

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

**“ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO:
RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E
ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR
MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL”**

Adriano Ribeiro Pereira*

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Omuro Lupetti

* Vínculo empregatício ETEC. Bento Carlos Botelho do Amaral e E.E. Jeremias de Paula Eduardo

São Carlos – SP
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

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

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Adriano Ribeiro Pereira, realizada em 03/12/2020.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti (UFSCar)

Profa. Dra. Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Profa. Dra. Roberta Cerasi Urban UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Química.

“Onde quer que haja mulheres e homens, há sempre o que fazer, há sempre o que ensinar, há sempre o que aprender”.

Paulo Freire

Agradecimentos

Agradeço a DEUS pela vida, aos meus pais pela educação e doutrina de vida, a minha esposa e meu filho Rafael.

Aos prestigiados professores do curso de Mestrado Profissional em Química.

A minha orientadora, Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti, pelo apoio, confiança e orientação no desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Núcleo Ouroboros pelo apoio ao projeto, o Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos membros da banca de seminário de qualificação, Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques e Profa. Dra. Roberta Cerasi Urban pelos esclarecimentos e sugestões dadas a pesquisa.

Aos membros da banca de defesa, Profa. Dra. Nyuara Araújo da Silva Mesquita e Profa. Dra. Roberta Cerasi Urban pelas contribuições dadas a esse trabalho.

Aos alunos, diretores e coordenadores das escolas estaduais “Jeremias de Paula Eduardo” e “Bento Carlos Botelho do Amaral”.

Ao professor e amigo Márcio e professora Juliana, pelo apoio no decorrer das etapas da pesquisa. Ao professor Ricardo por ter atuado como facilitador durante as aplicações dos questionários.

A professora Edna, pelo apoio e auxílio nas etapas de apresentações das SAs e traslado dos alunos da EJA.

A minha família pelo incentivo, apoio e amor.

E um agradecimento muito especial a mim, pela incansável dedicação e foco para obtenção do tão sonhado título do mestre.

Lista de Símbolos e Abreviaturas

A	Atividade / Coluna Esgotadora de Vinho
A1	Atividade 1/Coluna Epuradora de Vinho
AA	Açúcar e Álcool
AAAS	Associação Americana para o Avanço da Ciência
AC	Alfabetização Científica
ALESP	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
BRIX	Porcentagem de sólidos solúveis em solução açucarada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CPS	Centro Paula Souza
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Meio Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
D	Coluna concentradora de produtos voláteis
DOU	Diário Oficial da União
E	Estudante/ Aluno
EAC	Etanol Anidro Combustível
EE	Escola Estadual
EF II	Ensino Fundamental II
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EHC	Etanol Hidratado Combustível
EM	Ensino Médio
ETEC	Escola Técnica Estadual
FATEC	Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo
FOC	Faculdade Oswaldo Cruz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSP	Instituto Federal de São Paulo
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LAA	Laboratório de Açúcar e Álcool
LC	Letramento Científico
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC	Ministério da Educação
ONG	Organização Não Governamental
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PEB II	Professor de Educação Básica II
PCTS	Laboratório de Pagamento de Cana por Teor de Sacarose
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PET	Polietileno Tereftalato
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Contínua
Q	Questão
Qi	Questionário inicial
Qf	Questionário final
RenovaBio	Política Nacional de Biocombustíveis
SA	Situação de Aprendizagem
SAs	Situações de Aprendizagem
SECADI	Secretaria da Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade e Inclusão
SEE	Secretaria Estadual de Educação
SFAA	<i>Science for All Americans</i>
SDECTI	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação.
TAA	Técnico em Açúcar e Alcool
TACB	Teste de Alfabetização Científica Básica
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TBSL	<i>Test of Basic Scientific Literacy</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TF	Transformação Física
TQ	Transformação Química
UNIFEV	Centro Universitário de Votuporanga
UNIG	Universidade Iguçu
UNIUBE	Universidade de Uberaba
VHP	<i>Very High Polarization</i> “Polarização muito alta”

Lista de Quadros

QUADRO 5.1	Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos do TAA.....	45
QUADRO 5.2	Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos da EJA	52
QUADRO 5.3	Planejamento metodológico das atividades junto aos alunos do TAA e da EJA	54
QUADRO 6.1	SA1 Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar.....	66
QUADRO 6.2	SA2 Extração do caldo de cana-de-açúcar.....	66
QUADRO 6.3	SA3 Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica (caldeira).....	67
QUADRO 6.4	SA4 Tratamento do caldo de cana-de-açúcar.....	68
QUADRO 6.5	SA6 Destilação do vinho de levedurado.....	69

Lista de Figuras

FIGURA 4.1	Fluxograma resumido das seis etapas produtivas do setor sucroenergético.....	35
FIGURA 5.1	E.E. Jeremia de Paula Eduardo.....	39
FIGURA 5.2	ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral.....	40
FIGURA 5.3	Ilustração esquemática do planejamento metodológico.....	44
FIGURA 5.4	Fotos das atividades A2 e A4 de saudação audiovisual da EJA e TAA.....	48
FIGURA 5.5	Fotos da aplicação do design thinking.....	49
FIGURA 5.6	Fotos de apresentações das SAs na feira tecnológica (atividade A15).....	51
FIGURA 5.7	Fotos da sequência de apresentação das SA1, SA2 e SA3 para a turma A da EJA.....	57
FIGURA 5.8	Fotos da sequência de apresentação das SA4, SA5 e SA6 para a turma B da EJA.....	58
FIGURA 6.1	Fotos da apresentação da SA1 para os alunos da EJA.....	72
FIGURA 6.2	Fotos da apresentação da SA2 para os alunos da EJA.....	74
FIGURA 6.3	Fotos da apresentação da SA3 para os alunos da EJA.....	75
FIGURA 6.4	Fotos da apresentação da SA4 para os alunos da EJA.....	77
FIGURA 6.5	Fotos da apresentação da SA5 para os alunos da EJA.....	79
FIGURA 6.6	Fotos da apresentação da SA6 para os alunos da EJA.....	81
FIGURA 6.7	Nível de participação dos alunos em suas equipes.....	85
FIGURA 6.8	Resultado da média aritmética das porcentagens de concordância total dos alunos com relação aos seus colegas de grupo, com base nas sentenças I a IV.....	86
FIGURA 6.9	Resultado da média aritmética das porcentagens de concordância total dos alunos com relação as sentenças I a XII....	89
FIGURA 6.10	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA1, Q3.....	91
FIGURA 6.11	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA1, Q1 e Q2	92

FIGURA 6.12	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA2, Q1	96
FIGURA 6.13	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA3, Q1.....	97
FIGURA 6.14	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA4, Q1.....	98
FIGURA 6.15	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA5, Q1.....	98
FIGURA 6.16	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA6, Q1.....	99
FÍGURA 6.17	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA1, Q5.....	100
FIGURA 6.18	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA2, Q2.....	103
FIGURA 6.19	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA4, Q2.....	106
FIGURA 6.20	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA5, Q3.....	107
FIGURA 6.21	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA1, Q4.....	109
FIGURA 6.22	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA3, Q2.....	111
FIGURA 6.23	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA4, Q3.....	113
FIGURA 6.24	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA5, Q2.....	114
FIGURA 6.25	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA6, Q2.....	117
FIGURA 6.26	Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA6, Q4.....	119
FIGURA 6.27	Levantamento do nível de satisfação dos alunos e da viabilidade do uso das SAs na educação não formal de Química.....	122

Resumo

“ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL” A partir da Lei Nº 9394 a educação passou a valorizar um ensino mais dinâmico, multidisciplinar e mais aplicável na vida produtiva dos alunos. Assim, no que determina a Lei e com olhar no potencial de alunos de curso técnico, o objetivo da pesquisa foi o de investigar a alfabetização científica (AC) de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) por meio de situações de aprendizagem (SAs) idealizadas por alunos do curso Técnico em Açúcar e Alcool (TAA). Tendo SASSERON (2008) como referencial teórico de AC, os alunos do TAA elaboraram seis SAs com o propósito de contribuir com a AC de transformações químicas e físicas junto a processos agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, a partir de um ensino não formal. A organização das seis SAs, bem como a AC de alunos do TAA e alunos da EJA foram analisadas na perspectiva de três eixos de alfabetização, a de compreensão de termos e conceitos científicos, a compreensão da natureza das Ciências em fatos investigativos, éticos e políticos, e o entendimento da relação ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Além da AC, a pesquisa também teve o propósito de investigar o “ser protagonista estudantil” dos alunos do TAA. A presente pesquisa teve caráter descritivo com abordagem qualitativa de evidências observadas por meio de respostas de questionários iniciais e finais, fotos, gravações em áudio e vídeos e observação participante. A coleta de dados ocorreu no período noturno junto a 25 alunos do 4º módulo do curso TAA da ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral” e 17 alunos da 3ª série do Ensino Médio EJA da E.E “Jeremias de Paula Eduardo”. A pesquisa foi dividida em etapas e módulos: a primeira etapa consistiu nos módulos de mediação motivacional, formativa e construção/preparação das SAs e coleta de dados iniciais junto aos alunos do TAA/EJA; já a segunda etapa consistiu nos módulos de mediação das SAs dos alunos do TAA com os alunos da EJA e coleta de dados finais. Os resultados levaram a evidências que corroboraram com a AC dos alunos da EJA/TAA, como também na constatação de sete alunos protagonistas estudantis.

Palavras-chave: alfabetização científica, protagonismo, EJA, ensino não formal, técnico em açúcar e álcool.

Abstract

“SCIENTIFIC LITERACY AND PROTAGONISM: RELATIONSHIP BETWEEN STUDENTS OF YOUTH AND ADULT EDUCATION AND THE SUGAR AND ALCOHOL TECHNICIAN THROUGH NON-FORMAL EDUCATION” From Law No. 9394 on, education started to value a more dynamic, multidisciplinary and more applicable teaching in the productive life of the students, so in what determines the Law and looking at the potential of technical course students, the objective of the research was to investigate the scientific literacy (SL) of students of Youth and Adult Education (YAE) through learning situations (LS) designed by students of the Technical Course in Sugar and Alcohol (SAT). Having SASSERON (2008) as a theoretical reference of SL, the students of SAT elaborated six LSs with the purpose of contributing with the SL of chemical and physical transformations together with agroindustrial processes of sugar cane biomass, from a non-formal education. The organization of the six LSs, as well as the SL of SAT students and YAE students were analyzed from the perspective of three axes of literacy, the understanding of scientific terms and concepts, the understanding of the nature of science in investigative, ethical and political facts, and the understanding of the relationship science, technology, society and environment. Besides SL, the research also had the purpose of investigating the "student protagonist" of SAT students. This research had a descriptive character with a qualitative approach to evidence observed through answers to initial and final questionnaires, photos, audio and video recordings and participant observation. The data collection took place at night with 25 students of the 4th module of the SAT course at STS "Bento Carlos Botelho do Amaral" and 17 students of the 3rd grade of YAE High School "Jeremias de Paula Eduardo". The research was divided into stages and modules, the first stage consisted of the modules of motivational mediation, formative and construction/preparation of the LSs and initial data collection with the students of SAT/YAE, while the second stage consisted of the modules of mediation of the SLs of the students of SAT with the students of YAE and final data collection. The results led to evidence that corroborated with the SL of the YAE/SAT students, as well as in the finding of seven student protagonists.

Keywords: scientific literacy, protagonism, YAE, non-formal education, sugar and alcohol technician.

Sumário

1 – Introdução.....	1
2 - Justificativas e questão de pesquisa.....	5
2.1 Motivação e trajetória acadêmica do mestrando.....	7
3 – Objetivos.....	9
3.1 Objetivo geral.....	9
3.2 Objetivos específicos.....	9
4 - Fundamentação Teórica	10
4.1 A história do setor sucroenergético e o etanol.....	11
4.2 A educação de jovens e adultos e o ensino técnico de açúcar e álcool.....	12
4.3 A educação científica: alfabetização ou letramento.....	15
4.3.1 A mensuração da alfabetização científica	18
4.3.2 A alfabetização científica e os eixos estruturantes.....	19
4.3.3 As formas de linguagens e suas relações com a alfabetização científica.....	21
4.4 O protagonismo juvenil e estudantil.....	22
4.5 A linguagem pedagógica nas práticas educativas: a educação não formal.....	27
4.6 O ensino de Química na educação de jovens e adultos e o setor sucroenergético.....	31
4.7 Transformações Químicas e Físicas e o setor sucroenergético.....	33
4.7.1 As etapas produtivas do setor sucroenergético.....	35
5 - Procedimento Metodológico.....	37
5.1 Natureza da pesquisa.....	37
5.2 Caracterizações dos locais e dos participantes da pesquisa.....	38
5.3 Apresentação da proposta de pesquisa e a organização dos alunos.....	42
5.4 Planejamento metodológico das atividades de pesquisa e a coleta de dados	43
5.4.1 Descrição das atividades realizadas com os alunos do TAA.....	45
5.4.2 Descrição das atividades realizadas com os alunos da EJA.....	52
5.4.3 Descrição das atividades realizadas pelos alunos do TAA junto aos alunos da EJA	54
6 - Resultados e Discussões.....	60
6.1 Análises dos dados dos alunos do curso TAA.....	60

6.1.1 Análise do questionário diagnóstico referente às SAs: Erros conceituais e procedimentais dos alunos do TAA.....	60
6.1.2 Análise do protagonismo e AC dos alunos do TAA.....	65
6.1.2.1 Design thinking	65
6.1.2.2 Feira tecnológica.....	70
6.1.3 Análise das apresentações das equipes SA1, SA2 e SA3.....	71
6.1.4 Análise das apresentações das equipes SA4, SA5 e SA6.....	77
6.1.5 Análise do questionário final do TAA.....	82
6.2 Análise da AC dos alunos da EJA.....	90
6.2.1 Análise dos questionários inicial (Qi) e final (Qf) dos alunos da EJA.....	90
6.2.1.1 Análise do eixo I.....	91
6.2.1.2 Análise do eixo II.....	99
6.2.1.3 Análise do eixo III.....	109
6.3 Análise do nível de satisfação e viabilidade do uso das SAs junto aos alunos da EJA.....	122
7 - Considerações finais	124
Referências Bibliográficas	127
Apêndices A a S.....	138
Anexos 1 e 2.....	196

1- Introdução

O ensino de Química nas escolas de ensino médio no Brasil começou a ser ministrado como disciplina regular somente em 1931, a partir da Reforma Educacional Francisco Campos. Na segunda metade da década de 70, o ensino de Química objetivava oferecer ao estudante um conhecimento específico com cunho científico e relação com o cotidiano (MACEDO, LOPES, 2002). No início da década de 80, prevalecia o ensino de transição de nível médio preparatório para o acesso à universidade e, também o Ensino Profissionalizante Técnico; no entanto, estes não atendiam às expectativas da comunidade estudantil em meados da década de 90, fim do século XX (MARTINS, 2010).

