argument and science education. In: Costello, P.J. M. e Mitchell, S. (edts). Competing and Consensual voices: the theory and practice of argument. Multilingual Matters LTD, 1995.
- CATANI, D. B. et al. (Org.). Docência, memória e gênero: estudos sobre formação. São Paulo: Escritura Editora, 1997
- CHAGAS, J. A. S. das. Obstáculos encontrados no processo de compreensão do conceito de reação química. Tese (Mestrado em Educação). UFPE. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/cap/images/aplicacao/artigofeiracap%20aercicio.pdf>>. Acesso em: 1 Jul. 2017
- CHASSOT, A. Para que(m) é útil o Ensino. Canoas: Ed. Da Ulbra, 1995. (2000). Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: o que é? Por quê? Como? \_\_\_\_ In: Educação ConSciência. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003. pp. 27-46
- COLL, C.; VALLS, E. A aprendizagem e o ensino dos procedimentos. In: COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- FOUREZ, G. (1994). Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael.

- GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 42, p. 31-53, 2006
- GIORDAN, M. Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências. Ijuí, RS: Editora da Unijuí, 2008.
- GIORDAN, M.. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43, 1999
- LEAL, M. C.; SOUZA, G. G. Mito, ciência e tecnologia no ensino de ciências: o tempo da escola e do museu. In: *Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Águas de Lindóia-SP, 27-29 nov, 1997
- LÜDKE, M; ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U., 1986.
- MANCUSO, R. Feiras de ciências: produção estudantil, avaliação, consequências. *Contexto Educativo Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*, La Rioja, n. 6, 2000. Disponível em: . Acesso em: 15 mar. 2017
- MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. *Ensino de Biologia: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- MORTIMER, E.F. e MIRANDA, L. Transformações. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, 1995.
- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio-Pesquisa em Educação e Ciência*, v. 2, n. 02, dez. 2002
- MOREIRA, M. A.. *A Teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em Sala de Aula*. Brasília: /editora da Universidade de Brasília, 2006
- QUEIROZ, S. L. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 1, 2004.
- RESSETI, R.R. O ensino de química através de temas geradores ambientais 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/70-4.pdf>>. Acesso em 12 set. 2016
- ROSA, M. I. F. P. e SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 8, NOV. 1998.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997. (Coleção educação)

SARRAMONA, J. Fundamentos de la educación. Perú: Grupo Editorial CEAC, 1984, p.27-47. Disponível em <<http://www.geocities.com/valdezprob/doc/concep.htm>>. Acesso em: 17 Dez. 2016.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, v. 17, p. 97-114, 2011.

SILVA, E. E. P.; Et Al.; O ensino de química na construção da cidadania, 49º Congresso Brasileiro de Química, Porto Alegre, 2009.

SILVA, R. R. et. al. Experimentar sem medo de errar. In *Ensino de Química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, Cap. 9, p. 231-261, 2010.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L. & DIAS, M. Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. *Ciência & Cultura*. v.57, n.4, Out/Dez. p.21-23. 2005.

ZABALZA, M. A.. Diários de aula. Contributo para o estudo dos Dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora. 1994.

## APÊNDICE A

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu Filho (a) está sendo convidado a participar da pesquisa: O Ensino de transformações químicas numa perspectiva CTSA: ênfase na produção de açúcar e álcool.

Esclarecemos que a referida pesquisa se trata de assunto científico atual e de grande importância em exames vestibulares e outros de avaliação de aprendizagem, tais como ENEM, por exemplo. A pesquisa foi planejada cuidadosamente de forma a proporcionar momentos motivadores de aprendizagem, que certamente contribuirão para o aprendizado de transformações químicas que ocorrem em uma usina, para isso usaremos uma sequência didática de ensino que terá como ponto de partida uma visita técnica em usina do setor sucroalcooleiro com enfoque no desenvolvimento das Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente para o ensino de transformações químicas no Ensino Médio, sobre a temática produção de açúcar e álcool, que será ministrada durante as aulas dos meses de abril e maio pelo professor/pesquisador Cristian Fernando Azevedo.

Durante o projeto, os dados de pesquisa educacional serão coletados através de questionários e diários, com o objetivo de compreender as metodologias de ensino que apresentam melhores resultados e a forma como os alunos interagem com o objeto de estudo. O objetivo do projeto é propor, realizar e avaliar se uma sequência didática que retire o aluno da condição de espectador passivo e torne a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana, desenvolver atitudes e valores comprometidos com a cidadania, com a preservação ambiental e com a diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas. A aprendizagem de conceitos químicos envolvidos em transformações químicas. Por tratar de assuntos sociais existe o risco dos (as) alunos (as) identificarem-se com as situações vivenciadas durante a pesquisa.

As informações obtidas por meio deste estudo serão utilizadas para fins de pesquisa educacional e como é tradição da Universidade Federal de São Carlos, serão tratadas com profissionalismo e o mais profundo respeito aos valores éticos e acadêmicos. Deste modo, todos os dados coletados serão utilizados exclusivamente para subsidiar a realização da pesquisa e nenhum aluno (a) será identificado em quaisquer das instâncias em que ela for apresentada. A qualquer momento o (a) aluno (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Abaixo, consta o pesquisador principal, que estará a sua disposição para tirar quaisquer dúvidas sobre este trabalho.