A década de 90 exigiu uma reforma na educação, focando em um ensino dinâmico, multidisciplinar, valorizando a aplicação do conhecimento na realidade vivida pelos estudantes, respeitando as especificidades das áreas de conhecimento, mas com foco na interdisciplinaridade dos conteúdos.

Essa reforma na educação ocorre com a implementação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, Lei Nº 9394, onde a educação escolar estrutura-se em dois níveis, a Educação Básica e a Educação Superior. Na Educação Básica, a modalidade da Educação de Jovens e Adultos, EJA, segundo a LDB, no capítulo II, seção V, artigo 37 é a educação que “[...]será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos nos ensinos fundamental e médio na idade própria e constituirá instrumento para a educação e a aprendizagem ao longo da vida.” (BRASIL, 1996).

Ainda na Educação Básica, no capítulo III da LDB, se estabelece a Educação Profissional. Assim, no artigo 39, define-se: “A educação profissional e tecnológica, no cumprimento dos objetivos da educação nacional, integra-se aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia.”, e no artigo 40, define-se: “A Educação Profissional será desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por diferentes estratégias de educação continuada, em instituições especializadas ou no ambiente de trabalho” (BRASIL, 1996). Desse modo, é garantido por lei o acesso e a permanência a Educação Básica a todos os cidadãos (BRASIL, 1996).

Assim, a presente pesquisa consiste em utilizar os conhecimentos químicos e tecnológicos de estudantes da Educação Profissional de nível médio, ou seja, dos futuros Técnicos em Açúcar e Álcool (TAA), para promover uma

alfabetização científica com significativa relação com o mundo do trabalho e com objetivo de agregar significado científico aos saberes informais (acumulados ao longo da vida) dos estudantes da EJA.

Logo, o documento intitulado “Trabalhando com a Educação de Jovens e Adultos” publicado pelo Ministério da Educação (MEC) através da Secretaria da Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade e Inclusão (SECADI) informa que “os jovens e adultos querem da escola, mais que conteúdos prontos a serem reproduzidos, buscam como cidadãos e trabalhadores que são, se sentirem sujeitos ativos e participantes do crescer cultural, social e econômico” (BRASIL, 2006a, p.11).

Assim, acredita-se que a interação entre estes dois públicos, estudantes do TAA e estudantes da EJA, ambos do ensino noturno podem, por meio da observação, do diálogo, da prática experimental e da dialética, alinhar interesses e promover segundo Paulo Freire, uma educação conscientizadora e significativa a partir de situações concretas em um processo de aproximação crítica da realidade (TOZONI-REIS, 2006).

Já sobre a expressão alfabetização científica, CHASSOT (2018), retrata a possibilidade de inclusão social do indivíduo quando iniciado em uma linguagem que possibilita a leitura do mundo natural. Assim, CHASSOT (2018), afirma que ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza, é entender o mundo em que vivemos e mudá-lo para melhor. Contudo, SASSERON (2008), referencial teórico dessa pesquisa, além de muitos outros pesquisadores, citam as variantes da expressão “alfabetização científica”, tais como “letramento científico” e “enculturação científica”.

De acordo com SASSERON e CARVALHO (2011), na literatura nacional, os pesquisadores MAMEDE e ZIMMERMANN (2007), SANTOS e MORTIMER (2001), publicaram pesquisas sob a expressão “letramento científico”. Já CARVALHO e TINOCO (2006), MORTIMER e MACHADO (1996), utilizaram a expressão “enculturação científica” e a expressão “alfabetização científica” foi adotada por BRANDI e GURGEL (2002), AULER e DELIZOICOV (2001), LORENZETTI e DELIZOICOV (2001), CHASSOT (2018). Logo o cerne das discussões dos pesquisadores supracitados se centraliza em um objetivo geral que é “[...] o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente” (SASSERON, CARVALHO, 2011, p.60).

Assim, usaremos nessa dissertação o termo “alfabetização científica”, pois, segundo (SASSERON e MACHADO 2017, p.17), essa expressão nos leva “[...] ao pensar, planejar e objetivar uma concepção de ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma forma de ver o mundo e seus acontecimentos”.

A argumentação de SASSERON e MACHADO (2017), explicitada acima, contribui para uma alfabetização científica na área de conhecimento da Química, por meio da investigação de atividades agroindustriais do setor sucroenergético, especificamente junto à cadeia produtiva do etanol de cana de açúcar, tendo em vista um ensino-aprendizagem de Química diretamente associado ao mundo do trabalho e à utilização de experimentos, diálogos e apresentações de modelos produtivos com produtos e subprodutos, entre outras atividades inerentes ao setor supracitado.

O termo, protagonismo, segundo FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004) é um conceito que pode ter diferentes interpretações dentro de um contexto social. Se analisarmos a etimologia do termo “protagonismo”, determina-se que *protagnistés* significa o ator principal do teatro grego ou aquele que ocupa o lugar principal em um acontecimento. Contudo, após longa revisão bibliográfica, os teóricos citados acima apontam distorções quanto ao uso do termo protagonismo dentro de um mesmo contexto; entretanto, os documentos analisados no âmbito pedagógico, indicam forte referência do termo protagonismo estudantil como ação explícita da educação para a cidadania.

A interpretação supracitada sobre protagonismo estudantil e educação para a cidadania é justificada por consequência de uma sociedade cada vez mais complexa, competitiva, exigente e também necessária de pessoas conscientes de seu papel na sociedade, e não como meros instrumentos da economia.

Assim, também foi propósito dessa pesquisa investigar o “ser protagonista estudantil” na perspectiva de protagonistas da iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, da liberdade para fazer opções, do compromisso para agir com responsabilidade, da liderança e engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes interescolares e especialmente da capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem, SA.

A investigação sobre o “ser protagonista estudantil” dos estudantes do curso TAA na alfabetização científica (AC) em uma educação não formal de alunos

da EJA, demandou elaboração de situações de aprendizagens (SAs), por parte dos estudantes do curso TAA, com vistas nas perspectivas dos três eixos estruturantes da alfabetização científica de SASSERON (2008), que são:

- a compreensão de termos e conceitos científicos fundamentais;
- a compreensão da natureza das Ciências em fatos investigativos, éticos e políticos que circundam sua prática;
- o entendimento da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), tendo essas perspectivas como uma ferramenta pedagógica norteadora das SAs que foram utilizadas como meio de ensino para alfabetização científica, AC.

2- Justificativas e questão de pesquisa

Desde a abertura do curso TAA da ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral”, todos os anos, na segunda metade do segundo semestre do ano letivo, é realizada a feira tecnológica. Essa feira, no tocante ao curso TAA, constitui a exposição e a apresentação de sistemas tecnológicos de produção inerentes ao setor sucroenergético, além de exposição e apresentação de produtos, subprodutos, maquetes e experimentos científicos dos discentes e docentes.

Nas semanas que precedem esse evento, alunos e professores se articulam na organização e ensaios para as apresentações. A feira tecnológica é aberta ao público em geral e muitas escolas prestigiam o evento. As últimas três feiras tecnológicas de 2016, 2017 e 2018 versaram sobre os temas “Resíduos e subprodutos do setor sucroenergético”, “Produção de etanol” e “Produção de açúcar” respectivamente.

Em 2019 sob o tema “Da fotossíntese ao etanol”, a feira tecnológica atendeu ao propósito da presente pesquisa e explorou as transformações químicas e físicas que podem ocorrer no plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar, na extração do caldo nas moendas, na co-geração de energia nas caldeiras elétricas (termelétricas), no tratamento do caldo de cana-de-açúcar, na fermentação do mosto e na destilação do vinho de levedurado, tendo como perspectiva de ensino os três eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008).

Durante as semanas que precedem a feira e nos dias em que ela acontece, é evidenciado o protagonismo estudantil de alunos, tanto na montagem de suas apresentações como também em suas explicações e diálogos com os visitantes. Desse modo, a partir dessas evidências, decidiu-se investigar o potencial desse evento para a AC de alunos da EJA.

Outros fatores também apontam para a necessidade de quebra de paradigmas no ensino, pois segundo ALMEIDA e SARTORI (2012), os estudantes da Educação Básica do ensino noturno procuram um ensino que vá além da transmissão de conhecimento pelo modelo formal: eles querem se sentir incluídos no processo escolar. Com isso, se a Instituição de Ensino não oferecer uma educação contextualizada que vá ao encontro dessas expectativas, uma falta de motivação poderá dificultar a continuidade dos seus estudos. Além disso, muitos docentes têm jornada tripla de trabalho, ministram aulas em escolas com classes numerosas e com

infraestrutura ruim, resultando em um baixo rendimento em sala de aula no período noturno.

Esses são alguns dos fatos que ajudam a manter a recorrência de práticas docentes que visam a disciplinaridade de transmissão de conteúdo, sem diálogo, sem problematização, deixando a cargo do estudante a tarefa de apenas anotar, memorizar e resolver exercícios do livro didático (ALMEIDA, SARTORI, 2012).

Ademais, ALMEIDA e SARTORI (2012) mostram em sua pesquisa com docentes e discentes de escola noturna que 74% dos professores acreditam que para motivar os estudantes é necessário trabalhar com uma metodologia diferenciada, e 40% dos estudantes afirmam que nem a escola e nem as aulas são atrativas.

Aliado a isso, segundo FIGUEIREDO et al. (2017), os estudantes da EJA carregam em seus currículos o histórico de fracasso escolar por decorrência de repetências ou abandono por questões econômicas, de saúde, gravidez precoce, entre outros. Logo, segundo esses autores, os estudantes da EJA pertencem, na sua grande maioria, a uma população econômica, social e culturalmente desfavorecida.

Além disso, as concepções de docentes de Química da Secretaria Estadual de Educação (SEE) da Diretoria Regional de Ensino da capital paulista, sobre o termo contextualização no ensino, apontam, segundo SILVA e MARCONDES (2010, p.114) que “[...] a maioria dos professores, caracterizou, inicialmente, a contextualização no ensino de Química como simples exemplificação de fatos ou situações do cotidiano [...]”. CHASSOT (2001) cita que expressões como “ensino nas situações do cotidiano” é uma espécie de modismo que traz embutido o propósito de ensinar tradicionalmente os conceitos científicos.

Nesse sentido, ainda podemos acrescentar mais informações a essa discussão, pois, CHASSOT (2018, p.57), cita que a:

[...] Escola de hoje não é mais centro de informação. Ocorre exatamente o contrário. O conhecimento chega à escola de todas as maneiras e com as mais diferentes qualidades. Esta é a mudança radical que ocorre na Escola hoje. É evidente que essa Escola exige outras posturas de professores e professoras. O transmissor de conteúdos já era. Hoje, precisamos mudar de informadores para formadores.”

Outro agravante citado por FIGUEIREDO et al. (2017) é que existe uma população de 56,3 milhões de pessoas maiores de 18 anos que não frequenta a

escola ou não concluiu o ensino fundamental. Já segundo Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) nos anos 2016-2017, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a proporção de pessoas de 25 anos ou mais de idade que concluíram, no mínimo, o ensino médio (educação básica) chegou a 47,4% em 2018. Logo, os demais 52,6% que não concluíram a educação básica, 6,9% eram sem instrução, 33,1% tinham o ensino fundamental incompleto, 8,1% tinham o ensino fundamental completo e 4,5% o ensino médio incompleto.

Assim, tendo em vista a complexidade dos fatos, a presente pesquisa não pretende analisar o mérito da causa, mas sim, propor um mecanismo de ensino-aprendizagem para AC que possa contribuir para melhorar a formação dos cidadãos. Logo, pretende-se analisar os dados da pesquisa e verificar se houve êxito nas perspectivas dos estudantes do ensino Técnico e especialmente dos estudantes da EJA.

Com isso, pretende-se atender a legislação educacional quanto à promoção de uma educação de inserção social, dialética com foco no protagonismo dos estudantes e na AC para o mundo do trabalho, como ordena a Lei Federal Nº 9394 (LDB), artigo 1º, parágrafo 2º, “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social”; artigo 3º, inciso III “pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas”, inciso X “valorização da experiência extraescolar”, inciso XI “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais”; seção IV, artigo 35, inciso IV, “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”; Seção V, artigo 37, parágrafo 3º “A educação de jovens e adultos deverá articular-se, preferencialmente, com a educação profissional [...]”.

2.1- Motivação e trajetória acadêmica do mestrando

A motivação da escolha desse público-alvo se deu pelo grande potencial, ainda não explorado, entre as duas instituições de educação, Secretaria Estadual de Educação (SEE) e Centro Paula Souza (CPS), a partir da participação de estudantes de cursos técnicos na proposição de mecanismos de ensino-aprendizagem para AC de estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Assim, buscar proatividade na educação não formal, com foco na AC, no protagonismo dos estudantes e na formação para o mundo do trabalho, segundo ordena a Lei Federal Nº 9.394 (LDB).

A ideia dessa pesquisa surgiu a partir de experiências vividas em minha trajetória acadêmica, a qual teve início em 1995 quando ingressei no curso de Licenciatura em Ciências do Centro Universitário de Jales, vindo a concluir a Graduação de Licenciatura Plena em Ciências com Habilitação em Química no Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV).

A partir de então, iniciei a docência em escolas estaduais da Diretoria de Ensino de Jundiaí. Em 2000, conclui a Pós-Graduação Lato Sensu em Química de Fundamentos Teóricos e Experimentais pela Faculdade Oswaldo Cruz (FOC) e em 2002 a Graduação de Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Iguazu (UNIG).

Em 2003, fui aprovado no concurso público da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo (SEE) e assumi em 2004 o cargo de professor de Educação Básica II, PEB II, na cidade de Monte Alto pertencente a Diretoria Regional de Ensino de Jaboticabal, onde ministrou aulas de Química no Ensino Médio e, na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Em 2012, conclui a Graduação de Tecnologia em Biocombustíveis oferecida pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC) Câmpus Jaboticabal. Já em 2016, conclui a Graduação de Licenciatura em Química ofertada pela Universidade de Uberaba (UNIUBE).

Em fevereiro de 2015, ingressei como professor de Ensino Médio e Técnico do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS) vindo a ministrar aulas no Curso Técnico em Açúcar e Álcool, TAA da ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral, cidade de Guariba. No ano de 2018, conclui outro Lato Sensu, agora em Açúcar e Álcool, pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP) Câmpus Matão.

Nesse período, como professor titular, da E.E Jeremias de Paula Eduardo (SEE) e ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral (CEETEPS) procurei a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e ingressei como aluno regular da Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química. E em 2019, tive o presente projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética e posteriormente aplicado em duas turmas as quais ministrou aulas, uma 3^o série do Ensino Médio EJA e um 4^o módulo do curso TAA.

Questão da Pesquisa: Orientados por um docente, os estudantes de curso Técnico em Açúcar e Álcool podem, a partir de uma educação não formal em Química, contribuir na alfabetização científica de estudantes da EJA?

3- Objetivos

3.1- Objetivo geral

O objetivo geral é investigar a alfabetização científica (AC) de alunos da 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o protagonismo estudantil e AC de alunos do 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool (TAA). O protagonismo estudantil e a AC dos alunos do curso TAA serão investigados quanto à capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem (SA) a partir de processos agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, para fazer AC de fenômenos químicos e físicos com ênfase nos três eixos estruturantes da AC, por meio de um ensino não formal para alunos da EJA.

3.2- Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- proporcionar intercâmbio entre estudantes de diferentes instituições de ensino, com propósito de promover interação entre estudantes com diferentes saberes formais, não formais e informais;
- possibilitar debates e amadurecimento profissional e/ou pessoal;
- oferecer um ambiente engajador para mitigar a defasagem de conhecimentos próprios da Química entre os estudantes da EJA e TAA;
- aprender a diferenciar e evidenciar fenômenos químicos de fenômenos físicos, compreender a investigação científica e a relação ciência tecnologia sociedade e meio ambiente, dentro de um processo produtivo economicamente importante, tanto regional como para o país;
- explorar novas possibilidades no paradigma da educação por meio da relação entre ensino técnico e modalidade de ensino da EJA;
- criar caminhos para que outros pesquisadores possam vir a complementar e/ou vislumbrar mais possibilidades de ensino-aprendizagem entre alunos de diferentes instituições de ensino.

4- Fundamentação Teórica

A Ciência, como área de pesquisa, ensino e extensão é uma incessante busca por interpretações (leis e teorias) dos fenômenos naturais do mundo. Assim, a escola, mais do que nunca tem o propósito de ensinar Química, a Ciência das substâncias, por meio de atividades que permitam aos estudantes fazerem uso dessas interpretações no contexto da prática cidadã, assumindo responsabilidades, postura reflexiva e crítica.

O ensinar Ciência, segundo SASSERON e MACHADO (2018), precisa ir além da lógica e objetividade científica, sendo necessário enfatizar as características sociais, históricas e culturais que ao longo dos tempos conduzem o fazer científico. Da mesma maneira, DRIVER et al. (1999) explicita que os estudantes precisam entender de forma pessoal as maneiras de ver o mundo que lhes foram apresentadas informalmente, ou seja, o professor ou pessoa mais experiente precisa: levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, estimulá-los a reproduzir o que já sabem, engajá-los em discussões com objetivo de aproximá-los da argumentação científica correta, propor experimentos que possam justificar os fenômenos em estudo, usar os resultados desses experimentos para relacioná-los aos conhecimentos prévios dos estudantes, e por meio da ação discursiva, mediar a construção de significados pessoais dentro do contexto de estudo.

Assim é feita a contextualização do conhecimento no ensino, ou seja, apropriação dos fenômenos naturais cotidianos dos significados científicos, pois segundo DRIVER et al. (1999), se os entendimentos de fenômenos naturais cotidianos forem muito diferentes das representações científicas, a aprendizagem fica dificultada. Logo, cabe ao professor ser um mediador entre os conhecimentos científicos e os estudantes, mitigando possíveis conflitos entre os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os fenômenos naturais e as interpretações científicas.

A alfabetização científica (AC) é uma caminhada constante pela socialização dos estudantes sob uma nova forma de pensar o mundo, uma socialização nas práticas da comunidade científica, mas sem o intuito de formar cientistas por meio de protocolos e parâmetros clássicos da pesquisa em Ciências. O objetivo é usar as leis e teorias clássicas de Ciências como mecanismo articulador de argumentos que possam dar coerência ao conhecimento de senso comum (informais) construídos a partir da experiência e socialização do saber popular.

Ademais, Paulo Freire cita que a alfabetização não pode ser um ato de ensino que se constitui apenas por repetições de palavras, é fundamental inferir diálogo, respeitar as diferenças, atribuir significado naquilo que se ensina e inovar, pois, “estudar não é um ato de consumir ideias, mas de criá-las e recriá-las” (FREIRE, 2011a, p. 12).

4.1- A história do setor sucroenergético e o etanol

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil pelos portugueses, logo após a descoberta de terras na região nordeste, hoje estado de Pernambuco, e em 1532 foi implantado o primeiro engenho do Brasil sob a responsabilidade de Martins Afonso de Souza. A partir de então, o plantio de cana-de-açúcar no país foi favorecido por fatores econômicos e pelas condições de solo e clima extremamente propícios para a cultura (ARAÚJO, 2011).

Na primeira metade do século XX, iniciou-se os estudos com motor a álcool e em 20 de janeiro de 1931 foi decretado à adição obrigatória de 5% de álcool em toda gasolina importada para consumo nacional. Assim, alguns engenhos foram transformados em usinas e ocorreu o início do crescimento do setor sucroenergético no país (NATALE NETO, 2007). Hoje, esse setor consiste em todas as atividades agrícolas e industriais envolvidas com a produção de açúcar, etanol e eletricidade (NASTARI, 2012).

A história mais recente do setor é marcada por ascensões e declínios; logo podemos citar os 15 anos do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) de 1975 a 1990, que foi um período muito fértil em pesquisas e desenvolvimento tecnológico e que envolveu importantes universidades e institutos tecnológicos brasileiros. Nessa época, por meio do trabalho, emprego, inovação e pioneirismo, evidenciou-se a importância do setor para a economia regional do país. Entretanto, após a total extinção do Proálcool e a crescente desconfiança quanto ao futuro do setor, ele retoma fôlego em 2003 com o aumento do teor de etanol na mistura com gasolina e a nova demanda de etanol com carros bicombustíveis, os flexfuel e a Lei 13.576, publicada no DOU de 27 dezembro de 2017, Seção 1, Nº 247, p.4-5 que institui a nova Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio).

Ao longo dos anos este setor vem buscando reduzir os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos e demais poluentes. Entretanto, um levantamento feito junto às usinas pertencentes à Bacia do Rio Mogi Guaçu, interior

Paulista, totalizando mais de uma dúzia de usinas pesquisadas, levou à conclusão de que a produção sucroenergética tem alto potencial de contaminação dos mananciais, médio potencial de contaminação do solo e pequeno potencial de contaminação do ar. Todavia, segundo pesquisa, em termos de impactos ambientais dos poluentes gerados pelo setor, as destinações dos resíduos/subprodutos são em média 95% adequados de acordo com os conhecimentos científicos atestados até o presente momento (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016).

Desse modo, a busca pela sustentabilidade é percebida pela preservação de recursos naturais associados à produção de energia (etanol, biogás, eletricidade) e alimentos (açúcar e proteína) através da cana-de-açúcar. Além disso, apesar de ser uma monocultura, a cana-de-açúcar alimenta um dos poucos setores agroindustriais em que o Brasil tem domínio pleno da tecnologia, nos campos agrícola e industrial.

Logo, JANNUZZI (2010) sintetiza que o caminho da sustentabilidade é quando uma sociedade se torna capaz de atender às necessidades da sua geração e preserva o meio ambiente para atender às necessidades das gerações futuras.

Ademais, em 2010 o setor sucroenergético brasileiro ganha notoriedade internacional, pois de acordo com PEREIRA, SARAN, MADALENO (2012, p.4) “[...] a Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos declarou, em 2010, que o etanol brasileiro é um combustível avançado e capaz de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 50%, se comparado com a gasolina”.

Assim, esse combustível brasileiro abastece uma frota de veículos equipados com motores mono-combustível movidos a 100% etanol hidratado combustível, EHC com teor alcoólico mínimo entre 95,1% a 96,0% v/v, e veículos bicombustíveis, os flexfuel, que também usam o EHC. Entretanto, o etanol anidro combustível, EAC com teor alcoólico mínimo de 99,6% v/v é usado na mistura com gasolina na porcentagem máxima de até 27% (PEREIRA, SARAN, MADALENO, 2012). E dentre suas funções nessa mistura, ele pode, como aditivo, intensificar o grau de octanagem da gasolina.

4.2 - A educação de jovens e adultos e o ensino técnico de açúcar e álcool.

A modalidade de Ensino de Jovens e Adultos - EJA é oferecida nas escolas estaduais paulistas, para jovens e adultos que não tiveram a oportunidade de iniciar ou concluir os ensinos fundamental ou médio na idade adequada. Para cursar

a EJA no ensino médio, é necessário ter no mínimo 18 anos e o curso tem duração de três semestres com 4 horas diárias de estudo de segunda a sexta-feira.

A partir da parceria entre a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação, SDECTI e a Secretaria Estadual de Educação, SEE elaborou-se o programa EJA-Mundo do Trabalho, implantado nas escolas estaduais paulistas e que oferece educação para jovens e adultos, com conteúdos que dialogam com o mundo do trabalho. Logo, a estrutura curricular da EJA foca em temas relevantes com interdisciplinaridade, atividades que evidenciam as experiências pessoais dos estudantes, atividades que permitam diálogo constante e as que possam proporcionar problematização de situações (SÃO PAULO, 2015a).

Contudo, não há milagres pedagógicos na educação, pois as modificações no currículo para atender a Lei nº 9394 (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as atuais demandas do mundo de trabalho, ainda não são capazes de relacionar todos os conteúdos químicos com o cotidiano dos estudantes. Assim o professor da EJA precisa continuar inovando em suas práticas pedagógicas (QUADROS et al. 2011).

Mas, são muitos os esforços para facilitar a AC dos estudantes. Desse modo, temos no currículo EJA-Mundo do Trabalho o caderno do estudante, volume 1, elaborado para os estudantes da 1^o série do ensino médio da modalidade EJA, no qual, constam 4 unidades de estudo, a saber: unidade 1, “as substâncias químicas no cotidiano e transformações químicas”; unidade 2, “as reações de combustão e constituição da matéria”; unidade 3, “processos produtivos a obtenção da cal”; unidade 4, “processos produtivos a fermentação e a produção do álcool comum, como se expressa a concentração do álcool e a energia nas reações químicas” (SÃO PAULO, 2015a). Estas unidades de estudo têm relação direta com processos e transformações químicas que ocorrem no setor sucroenergético.

Com o mesmo ponto de vista, encontra-se nesse currículo os cadernos volume 2 e 3 respectivamente da 2^a e 3^a séries do ensino médio da modalidade EJA; as unidades de estudo 3 e 4 da 2^a série e da 3^a série também apresentam assuntos que podem ser diretamente relacionados ao setor sucroenergético (SÃO PAULO, 2015b; SÃO PAULO, 2015c).

Assim, o ensino profissionalizante de nível médio oferecido pelas escolas técnicas estaduais do Centro Paula Souza (CPS), autarquia vinculada à

Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, tem como objetivo capacitar e ampliar a oferta de profissionais qualificados, estimular a geração de emprego e renda e fomentar o desenvolvimento econômico regional. (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO,2017).

O curso de Técnico em Açúcar e Alcool oferecido pelas Escolas Técnicas Estaduais do Centro Paula Souza (ETECs) tem duração de quatro semestres com 4 horas diárias de estudo de segunda a sexta-feira; entretanto, os ingressantes de 2020 do curso TAA passaram a ser atendidos por uma grade curricular de 3 semestres com 4 horas diárias de estudo de segunda a sexta-feira. Logo, o curso de TAA pertence ao eixo tecnológico de produção industrial e o profissional formado receberá a Habilitação Profissional de Técnico em Açúcar e Alcool (CEETEPS, 2018).