---

Cristian Fernando Azevedo  
 Pós-Graduando DQ/UFSCAR  
 E-mail: profcristian13@gmail.com  
 Fone: (16)981594687

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação de meu filho(a) na pesquisa e concordo em participar.**

**A pesquisadora me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)**

Nova Europa \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

Responsável pelo sujeito da pesquisa

## APÊNDICE B

### **Projeto: O Ensino de transformações químicas numa perspectiva CTSA: ênfase na produção de açúcar e álcool**

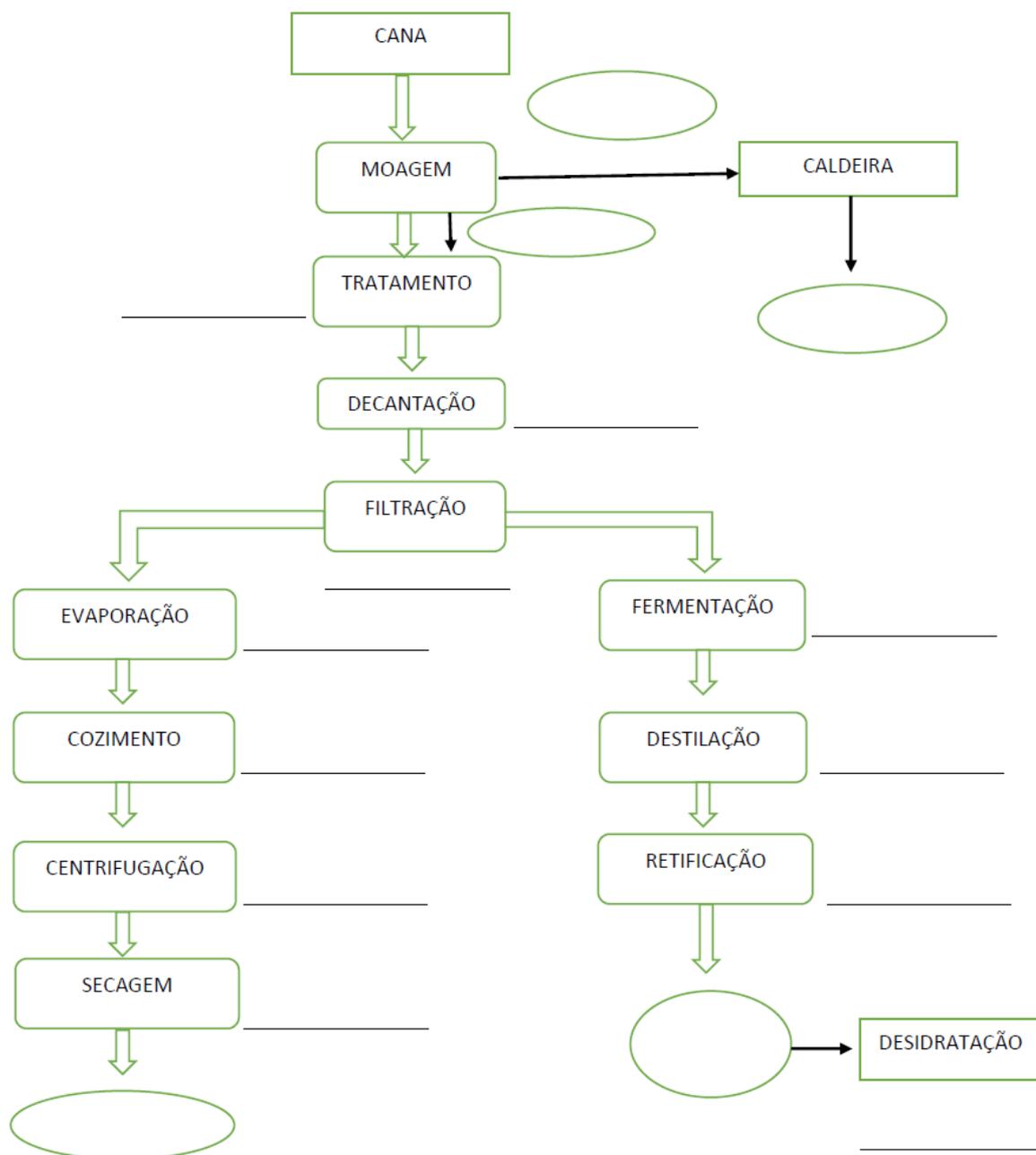
#### **Questionário Prévio**

1. No cotidiano ocorrem transformações físicas e químicas o tempo todo. Cite alguns exemplos destas transformações.
2. Baseando-se nos exemplos que você citou na questão anterior, classifique cada uma como transformação química ou física.
3. Qual ou quais conceitos você utilizou para identificar uma transformação como física ou química?
4. Você conhece como funciona uma usina de açúcar e álcool? Explique.
5. Quais transformações que você pensa que ocorrem em uma usina? Químicas, físicas ou ambas? Justifique.

## APÊNDICE C

### Projeto: O Ensino de transformações químicas numa perspectiva CTSA: ênfase na produção de açúcar e álcool

Complete cada balão com o produto da etapa que o antecede e cada traço classificando cada processo de acordo com o tipo de transformação: Física ou Química.



## APÊNDICE D

### **Projeto: O Ensino de transformações químicas numa perspectiva CTSA: ênfase na produção de açúcar e álcool**

#### **Questionário Pós**

1. Descreva a visita que você fez à usina? Destaque os aspectos positivos e negativos da visita.
2. A respeito das etapas do processo que você acompanhou, qual delas foi a mais interessante e importante na sua opinião? Justifique.
3. Dadas as etapas: Destilação, Fermentação, Moagem, Secagem, Cristalização e Extração do caldo. Coloque cada etapa em ordem de acordo com o processo existente e que você observou na usina e classifique cada um como transformação química ou física. Justifique.
4. Em relação as etapas do processo, como funciona uma usina de açúcar e álcool? Explique.
5. Quais transformações que você pensa que ocorrem em uma usina? Químicas, físicas ou ambas? Justifique.