Segundo o Grupo de Formação e Análises Curriculares do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), a partir da matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2018, esse profissional, depois de formado, possuirá o perfil profissional que o permitirá (CEETEPS, 2018, p.13):

“[...] atuar no controle e na supervisão dos processos tecnológicos da produção de açúcar e álcool e subprodutos. Efetuar análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de matérias-primas e produtos intermediários nas etapas dos processos de industrialização da cana-de-açúcar, fazer controle de qualidade dos processos, aplicar normas internacionais e nacionais, respeitar os padrões de higiene e segurança do trabalho e preservação ambiental. Compor equipe multidisciplinar nas fases de colheita, transporte, moagem, industrialização e distribuição dos produtos e subprodutos e de programas e procedimentos de segurança e análise de riscos.”

A grade curricular do curso para alunos que ingressaram até o 2º semestre de 2019 é composta por trinta e uma disciplinas num total de 1600 horas e mais 120 horas para elaboração do trabalho de conclusão de curso (TCC). Dentre essas disciplinas, a maioria apresenta ementas com bases tecnológicas, habilidades e competências diretamente relacionadas a processos químicos, físico-químicos, químico-analíticos, bioquímicos, biológicos e microbiológicos da cadeia produtiva do setor sucroenergético (CEETEPS, 2018).

4.3 - A educação científica: alfabetização ou letramento

A educação científica começou a ser incorporada no currículo escolar brasileiro nos anos 1930, a partir de um momento em que se buscava uma inovação na educação (KRASILCHIK, 1980). Já na década de 1970 deu-se início à produção científica nacional na área de ensino de Ciências e a edição de materiais de ensino por educadores brasileiros.

As mudanças nos contextos sócio-históricos têm influenciado as propostas de educação científica. Assim, a ciência em sociedade é um sistema regido por diferentes atores sociais, que se relacionam a diferentes fins, como os cientistas, a produção científica, o modo de produção científica, usuários da ciência, entre outros. Logo, por meio da análise das perspectivas e das inter-relações entre esses diferentes atores sociais, pode-se obter a compreensão dos propósitos da educação científica (SANTOS, 2007).

Ademais, SANTOS (2007) cita que muitos autores que publicaram na área de educação categorizaram seus argumentos em dois grandes domínios da educação em Ciências: aqueles centrados no compreender o conteúdo científico e aqueles centrados no compreender a função social da ciência. Além disso, as discussões sobre educação científica muitas vezes acabam por privilegiar um domínio em relação a outro. Contudo, é sabido que pela configuração do conhecimento científico, não se pode pensar no ensino dos conteúdos de forma neutra sem que se interponha seu caráter social.

De acordo com SANTOS (2007), pesquisas direcionadas a educação científica na área de ensino de Ciências, denominada *scientific literacy*, é traduzida no Brasil como alfabetização científica (AC) ou letramento científico (LC). O termo *scientific*, da expressão “*scientific literacy*” refere-se à ciência; contudo, a tradução do termo *literacy* trouxe consigo as definições de alfabetização ou letramento.

Segundo SOARES (2009), a palavra “letramento” não é encontrada no dicionário *Aurélio*, e sim no dicionário *Contemporâneo da Língua Portuguesa*, de Caldas Aulete, editado há mais de um século e em desuso atualmente. Dessa forma, segundo a autora, a palavra “letramento” foi obtida da versão para o Português da palavra da língua inglesa *literacy*, e que por sua vez surgiu no discurso de educadores brasileiros por volta do início da segunda metade da década de 80 do século XX.

Para SOARES (2009) o termo “alfabetizar” no *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa* é definido como “ensinar a ler” e “escrever” (sendo que

“escrever” é omitido pelo dicionário, segundo a autora); alfabetizado é “aquele que sabe ler” (e escrever) e alfabetização é a ação de alfabetizar. Já o termo “letrado”, é aquele “versado em letras, erudito”. Assim, SOARES (2009, p.17) cita que:

[...] a palavra *literacy* vem do latim *littera* (letra), com o sufixo *-cy*, que denota qualidade, condição, estado, fato de ser [...] No *Webster's Dictionary*, *literacy* tem a acepção de "the condition of being literate", a condição de ser *literate*.¹ e *literate* é definido como [...] educado, especialmente, capaz de ler e escrever. Ou seja: *literacy* é o estado ou condição que assume aquele que aprende a ler e escrever.

Desse modo, o termo “letramento” obtido do inglês *literacy*, do latim *littera* (letra) e sufixo *cy* (-mento), indica qualidade, ação de ser. Logo “letramento” é o resultado da ação de ensinar a ler e escrever (SOARES, 2009).

A expressão estadunidense *scientific literacy* (alfabetização científica) apresenta-se na Inglaterra como *public understanding of Science* (compreensão do público sobre a ciência), já na França como *la culture scientifique* (cultura científica) (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006). A expressão *scientific literacy* surgiu pela primeira vez numa publicação do professor americano, Paul De H. Hurd, nos anos 50 (HURD, 1958).

Para SOARES (2004, 2009), apesar dos termos alfabetização e letramento versarem simultaneamente como produtos do contexto social, estes exigem diferentes competências, pois alfabetizado é aquele que apenas adquiriu a tecnologia de ler e de escrever em um contexto social. Por outro lado, o termo “letramento” ainda exige o desenvolvimento de habilidades da tecnologia de ler e de escrever nas demandas das práticas sociais.

Com esse ponto de vista, SANTOS (2007) e SOARES (2009) consideram que o letramento científico (LC) vai além do domínio da linguagem científica e que o conhecimento científico deve ser compreendido como uma competência a ser apropriada pelo aluno. Já TEIXEIRA (2013) cita as expressões AC e LC como apenas variações de vocábulos para se referir ao ensino de ciências na educação básica, ou seja, são similares no sentido e especificidades. Dentro desse contexto, SASSERON e CARVALHO (2008, 2011) enfatizam que o ensino de Ciências deve estar focado na construção de conhecimentos práticos que tragam bons frutos dentro de um contexto social e ambiental sendo ele por meio da AC ou do LC.

Outras pesquisadoras como KRASILCHIK e MARANDINO (2004) consideram que a alfabetização já engloba a ideia de letramento. Por isso, citam que o termo AC já se enraizou na prática social, mesmo sabendo da diferença entre alfabetização e letramento. CHASSOT (2018) também adota o termo alfabetização, dizendo que o termo letramento não está dicionarizado.

Nessa perspectiva, JENKINS (1994), cita que as assimetrias relatadas em publicações sobre as expressões AC e LC são em função de propósitos distintos para os quais o conceito é adotado. Contudo, mesmo que haja distinção no significado do conceito, observa-se o mesmo norte nos entendimentos de uso das expressões AC e LC (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006).

Assim, o termo *scientific literacy* se envolve na retórica da área de linguística, porém é um conceito específico da área de ensino de Ciências, com o propósito de que alunos possam se envolver em decisões técnico-científicas por meio do conhecimento e ações num contexto sócio-histórico.

SANTOS (2007), após revisão de artigos centrados no LC dos cidadãos, argumenta que o cidadão letrado científica e tecnologicamente poderia, por exemplo, preparar diluições de produtos domésticos, compreender basicamente as especificações de bulas de remédios, adotar medidas de prevenção de doenças de controle sanitário, exigir cuidados técnicos de manuseio de alimentos, reconhecer princípios ativos, manusear adequadamente produtos eletrônicos, encaminhar providências junto a órgãos públicos sobre problemas de âmbito científico e tecnológico em sua cidade ou bairro, ter valores éticos com relação ao não consumo de produtos que possam envolver mão de obra infantil ou desumana ou que gere resíduos tóxicos ao meio ambiente ou de contrabando, entre muitos outros.

Além da perspectiva social da alfabetização/letramento científico, também se pode acrescentar a perspectiva cultural, que usa a expressão “enculturação científica”. Logo, RAMSEY (1993) cita que o letramento cultural na educação científica trabalha com o entendimento da ciência como principal realização humana e como parte da cultura geral. Desse modo, SASSERON e CARVALHO (2011) pressupõem que o ensino de Ciências precisa oferecer condições para interiorizar as noções, ideias e conceitos científicos como parte da cultura no dia-a-dia dos estudantes, da mesma forma como carregam consigo a cultura religiosa, social e história.

Assim, DRIVER e outros (1994) citam que a enculturação científica na educação tem o propósito de fazer com que o aluno aprenda a linguagem, o modo de pensar, de expressar-se e de justificar os seus argumentos. Da mesma forma, SASSERON e CARVALHO (2011) citam tal propósito como forma de tornar o estudante apto a participar de discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar.

4.3.1- A mensuração da alfabetização científica

SANTOS (2007) argumenta a necessidade de modificações na educação brasileira, principalmente em relação ao ensino de Ciências, pois a linguagem científica ainda é ensinada de forma neutra, com foco no domínio vocabular de termos científicos e na resolução de exercícios com o propósito de se obter sucesso em exames vestibulares ou obter certificados.

Essas modificações, segundo o autor, seriam relativas à compreensão da ciência como prática social, científica-cultural e tecnológica centrada na discussão de valores. Entretanto, VITOR e SILVA (2017) argumentam que, mesmo após tais modificações, ainda seria um desafio determinar o grau de AC desses estudantes.

Consoante, VITOR e SILVA (2017) citam que após revisão de muitos trabalhos sobre propostas e conceitos de AC, verificaram que a maioria das publicações não traz argumentos sobre formas de avaliar um estudante como alfabetizado cientificamente.

Todavia, MILLER (1983) sugeriu uma forma de verificar a AC, por meio da mensuração do domínio do indivíduo em três dimensões: o conhecimento de termos e conceitos científicos chave, a compreensão das normas e métodos da ciência (natureza da ciência) e o entendimento e clareza sobre o impacto da tecnologia e da ciência sobre a sociedade.

De acordo com VIZZOTTO e MACKEDANZ (2018), com base nas sugestões de MILLER (1983), a Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) deu início em 1980 ao Projeto 206, por meio da publicação da Science for All Americans (SFAA), que propôs uma escala de teste a partir das três dimensões sugeridas por MILLER (1983) que contribuiu para mensurar a AC em Ciência, Matemática e Tecnologia no sistema educacional estadunidense.

LAUGKSCH e SPARGO (1996), com a finalidade de testar a escala de teste da AAAS, fizeram um estudo minucioso dos preceitos deste teste e elaboraram

um conjunto de itens que abarca 240 ideias e atitudes fundamentais da ciência com o propósito de medir o quanto um indivíduo é alfabetizado cientificamente. Esse mesmo teste, porém, com menos itens de verificação foi batizado de *Test of Basic Scientific Literacy* (TBSL) ou Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) em português (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006).

A busca por um instrumento de avaliação da AC ou por um procedimento pedagógico para se chegar a ela, remete a interpretação de muitas variáveis concernentes a diferentes habilidades; por isso é percebido que as pesquisas em educação não trazem resultados absolutos, mas resultados que pressupõem a AC, até porque, à medida que novos conhecimentos são construídos no campo das ciências e educação, novas maneiras de aplicação desse novo conhecimento são vislumbradas no meio social.

É pela busca de pressupostos que SASSERON (2008), com base em MILLER (1983), retoma a investigação da AC por meio de três Eixos Estruturantes, que visam fornecer bases investigativas suficientes para elaboração e planejamento de aulas com vistas na AC. Segundo a autora, os Eixos Estruturantes se referem à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, e ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

4.3.2- A alfabetização científica e os eixos estruturantes

De acordo com SASSERON e CARVALHO (2011), as pesquisas nacionais e internacionais publicadas respectivamente a partir das expressões “letramento científico”, “alfabetização científica”, “enculturação científica” e “scientific literacy”, “alfabetización científica”, “alphabétisation scientifique” têm apresentado concordâncias nos objetivos de preparar os estudantes para construção de uma consciência cidadã, crítica e responsável em sociedade.

Assim, é crescente a preocupação da comunidade científica comprometida com pesquisas de educação em Ciências, em colocar a AC, como objeto central no ensino de Ciências em toda formação básica, além de muitos motivos para tal, o de que ocorre a saturação de artefatos científicos e tecnológicos entre os cidadãos.

Ademais, SASSERON (2008) já afirmava que tais artefatos científicos e tecnológicos podem expor a população a benefícios e a malefícios. Logo, MARQUES e MARANDINO (2018, p.7) defendem que “[...] as ações que visem à AC devem estar permeadas por um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia.”

Assim, em concordância com as argumentações explicitadas até o momento no texto dessa dissertação, farão parte do presente referencial teórico dessa pesquisa profissional no ensino de Química, os pressupostos, as características e as evidências da AC adotados por SASSERON (2008). Assim, pretende-se ancorar esses preceitos à viabilidade de se utilizar os conhecimentos científicos e tecnológicos dos estudantes do curso TAA na AC de estudantes da EJA.

Desse modo, SASSERON (2008) enfatiza diferentes pensamentos que por meio de habilidades, apresentam fortes evidências que convergem para um propósito comum de interiorização científica. Logo, SASSERON (2008) alicerça seu estudo sobre AC a partir das ideias de Paulo Freire, segundo as quais a alfabetização norteia ações que conduzem o educando a se perceber capaz de interferir e modificar contextos, por meio de seu pensamento lógico, em uma prática consciente de saberes e noções de sua própria realidade.

Com esse ponto de vista, SASSERON (2008), SASSERON e CARVALHO (2011), SASSERON e MACHADO (2018), sintetizam tais habilidades em três Eixos Estruturantes da AC, pois esses três eixos, dão ênfase às características imprescindíveis das aulas de Ciências que almejam a AC. Contudo, estes eixos não são parâmetros rígidos, mas uma conduta, ou seja, uma orientação para organização e execução do plano da aula. Tais eixos referem-se à (SASSERON, 2008, p.65; SASSERON e CARVALHO, 2011, p.75; SASSERON e MACHADO, 2018, p.22,23):

I-“compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, que consiste em construir conhecimento científico (conceitos, hipóteses, teorias e leis científicas) junto ao aluno, dando-lhe possibilidade de usar tais conhecimentos em muitas situações e de modo apropriado em situações do cotidiano;

II-“compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”, que consiste em fazer os alunos compreenderem que a ciência é uma arte investigativa de fenômenos e processos naturais e industriais, seja ela por interesse pessoal, industrial, econômico, entre outros, mas

que venha fortalecer o caráter humano e social relacionados às investigações científicas, exigindo reflexão entre discentes e docentes antes da tomada de decisão;

III-“entendimento das relações existentes entre as esferas Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente”, CTSA, e tem na sua concepção a inter-relação entre essas esferas com o propósito de conscientizar os alunos de que a solução imediata para um dos problemas em uma destas esferas pode resultar, no futuro, o surgimento de outro problema associado ao problema resolvido anteriormente. Por isso, esse terceiro eixo enfatiza a importância de os alunos compreenderem a magnitude da execução dos conhecimentos destas esferas, pois só assim, poderão se tornar cidadãos transformadores e construtores de um futuro melhor.

Portanto, a presente proposta de pesquisa irá investigar o quanto as situações de aprendizagem (SAs) propostas pelos estudantes do TAA, podem, por meio do protagonismo estudantil, contemplar os três eixos da AC e o quanto essas SAs podem contribuir para AC dos estudantes da EJA.

4.3.3 - As formas de linguagens e suas relações com a alfabetização científica

Para fins de coleta e análise de dados, de acordo com SASSERON (2008), a investigação precisa explorar os elementos da linguagem não verbal, tais como gestos, imagens, desenhos, aparatos físicos, expressões faciais e/ou corporais, pois estes podem se unir às linguagens oral e escrita a fim de tornar os resultados mais representativos.

Com relação à linguagem, LEMKE (1998) cita que ela é uma atividade social; portanto, sempre que tentamos inferir significado a um fato, fenômeno ou qualquer outro acontecimento utilizamos gestos, ações e artefatos próprios da nossa cultura.

LEMKE (1997) enfatiza que usar a linguagem científica para formular ideias, vai além do conhecimento de um vasto número de sinônimos de palavras e termos técnicos e/ou científicos, pois é necessário saber organizar os significados dessas palavras e/ou termos, além de compreender que tais significados podem trazer ideias diferentes em circunstâncias diferentes.

Ele também afirma ser fundamental saber fazer a comparação entre esses significados dentro da linguagem cotidiana das pessoas (ou seja, dentro dos conhecimentos prévios dos indivíduos) com o intuito de se construir coletivamente

afirmações, por meio de questionamentos, levantamentos de hipóteses, checagens e considerações de evidências e informações, capazes de tornar um conceito passível de ser mais bem compreendido dentro da cultura científica (LEMKE, 1997).

Assim, a fala como linguagem verbal dá razão ao raciocínio e externaliza o modo como os significados foram organizados para produzir o conhecimento científico. Desse modo, fica explícita a necessidade de o indivíduo ser alfabetizado cientificamente para conseguir externar seu conhecimento científico, pois antes de tudo, este precisa fazer parte da sua cultura social.

Além disso, SASSERON (2008) cita em sua tese de doutorado, que não é só por meio da linguagem verbal que se pode obter a construção de significados, pois argumenta, a partir da análise de vasto levantamento bibliográfico, a existência de formas mais específicas de significados em imagens, gestos, desenhos, aparatos físicos, entre outros, que podem complementar a linguagem falada ou escrita, como quando se consegue verificar em uma imagem “foto” a idade do indivíduo, sua condição emocional naquele momento, seu fenótipo e em tese sua condição social etc.

SASSERON (2008) alega ser muito importante investigar a linguagem corporal do indivíduo em sala de aula, pois gestos, imagens, ações, objetos e materiais dentro de uma dinâmica social e motora podem revelar significados que não aparecem durante a escrita ou a oralidade.

4.4- O protagonismo juvenil e estudantil

A palavra protagonismo supracitada na introdução dessa dissertação por FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004, p.413-414) e definida pelos autores como “[...] *protagnistés* - significava o ator principal do teatro grego, ou aquele que ocupava o lugar principal em um acontecimento”. Segundo COSTA (2001a, p.20), “a palavra “protagonismo” vem da junção de duas palavras gregas: *Protos*, que significa o primeiro, o principal e *Agon*, que significa luta. *Agoniste* significa lutador. Protagonista, portanto, designava o lutador principal de um torneio”.

FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004) citam que no Brasil a narrativa da participação de estudantes em sua aprendizagem data dos anos 20 e 30 do século XX; já a institucionalização da participação dos alunos na gestão escolar, por meio de grêmios estudantis, surge na década de 1960 e a participação nos conselhos escolares por volta de 1980.

De acordo com SILVA e XIMENES (2019) é muito provável que os debates sobre o protagonismo entre jovens tenham surgido no contexto sócio-político de instituições multilaterais nas décadas de 1970 e 1980. Já no Brasil, em meados da década de 1990, o termo protagonismo juvenil ganha força, pois passa a ser crescentemente utilizado por docentes, gestores públicos, educadores associados à ONGs, lideranças comunitárias, entre outros (DAYRELL e LEÃO, 2006).

No Brasil, na década de 1990 foram publicados tanto em âmbito federal como estadual, documentos oficiais que estimularam e valorizaram a participação democrática dos estudantes junto à gestão escolar, proporcionando um ambiente cativante e desafiador para favorecer o avanço intelectual, social e afetivo dos alunos. Dentre esses documentos encontram-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), como documento legal mais importante para a difusão do protagonismo (FERRETTI, ZIBAS, TARTUCE, 2004).

Assim, mais recentemente o Ministério da Educação publicou a Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018, onde atualiza as DCNEM, e por meio do artigo 6º, inciso I, orienta (BRASIL, 2018, Edição 224, Seção 1, p.21) a “formação integral: [...] do estudante por meio de processos educativos significativos que promovam a autonomia, o comportamento cidadão e o protagonismo na construção de seu projeto de vida”.

De acordo com FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004) o termo protagonismo encontrado em documentos oficiais e demais textos educativos é geralmente associado ao que se almeja para os jovens. A explicação para esse fato segundo os autores é de que as sociedades pós-modernas vivem profundas transformações sociais e culturais, devido ao rápido avanço científico e tecnológico, e com isso, surgem novos paradigmas, valores, concepções e hábitos de vida, educação e trabalho.

Logo, é da necessidade de se educar cidadãos para essa nova realidade, que surge o termo protagonismo juvenil, com o propósito de mitigar as angústias pessoais dos jovens e formar indivíduos autônomos. Ademais, após revisão bibliográfica sobre o tema, FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004 p.413) citam que:

[...] (Costa, 2001; Barrientos, Lascano, 2000; Konterlinik, 2003) vinculam o protagonismo à formação para a cidadania. Ezcámez e Gil (2003) discutem a questão da responsabilidade em uma abordagem que permite a aproximação do conceito de protagonismo [...], Novaes (2000), [...] não usa o termo

“protagonismo”, e sim, “participação social”, ou “intervenção social”, ou “ação solidária”, relacionando essas expressões à “socialização para a cidadania [...]”.

Assim, FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004) argumentam que as expressões “ação cidadã” e/ou “preparação para tal tipo de ação” venham a ser a unidade para as distintas expressões que discutem o engajamento de jovens em contextos escolares, sociais e políticos.

Para ARRUDA et al, (2017) o termo “protagonismo juvenil” é visto como uma condição prática, onde jovens atuam a favor de mudanças sociais. Com esse ponto de vista, COSTA e VIEIRA (2006) argumentam ser uma maneira do indivíduo fortalecer sua identidade cidadã, percebendo-se como um agente aprendiz nas tomadas de decisões e também um aprimoramento do seu autoconceito e autoestima. Além disso, a ação protagonista pode vir à tona quando o aluno pertencente a um grupo pratica situações de desenvolvimento de conteúdos próximos à sua realidade social e de dialética com integrantes mais experientes da equipe (ARRUDA et al,2017).

COSTA (2001a) também explica que o termo protagonismo juvenil tem como cerne a participação ativa e construtiva do jovem na sua vida escolar, comunitária e/ou sociedade a qual está inserido. Logo, esse protagonismo voltado para uma dinâmica escolar remete a um ambiente onde o aluno “protagonista estudantil” precisa estar envolvido em atividades centradas na solução de problemas reais, os quais irão exigir sua capacidade de formular ideias e criar modelos para resolver o problema com iniciativa, liberdade e compromisso.

As argumentações de ARRUDA et al, (2017) e COSTA, VIEIRA (2006), evidenciam que a ação de ser protagonista estudantil está vinculada aos discentes que já conseguem tomar decisões efetivas, proceder escolhas e executar de alguma forma as atividades escolares. Desse modo, o aluno protagonista estudantil é aquele que deixou de ser um discente receptor de informações e passou a atuar ativamente na construção de seu próprio aprendizado, pois aprendeu a aprender e aprendeu a fazer, ou seja, o estudante passa a ser autônomo e percebe-se como capaz e agente transformador de sua realidade.

Logo, o protagonismo estudantil passa a ser um estado fundamental para os alunos, pois segundo BEVILACQUA (2011), no que se refere ao conhecimento científico, a rapidez e a pluralidade de conteúdos publicados

atualmente impossibilitam o acesso e a compreensão de todos estes conteúdos no interstício da vida escolar dos alunos. Assim, o aluno precisa aprender a aprender e aprender a fazer autonomamente, como supracitado (ARRUDA et al, 2017; COSTA, VIEIRA, 2006).

O termo “autônomo” supracitado acima, como também a palavra “autonomia” presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, DCNEM estão relacionados à condição de ser protagonista, já que a expressão “autonomia”, de acordo com a primeira definição explicitada pelo dicionário mini Aurélio, FERREIRA (2001, p. 77), significa a “1.Faculdade de se governar por si mesmo [...]”. Assim a escola e os docentes precisam propor ferramentas didáticas que estimulem a autonomia dos estudantes, levando-os a defender e a distinguir suas ações das dos outros, ter iniciativa e autoestima, usar o empoderamento pessoal para compartilhar o conhecimento de forma natural, ser capaz de buscar informações de forma independente, ser um agente transformador e formador de opiniões, educar-se constantemente etc. Estas são algumas das habilidades e competências implícitas nos quatro pilares da educação (aprender a ser, aprender a conviver, aprender a fazer e aprender a aprender) que visam formar jovens como um ser integral (COSTA, 2001b).

ALONSO (2012) argumenta que os alunos que têm uma participação ativa e são capazes de criar, inovar temas científicos, dar palestras, liderar grupos a favor e contra seus interesses demonstram ser protagonistas estudantis. Logo, DECOLIN, SÁNCHEZ, GAINZA (2016) enfatizam a importância de fomentar o protagonismo estudantil de alunos da Educação Técnica e Profissional, pois a ferramenta didática para tornar o aluno um agente transformador de sua realidade social e profissional está na potencialidade desse próprio estudante, além de ser uma necessidade frente à crise e às lacunas sociais geradas pela alienação progressiva no processo pedagógico profissional.

Assim, também foi propósito dessa pesquisa investigar o “ser protagonista estudantil” de acordo com proposituras de FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004); COSTA (2001b); COSTA (2001a); ALONSO (2012); ARRUDA et al, (2017); COSTA e VIEIRA (2006) e DECOLIN, SÁNCHEZ e GAINZA (2016) na perspectiva de protagonistas da iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, da liberdade para fazer opções, do compromisso para agir com responsabilidade, da liderança e engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes

interescolares e, especialmente, da capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem.

Também é importante ressaltar que a ação educativa não formal pode produzir proatividade estudantil, muitas vezes classificada como protagonismo, fenômeno em voga e continuamente citado no contexto educacional logo após a Lei 9394/96, LDB. Contudo, ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005) citam que, nesses casos, o protagonismo é confundido como simples ativismo na execução de projetos interdisciplinares e promovem pobres avanços cognitivos. Assim, o protagonismo na educação implica em situações onde os estudantes são desafiados a pensar e exercerem uma atividade intelectual. Desse modo, ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005, p.62) afirmam ser preciso uma “[...] metodologia que contextualiza adequadamente os conteúdos e problematiza de forma inteligente os conceitos, de modo que os jovens se sintam desafiados e interessados, descobrindo que o conteúdo das disciplinas pode ter significado em suas vidas”.

Ademais, GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004) apontam que a motivação intrínseca dos estudantes, de acordo com a Teoria da Autodeterminação, pode ser evidenciada por meio de contextos práticos desenvolvidos pelos próprios alunos, onde eles têm a percepção de sua autonomia, responsabilidade e competência no fazer de uma ação. Desse modo, além da percepção de autonomia e competência, também é apontada pelas autoras supracitadas, a necessidade de os alunos estabelecerem vínculos, como uma terceira necessidade um pouco menos importante, mas inerente aos fatos que evidenciam a determinação da motivação intrínseca do estudante.

GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004) enfatizam que a motivação no contexto escolar tem sido avaliada como um determinante crítico do nível e da qualidade da aprendizagem, podendo a ação docente influenciar na motivação dos alunos, principalmente se o professor for um facilitador da autonomia dos alunos, a ponto de oferecer oportunidade de escolhas, tornar o ambiente de sala de aula mais informativo, reconhecer e apoiar os interesses dos alunos e incentivá-los a fazer escolhas e a participar das tomadas de decisão, bem como, levá-los a se identificar com as metas de aprendizagem estabelecidas em sala de aula.

Com relação à motivação por meio da competência dos alunos, esta pode ser nutrida através da apresentação de desafios adequados aos níveis de progresso dos envolvidos, com posterior devolutiva dos resultados de desempenho.

Já com relação ao vínculo, seria necessário o amadurecimento de uma cultura escolar, onde discentes e docentes se sentissem pertencentes ao processo relacionado à ação de aprender (GUIMARÃES, BORUCHOVITCH, 2004).

Por isso, o professor, segundo ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005), precisa deixar de ser o centro do processo de ensino, e depositar nos estudantes a confiança e independência, de modo a fazê-los perceber sua capacidade de aprender, e assim, serem realmente protagonistas. Para tanto, os docentes também precisam compreender o contexto da escola a partir dos interesses dos estudantes. Contudo, é fundamental romper com a cultura tradicional da instituição escolar.

Dessa forma, os autores supracitados argumentam a necessidade de intercâmbio, visitas técnicas, entre outras, como recurso para estudantes trabalhadores terem liberdade de expressar sua cultura sem o tradicionalismo acadêmico.

4.5- A linguagem pedagógica nas práticas educativas: a educação não formal

Antes de efetuarmos a caracterização das práticas educativas citadas neste subcapítulo 4.5, é desejável definirmos as especificidades dos termos “aprendizagem”, “ensino” e “educação”.

Desse modo, no *Thesaurus Brasileiro da Educação*, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (Brasil, 2020), o termo “aprendizagem” é definido como “Ato, processo ou efeito de aprender” e o termo “ensino” é definido como “Ato de criar uma situação de aprendizagem para transmitir conhecimentos, estimular processos de pensamento e encorajar o desenvolvimento individual (UNESCO) [...]”. Já o termo “educação” tem definições bem mais abrangentes, como:

- "Processo contínuo de integração à sociedade e reconstrução de experiências, a que estão condicionados todos os indivíduos, por todo o decurso de suas vidas, seja mediante a própria vivência difusa de situações do cotidiano, seja mediante a participação compulsória ou voluntária em instituições responsáveis pela transmissão da herança social. Todas as ações e influências destinadas a desenvolver e cultivar habilidades mentais, conhecimentos, perícias, atitudes e comportamentos, de tal modo que a personalidade do indivíduo possa ser desenvolvida o mais extensamente possível e ser de valor positivo para a sociedade em que ele vive [...]”.

De acordo com HATMANN (2012), atualmente existem três denominações para práticas educativas: educação formal, educação não formal e educação informal. Essas denominações são caracterizadas no *Thesaurus Brasileiro da Educação*, do INEP (Brasil, 2020), como:

- educação formal: aquela educação sistemática oferecida por instituições de ensino dentro de um sistema educacional que segue normas e diretrizes curriculares pré-determinadas pela esfera governamental. As aulas ocorrem numa sequência regular de períodos letivos, com progressão hierárquica entre um nível de ensino e outro, até obtenção de certificados, graus acadêmicos, entre outros, reconhecidos oficialmente;

- educação não formal: aquela educação organizada, sistemática e estruturada que não corresponda exatamente à educação formal, ou seja, ela pode ocorrer dentro de instituições educacionais, ou fora delas e também de forma complementar ao ensino formal, mas por ser mais flexível não segue necessariamente todas as normas e diretrizes estabelecidas pelo sistema formal; assim pode atender a pessoas de todas as idades;

- educação informal: é uma educação assistemática, aquela em que cada pessoa recebe durante toda sua vida à medida que incorpora atitudes, valores, conhecimentos, habilidades e influências da vida diária com familiares, vizinhos, no trabalho, no lazer, nas leituras da mídia escrita e falada.

A educação não formal existe muito antes da educação formal. Entretanto, TRILLA (2008) argumenta que o significado “educação não formal” pode ter começado a ganhar espaço como linguagem pedagógica nas práticas educativas a partir de 1968, com a publicação da obra intitulada *The World Educational Crisis: A Systems Analysis*, do autor By Philip H. Coombs.

De acordo com TRILLA (2008), a publicação supracitada enfatizou indistintamente os termos “educação informal” e “educação não formal” como prática educativa alternativa para uma educação diferente da escola convencional. Segundo TRILLA (2008), By Phillip H. Coombs deixou claro que sua obra continha apenas atividades organizadas intencionalmente com intuito de promover a educação e a aprendizagem, analogamente como foi definido no *Thesaurus Brasileiro da Educação*, do INEP (Brasil, 2020), uma educação não formal organizada e estruturada.

HATMANN (2012) cita que na segunda metade do século XX a escola se deparou com situações pedagógicas difíceis de serem resolvidas; foi a partir de

então, que a educação não formal passou a ser reconhecida como uma linguagem pedagógica dentro das práticas escolares.

De acordo com GOHN (2011), o ensino não formal no Brasil teve pouca projeção educacional até a década de 1980, não somente pela inércia dos docentes frente a essa linguagem pedagógica nas práticas educativas, mas também pela indiferença de políticas públicas direcionadas à educação.

Entretanto, a partir da década de 1990 a globalização alavanca novos paradigmas relacionados à valorização do trabalho em equipe, à gestão compartilhada, à necessidade de aprendizado em grupos heterogêneos, à incorporação de habilidades e competências necessárias para as novas perspectivas do mercado e da educação. A partir de então, o ensino não formal ganhou projeção, pois o espaço escolar como também a execução do currículo escolar deixou de ser uma ação exclusiva do professor (HATMANN, 2012). O currículo extrapolou os limites da sala de aula e o aluno passou a ter contato com outras práticas educativas. Dentre estas práticas se interpõe a linguagem pedagógica não formal, como ferramenta didática complementar ao ensino formal (HATMANN, 2012) e implícito no *Thesaurus Brasileiro da Educação*, do INEP (Brasil, 2020).

A literatura científica remete ao uso dos termos “ensino não formal” e “educação não formal”, ficando, assim, evidente o uso constante do termo “educação” para especificar as práticas das modalidades educativas (formal, não formal e informal). Porém, é passível de se imaginar que alguns autores utilizam o termo “ensino” associado às modalidades “formal” e “não formal”, por este ser mais específico para a situação de aprendizagem escolar, já que a definição do termo “ensino” supracitada anteriormente enfatiza (BRASIL, 2020) “Ato de criar uma situação de aprendizagem para transmitir conhecimentos, estimular processos de pensamento e encorajar o desenvolvimento individual [...]”.

Com relação à educação científica não formal, segundo HARTMANN (2012) e GOHN (2010), ela objetiva ensinar conteúdos atualizados de ciência e tecnologia para um grupo específico de alunos com vistas à formação de cidadãos políticos sociais e culturalmente conscientes. E ainda, segundo CAZELLI e COIMBRA (2013), a educação não formal avalia a qualidade da vivência e experiência do aluno e suas consequências no âmbito social como cidadão.

Nas últimas décadas a escola deixou de ser o único espaço para o ensino de Ciências e passou a ser constantemente bombardeada por novos

conhecimentos, muitos deles, ainda desconhecidos pelos professores. Desse modo, TRILLA et al. (2003) defendem que não se pode monopolizar a escola, com sua educação formal, como único espaço para educação. Assim, há de se pensar em mais possibilidades que possam somar esforços para a melhoria da educação.

De acordo com MARQUES e MARANDINO (2018), a AC na educação não formal vem ganhando espaço em novas pesquisas, e defendem que ela pode ampliar as chances de se obter sucesso na educação científica. Assim, definem a educação não formal como metódica, proposital e com objetivos definidos. Contudo, um meio disperso e heterogêneo de ensino que pode ser capaz de articular o aprendizado a favor dos interesses dos estudantes.

BEVILACQUA, KURTENBACH e COUTINHO-SILVA (2011) argumentam os resultados de pesquisa realizada junto aos alunos do Colégio Estadual “Julia Kubitschek” (de ensino formal) após este receber o convite para estabelecer parceria com a ONG Espaço Ciência Viva (mantenedora de um museu de Ciências fundado em 1982). Os pesquisadores supracitados citam que a oferta de estágios, cursos e/ou projetos de divulgação científica (na linguagem não formal) aos alunos do Colégio “Julia Kubitschek” geraram situações de ensino e aprendizagem que indicaram aumento de interesse e prazer pelas Ciências de forma mais eficiente do que o ensino formal de conteúdos em sala de aula.

A partir desse ponto de vista, GOHN (2014) define a educação não formal como um espaço de múltiplas práticas socioculturais com propostas e intencionalidades para o aprendizado e produção de conhecimento por meio de atividades, programas e projetos sociais. Já, PÉREZ e MOLINÍ (2004) defendem a educação não formal como as atividades educativas realizadas fora do protocolo do sistema oficial. TRILLA et al. (2003) citam a educação não formal como todas as atividades e meios de educação não escolares criados para atender objetivos educativos.

Com relação às definições, principalmente entre aquelas que se referem aos espaços (ambientes) de educação formal e não formal, MARANDINO et al. (2008) defendem a não fragmentação desses espaços, pois acreditam ser mais importante definir como se dará a ação educativa sobre os sujeitos que a receberão, e não o tipo de espaço em que ocorrerá a ação educativa.

Desse modo, TRILLA (2008) cita critérios metodológicos e estruturais como instrumentos mais precisos na distinção entre a educação formal e não formal.

Assim, quanto ao critério metodológico, a educação não formal se distancia das formas convencionais da escola, como o não estabelecimento de aulas e horários em calendário escolar; o ensino aprendizagem fora do âmbito natural de sua produção e aplicação; entre outros.

Por fim, no critério estrutural, a educação não formal é caracterizada como desvinculada de normas hierárquicas (como a que se tem entre docente e discente), não está vinculada a processos avaliativos com intuito de atribuir menções, bem como, não é orientada á outorga de títulos acadêmicos, ou seja, é uma educação desvinculada da ordem administrativa legal, além de atuar na perspectiva da ação voluntária.

Além disso, HATMANN (2012, p.92) argumenta que a prática educativa não formal “[...] pode acontecer em espaços formais como a escola, só que com maior flexibilidade, para gerenciar o tempo de aprendizagem ou para operacionalizar os conteúdos, estudados de acordo com os objetivos do grupo interessado”.

4.6 - O ensino de Química na educação de jovens e adultos e o setor sucroenergético

O aprendizado de Química no ensino médio deve possibilitar ao estudante a compreensão dos processos químicos em si e sua compreensão dentro de um contexto de aplicação científica tecnológica e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL,2002)

Dessa forma, as aulas de Química, de acordo com SELBACH (2010), devem ser isentas da postura clássica do professor, onde se ensina Química como simples descrições de teorias sem contextualização prática. Assim, deve-se explorar os conhecimentos prévios dos estudantes e fazê-los saírem da passividade e construir seus argumentos a partir de suas experiências de vida e de atos do dia-a-dia. Tal perspectiva de ensino de Química é aprofundada no texto “A experimentação na EJA” presente no **Apêndice O** dessa dissertação.

FIGUEIREDO et al. (2017) também argumentam a favor da necessidade de mudança na prática docente, e apontam a existência de antipatia dos alunos da EJA pela Química como disciplina curricular, pois acreditam ser muito difícil compreender essa ciência a ponto de aplicá-la em suas rotinas diárias, tendo em vista, que boa parte dos conceitos químicos se encontra em um nível de complexidade que dificulta sua aplicação em contextos do dia-a-dia.

CACHAPUZ et al. (2005), LORENZETTI e DELIZOICOV (2001), FURIÓ et al. (2001) argumentam que o conhecimento científico e tecnológico potencializam a leitura e a escrita dos estudantes à medida que atribui sentido e significado nas palavras, assim, auxiliam na resolução de problemas e nas decisões diárias. Da mesma forma, VIVAS e TEIXEIRA (2009) defendem que os problemas ambientais e socioeconômicos evidenciados a partir da revolução industrial seriam menores se a maioria das pessoas compreendesse os impactos da ciência e da tecnologia em suas vidas. A partir desse ponto de vista, apontam a importância de se alfabetizar cientificamente os estudantes da EJA, pois estes pertencem à parcela da sociedade mais atingida pela modernização tecnológica do setor produtivo.

Por isso, de acordo com FIGUEIREDO et al. (2017), o docente deve enfatizar a importância da Química para a sociedade e inserir as transformações químicas vivenciadas pelos cidadãos junto aos conceitos científicos utilizando um tema gerador. Este, segundo FREIRE (2011b) é um meio estratégico, uma metodologia pedagógica de conscientização da realidade, onde se tem um ponto de partida para o processo de construção da descoberta para um aprendizado concreto e crítico para a vida dos educandos.

Da mesma forma, RAMOS (2011) também acolhe as argumentações de Paulo Freire e o cita como principal referência no ensino da EJA, além de evidenciar o uso de temas geradores no ensino de Química como ferramentas que corroboram na formação do pensamento crítico e de cidadãos reflexivos e participativos.

Logo, o setor sucroenergético se apresenta como uma boa alternativa para se explorar temas geradores. Além de sua inquestionável importância histórica, tecnológica, econômica e ambiental, é um campo muito fértil para se problematizar SAs na área Química. Isto porque, pode-se fazer AC explorando os processos agroindustriais desse setor, desde a produção de hidratos de carbono na fotossíntese da cana-de-açúcar até a produção e destilação do etanol. Dessa maneira, a partir do tema gerador “Da fotossíntese até o etanol” pode-se (segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) ensinar química dentro do contexto definido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Para PACHECO et al. (2017), o ensino de Química está intimamente ligado à produção de açúcar e álcool; assim, em consonância com os documentos supracitados que norteiam o ensino no país, torna-se perfeitamente possível mediar

e engajar estudantes em problematizações envolvendo fenômenos químicos e físicos relacionados ao plantio, colheita e transporte de cana de açúcar; extração do caldo de cana-de-açúcar nas moendas; clarificação do caldo de cana-de-açúcar; fermentação alcoólica do mosto; destilação e produção de eletricidade nas termelétricas desse setor.

Também é possível engajá-los no estudo de fatores históricos como o trabalho escravo nos engenhos e o trabalho forçado na colheita de cana; fatores tecnológicos como a mecanização da colheita da cana, produção de eletricidade e do etanol anidro; fatores sociais como a qualificação dos trabalhadores braçais do plantio e corte da cana para operadores de colhedoras, tratores, plantadeiras e pulverizadores; fatores ambientais como a produção de energia e biocombustível de baixo carbono e utilização de resíduos de produção, tal como a vinhaça, torta de filtro, dióxido de carbono da fermentação, cinzas do bagaço de cana, bagaço e palha de cana e melaço, respectivamente como fertilizantes, produção de bicarbonato de amônio (fertilizante), constituinte de argamassas, produção de eletricidade e produção de etanol e 1º e 2º geração.

4.7 - Transformações químicas e físicas e o setor sucroenergético

A Química segundo ATKINS e JONES (2006, p.27) “[...] é a ciência da matéria e das mudanças que ela sofre.” Ou de acordo com KOTZ, TREICHEL e WEAVER (2004, p.11) “A Química é o estudo da natureza da matéria e de suas interações.” Ou segundo ROCHA-FILHO e SILVA (2017, p. 35) “[...] a Química é a ciência das substâncias [...]”.

A substância segundo ROCHA-FILHO e SILVA (2017, p. 35) é caracterizada como “uma porção de matéria que tem um e somente um tipo de entidade (que pode ser uma molécula, um átomo ou uma fórmula unitária)”.

A transformação química resulta em uma reação química da matéria, que segundo ATKINS e JONES (2006, p.77) “[...] é o processo de mudanças químicas, isto é, a conversão de uma ou mais substância em outras substâncias”, onde a substância inicial (antes da reação) denomina-se de reagente e a substância final (após a reação) denomina-se de produto.

Contudo, SIQUEIRA e FERNANDES (2019) alertam para a similarização do conceito de transformações químicas (TQ), pois trata-se de fenômenos químicos muito específicos, já que as reações químicas são, em si, todas distintas. Desse modo,

generalizamos o conceito para tornar o tema mais palatável, e assim, ser possível sua compreensão em nível de ensino médio.

Estudar as TQ, as suas propriedades, constituição dos materiais e substâncias, rearranjos atômicos, energia envolvida, entre outros fatores microscópicos, torna o tema amplamente complexo. Assim, o presente trabalho de pesquisa terá o propósito de apenas verificar a TQ através de uma abordagem macroscópica do fenômeno químico, analisando os indícios (evidências) de ocorrência da TQ, tais como: mudança de cor do sistema, produção de odores característicos, desprendimentos de gases, formação de precipitado, mudanças na temperatura do sistema, produção de energia luminosa, e entre outras formas, o uso de indicadores químicos (SIQUEIRA, FERNANDES, 2019).

Os indícios supracitados acima evidenciam a possibilidade de ter ocorrido uma reação química. Entretanto, esses indícios não são conclusivos, podendo indicar uma grande probabilidade de a reação química ter acontecido (FONSECA, 2016). Contudo, SIQUEIRA e FERNANDES (2019, p.269) reforçam que em algumas situações “[...] são necessárias separações e caracterizações, de forma a verificar se, antes do fenômeno e após, ocorrem diferenças nas substâncias presentes [...]”.

A transformação física (TF) é aquela onde não há mudança na natureza química das espécies presentes na matéria, ou seja, é aquela onde não ocorre conversão de espécies químicas em outras (SIQUEIRA, FERNANDES, 2019).

PACHECO et al. (2017) argumentam a necessidade de se oferecer um ensino de Química, na educação básica, onde se possa investigar e contextualizar conceitos, teorias e leis científicas diretamente relacionadas aos processos industriais. Nessa ótica, o setor sucroenergético, desde as etapas de preparo do solo e plantio da cana-de-açúcar até os produtos finais da cadeia produtiva como, açúcar, etanol, eletricidade e subprodutos/resíduos levedura seca, bagaço, torta de filtro, vinhaça apresentam inúmeras TQ e TF que podem ser exploradas no ensino de Química (GOMES, CARBO, QUEIROZ, 2015).

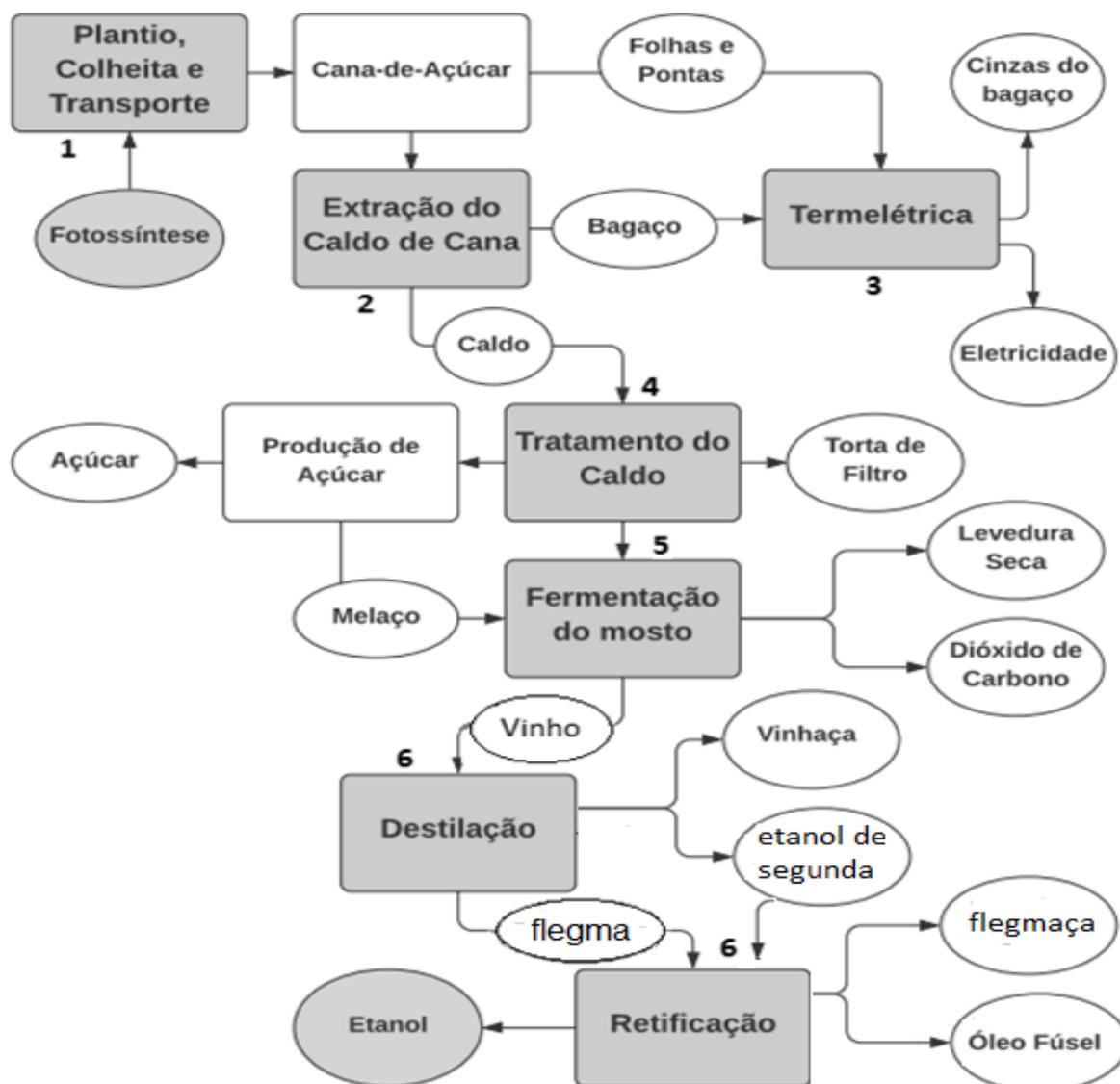
Logo, GOMES, CARBO e QUEIROZ (2015) conseguiram bons resultados no ensino de Química quando trabalharam os conteúdos específicos de Química com ênfase na produção agroindustrial sucroenergética. Desse modo, a partir das pesquisas realizadas por PACHECO et al. (2017), GOMES, CARBO e QUEIROZ (2015), DUARTE, (2014) foi possível levantar informações satisfatórias que

evidenciaram formas de se fazer AC através da observação, investigação e contextualização de TQ e TF em processos diretamente relacionados com o setor sucroenergético.

4.7.1 - As etapas produtivas do setor sucroenergético

Com relação às etapas produtivas do setor sucroenergético, Figura 4.1 elas foram divididas aqui em seis etapas, do plantio da cana de açúcar até a destilação e retificação do álcool.

FIGURA 4.1 - Fluxograma resumido das seis etapas produtivas do setor sucroenergético



Fonte: Adaptado de REBELATO, MADALENO, RODRIGUES (2016)

Desse modo, após o plantio, se tem início o desenvolvimento da cana com acúmulo de sacarose por meio da fotossíntese. Em seguida a cana é colhida e transportada até a usina, onde ocorre à extração do caldo usado para fabricação do açúcar e etanol. Já o bagaço, folhas e pontas da cana são usados na co-geração de energia nas termelétricas (ou caldeiras) com produção de vapor, eletricidade e resíduos como a cinza do bagaço, Figura 4.1

Logo, como ilustrado na Figura 4.1, o caldo extraído nas moendas passa por processo de retirada de impurezas minerais e orgânicas que darão origem à torta de filtro. Já o caldo limpo irá compor o mosto de fermentação ou será desidratado até se tornar um xarope. Em seguida o xarope é enviado para fábrica de açúcar de onde sairá o açúcar sólido e o subproduto melaço, o qual, também poderá ser usado para compor o mosto de fermentação.

O mosto de fermentação consiste na mistura de leveduras em um meio açucarado, onde ocorrerá a fermentação com produção de álcool e liberação de dióxido de carbono (CO₂). Após a fermentação se obtêm o vinho levedurado que será centrifugado para separar o vinho do fermento. O excesso de fermento é desidratado para se obter a levedura seca que é fonte de proteínas (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016).

O vinho sem o fermento é enviado para destilação (um processo físico), onde se obtêm a flegma (mistura de vapores hidroalcoólicos com graduação alcoólica de 45% a 50%), vinhaça e o etanol bruto ou “de segunda” (uma mistura hidroalcoólica com graduação alcoólica de 92% a 94%). A flegma e parte do etanol bruto são enviados para outro processo de destilação, a denominada retificação, onde se obtêm o etanol hidratado combustível (EHC) com 92,6° INPM, flegmaça (subproduto da retificação da flegma), óleo fúsel (subproduto) e novamente o etanol bruto (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012).

Desse modo, com intuito de aprofundar os conhecimentos sobre as etapas sucintamente descritas acima, efetuar-se-á fundamentação dos processos físicos e químicos inerentes às etapas, além dos possíveis fatores investigativos e a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA). Tal fundamentação teórica no conhecimento dessas etapas são encontradas no texto “As etapas produtivas do setor sucroenergético”, descrita no **Apêndice P** dessa dissertação; assim, tais etapas referem-se às situações de aprendizagem (SA) 1 a 6.

5 - Procedimento metodológico

Para COSTA e COSTA (2012) a prática social é fruto da relação dinâmica entre as realidades natural (do homem com a natureza) e social (do homem com o homem). Logo, é por meio dessa prática social que o homem busca conhecer e estudar os objetos ao seu redor e, assim, construir o conhecimento. Dessa forma, o conhecimento científico consiste no desejo humano e na capacidade do homem de investigar, analisar, explicar, desdobrar, justificar, induzir, predizer, entre outros, os fatos que o cercam.

A investigação científica é embasada em um método científico, ou seja, um conjunto de procedimentos metodológicos desenvolvidos por meio de técnicas e critérios previamente definidos, com intuito de produzir conhecimento durante a pesquisa. A pesquisa tem por objetivo coletar dados através dos sujeitos da pesquisa, os denominados informantes, indivíduos ou participantes, como foram chamados aqui nesse trabalho (COSTA, COSTA, 2012).

No decorrer da pesquisa foi necessário estabelecer comparações entre os dados, evidências e informações, obtidas por meio dos participantes, junto ao conhecimento teórico já produzido e que tenha relação com o problema investigado. É assim que se utiliza o pensamento científico para se elaborar novos conhecimentos sobre a realidade do fato investigado e, assim, propor soluções para o problema de pesquisa (LUDKE, ANDRÉ, 2018).

Ademais, LUDKE e ANDRÉ (2018) também citam a necessidade de se ter perspicácia e autenticidade com as informações coletadas e construídas por meio da escrita do texto dissertativo.

5.1- Natureza da pesquisa

A presente pesquisa teve caráter descritivo sob a forma de pesquisa participante, com interpretações de respostas, narrativas, observações e ações dos envolvidos na pesquisa, com objetivo de promover a participação social para o benefício coletivo, a partir de devolutivas orais durante as apresentações das situações de aprendizagem que envolveram os participantes (COSTA, COSTA, 2012).

A abordagem da pesquisa foi de natureza qualitativa, e teve como propósito, a investigação da AC e do protagonismo junto à viabilidade de se utilizar os conhecimentos químicos e tecnológicos de estudantes do curso TAA na AC de alunos da EJA, por meio de um ensino não formal de Química.

A pesquisa teve como diretriz a abordagem de pressupostos observados por meio de respostas de questionários iniciais e finais, fotos, gravações em áudio e vídeos, e observação participante no decorrer da elaboração das SAs, que foram o ponto de partida para contextualizar situações de ensino no aprendizado de transformações químicas e físicas relacionadas com os três eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008).

O foco da abordagem de pressupostos foi a busca pela compreensão de fatos, onde o docente das duas turmas (professor-pesquisador) fez as interpretações, de acordo com o referencial teórico da pesquisa, a partir de raciocínio indutivo em um estudo exploratório nos ambientes de salas de aulas, laboratórios, feira tecnológica, design thinking, conversas paralelas entre alunos e especialmente durante as apresentações das SAs e respostas dos questionários iniciais e finais.

5.2 - Caracterizações dos locais e dos participantes da pesquisa

Em 24 de novembro de 1958, a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP) decretou e o governador promulgou a Lei Nº 4990, artigo 1º, estabelecendo que o Grupo Escolar de Monte Alto, passaria a denominar-se Grupo Escolar “Jeremias de Paula Eduardo”, sendo assim o segundo Grupo Escolar da cidade de Monte Alto-SP.

A partir de então, a Escola Estadual “Jeremias de Paula Eduardo”, Figura 5.1, passou por várias reformas e hoje atende cerca de mil alunos, oferecendo-lhes educação básica nos níveis de ensino fundamental II (EF II) nos períodos manhã e tarde, e ensino médio (EM) apenas no período matutino. Também oferece Educação de Jovens de Adultos (EJA) nos níveis de EF II e EM apenas no período noturno.

FIGURA 5.1 - E.E. Jeremias de Paula Eduardo



Fonte: Facebook

Para frequentar a EJA no EF II os alunos precisam ter 15 anos completos, já no EM é necessário ter 18 anos completos; por isso, a LDB (Lei 9394), seção V, artigo 37 determina que “A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos nos ensinos fundamental e médio na idade própria [...]”.

O espaço físico da E.E “Jeremias de Paula Eduardo” conta com uma sala de informática, duas salas multimídia, biblioteca, refeitório, pátio, banheiros, quadra poliesportiva coberta e demais salas para atender as necessidades administrativas e pedagógicas. A escola está localizada em um bairro de classe média baixa, e atende alunos em sua maioria pertencentes às classes sociais economicamente mais desfavorecidas.

Por outro lado, mais recentemente em 8 de dezembro de 2011, por meio do decreto Nº 57.594, publicado em Diário Oficial do Estado, Poder Executivo, Seção I, artigo 1º, criou-se a Escola Técnica Estadual – ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral”, Figura 5.2, como unidade de ensino do Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” – CEETEPS, localizada na cidade de Guariba-SP e que atualmente oferece cursos técnicos no período noturno, ensino médio com habilitação profissional de nível técnico e cursos técnicos integrados ao ensino médio, nos períodos manhã e tarde.

FIGURA 5.2 - ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral



Fonte: <https://etecguariba.com.br>

A instituição, além de formar técnicos capacitados, orienta e qualifica aprendizes e profissionais que pretendem voltar ao mercado de trabalho. Também oferece formação nos componentes curriculares do núcleo comum do ensino médio para aqueles que almejam ingressar em universidades.

O espaço físico da Escola “Bento Carlos Botelho do Amaral” conta com dois laboratórios de Ciências com vidrarias, reagentes e equipamentos para análises químicas de controle de qualidade, equipamentos que simulam a produção de etanol e parcialmente a produção de açúcar, laboratórios de informática, salas de aula multimídia, biblioteca, refeitório, pátio, banheiros, quadra poliesportiva coberta e demais espaço que atendem satisfatoriamente as necessidades administrativas e pedagógicas.

Quanto aos participantes da pesquisa, esta foi realizada com 25 alunos do 4º módulo do curso TAA, em uma classe com 30 alunos matriculados do período noturno da ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral”, e 30 alunos da 3ª série do Ensino Médio da modalidade EJA, em uma classe com 45 alunos matriculados do período noturno da E.E “Jeremias de Paula Eduardo”. Entretanto, 17 alunos da EJA participaram ininterruptamente de todas as atividades que envolveram coleta de dados. Dessa forma, analisaram-se os dados de apenas 17 destes alunos.

Os alunos da modalidade EJA apresentaram média de idade de 27 anos, sendo 52% dos alunos na faixa de 20 a 29 anos, 38% entre 30 e 40 anos e 10% com mais de 40 anos. Os estudantes da EJA são compostos, em sua maioria, por trabalhadores que constituem família e buscavam ascensão profissional e social por meio dos estudos e conclusão do Ensino Médio. Além disso, também foram

percebidos muitos relatos de interesse pela continuidade dos estudos em cursos técnicos, e em menor proporção por cursos superiores.

Os alunos do curso TAA apresentaram média de idade de 26 anos, sendo 64% dos alunos na faixa de 17 a 25 anos, 20% entre 26 e 30 anos e 16% com mais de 30 anos. Estes estudantes são pessoas mais jovens, alguns já possuíam formação técnica em outras áreas do conhecimento e almejavam conseguir um emprego após o término do curso, outros já trabalhavam no setor sucroenergético e acumulavam boa experiência profissional, e uma pequena minoria cursava o ensino médio concomitantemente com o curso técnico. Entre os alunos do TAA foram presenciados muitos relatos de interesse pela continuidade dos estudos em cursos superiores.

O pesquisador atua como professor de Química nas duas instituições de ensino. Na E.E “Jeremias de Paula Educado”, trabalha desde 2008, onde ministra aulas do componente curricular Química, inclusive para a 3ª série do EM da modalidade EJA. Já na ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral”, trabalha desde 2015, e ministra aulas da base tecnológica industrial, no componente curricular Tecnologia de Fabricação de Álcool II para alunos do 4º módulo do curso TAA.

A pesquisa ocorreu no período noturno, junto aos estudantes dessas duas turmas e durante as aulas de Química e Tecnologia de Produção de Álcool II, respectivamente nas escolas “Jeremias de Paula Eduardo” e “Bento Carlos Botelho do Amaral”.

A receptividade da presente pesquisa nas duas instituições de ensino supracitadas foi ótima, pois o pesquisador teve total apoio para realização da pesquisa, com disponibilização de laboratórios e salas de aulas, incentivo e apoio dos professores, coordenadores e diretores das escolas, também houve elogios quanto ao desenvolvimento da pesquisa e inclusive colaboração com a alimentação dos alunos.

A distância entre as duas escolas é de 42 km. Elas estão localizadas em uma grande região produtora de cana-de-açúcar, próxima aos municípios de Sertãozinho e Ribeirão Preto, onde se concentram muitas usinas de açúcar e álcool, que representa um dos mais importantes polos de desenvolvimento científico e tecnológico no setor sucroenergético, bem como, grande geradora de emprego e renda para as famílias da região.

5.3 - Apresentação da proposta de pesquisa e a organização dos alunos

O professor-pesquisador efetuou duas reuniões, uma com os alunos da EJA e outra com os alunos do curso TAA, onde foi apresentada a proposta de pesquisa. A explanação enfatizou a relevância e a pertinência da pesquisa para o ensino-aprendizagem de estudantes da EJA, como também para a formação científica, tecnológica e socioemocional dos alunos do curso TAA.

Após as reuniões foram entregues aos alunos os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), **Apêndices A e B** e de assentimento livre e esclarecido (TALE), **Apêndices C e D, Apêndices E e F**. Neste primeiro momento, a grande maioria dos alunos aceitou participar da pesquisa, posteriormente, no decorrer das aulas outros alunos também se prontificaram a participar.

Logo após a devolução dos termos TCLE e TALE assinados pelos alunos ou responsáveis, o professor-pesquisador entregou-lhes o cronograma de execução da pesquisa que ocorreu em duas etapas.

A primeira etapa foi realizada com o ensino técnico (TAA), onde se iniciou uma profunda investigação Química sobre o tema gerador “da fotossíntese até o etanol”, com início na fotossíntese da cana-de-açúcar até a obtenção do etanol pela fermentação de açúcares e posterior destilação.

Em seguida, a partir da mediação do professor-pesquisador, os estudantes do 4º módulo do curso TAA tiveram a liberdade de se organizarem em seis equipes, e, posteriormente, utilizou-se a ferramenta “design thinking” (**Apêndice I**) para compartilhar as ideias que resultaram na solução para confecção e apresentação das SAs.

A primeira fase do design thinking consistiu nas descobertas de ideias que foram escritas em postites e afixadas em uma cartolina. Já a segunda fase, consistiu na definição e conversão das ideias para um ponto em comum; assim, organizou-se as postites e a ideia central foi definida. Na terceira fase, foram respondidas as perguntas: Como? Quando? Onde? e Por quê? as SAs serão necessárias. Por fim, na quarta fase ocorreu a entrega da ideia final de como seriam aplicadas as SAs.

Em seguida, a partir da mediação do professor, os estudantes do 4º módulo iniciaram a elaboração das seis situações de aprendizagens (SAs). Uma para cada um dos seguintes processos agroindustriais: (SA1) plantio, colheita e transporte

da cana-de-açúcar, (SA2) extração do caldo de cana-de-açúcar, (SA3) queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica, (SA4) tratamento do caldo, (SA5) fermentação do mosto e (SA6) destilação do vinho delevedurado.

Nesse mesmo período, agora com os estudantes da EJA, primeira etapa, efetuou-se a sensibilização dos mesmos sobre o tema gerador “da fotossíntese até o etanol” com apresentação de um vídeo sobre a importância do setor sucroenergético como agronegócio economicamente importante e que visa mecanismos de produção mais sustentáveis.

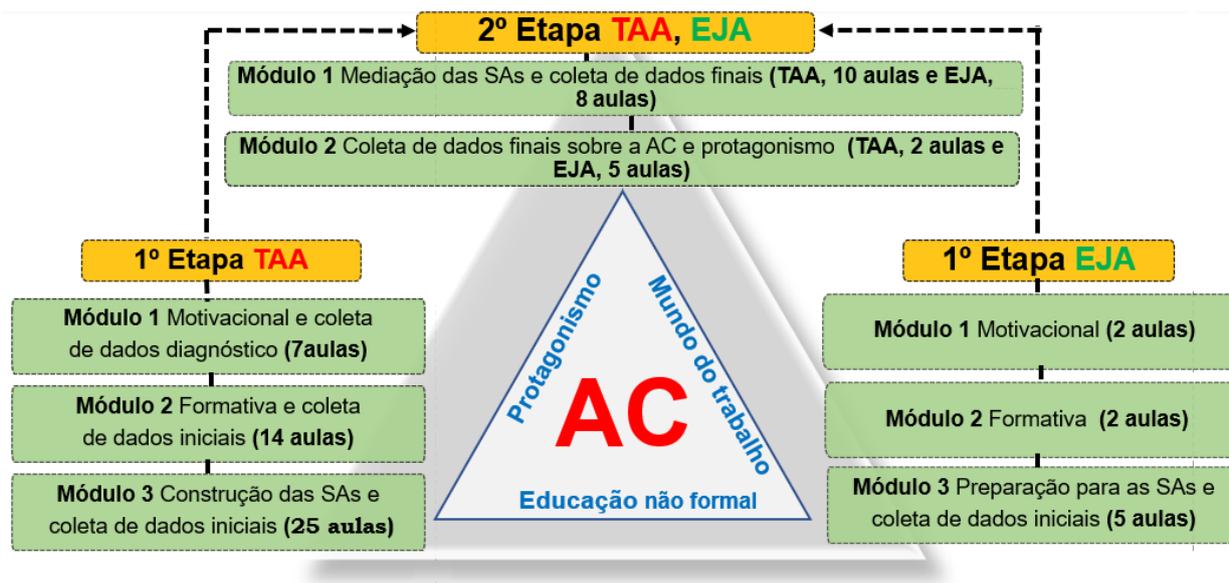
A segunda etapa foi realizada conjuntamente com os estudantes da EJA e do TAA, em que se iniciou a aplicação das SAs como ensino não formal de Química, dando ênfase nos fenômenos químicos e físicos que ocorrem nas etapas supracitadas anteriormente, de forma a atender às perspectivas dos três eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008). Ressalta-se ainda que estas seis SAs (seis etapas agroindustriais) foram unificadas como uma única ferramenta didática de ensino.

5.4- Planejamento metodológico das atividades de pesquisa e a coleta de dados

O componente curricular Química do EM da modalidade EJA contém 2 aulas semanais de 45 minutos cada, totalizando 90 minutos semanais. Já o componente curricular Tecnologia de Fabricação de Álcool II do curso TAA contém 2,5 aulas semanais num total de 120 minutos.

Como relatado anteriormente, a pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo a 1^o etapa subdividida em três módulos trabalhados junto ao ambiente de ensino do TAA, e outros três módulos concomitantemente trabalhados junto ao ambiente de ensino da EJA. Já a 2^o etapa foi dividida em dois módulos trabalhados nos momentos de interação presencial entre as duas turmas, TAA e EJA, como mostra o esquema da ilustração da Figura 5.3 abaixo.

FIGURA.5.3 - Ilustração esquemática do planejamento metodológico



Fonte. Arquivo do autor (2020)

No subcapítulo adiante são feitas descrições detalhadas das atividades da pesquisa. Logo, as atividades que não constam aulas significam procedimentos burocráticos envolvendo agendamentos, organização de mobília, autorizações e contratações de transporte rodoviário. Entretanto, foram trabalhadas, de acordo com a ilustração esquemática da Figura 5.3, 58 horas-aulas junto aos 25 alunos participantes da pesquisa do 4º módulo do curso TAA, e 22 horas-aulas junto aos 30 alunos participantes da pesquisa da 3ª série do Ensino Médio da modalidade EJA, lembrando que destes 30 alunos, apenas 17 participaram ininterruptamente de todas as etapas de coleta de dados, e por esse motivo, analisaram-se os dados de apenas estes 17 alunos.

Os Quadros 5.1, 5.2 e 5.3, adiante, relacionam os locais de realização das atividades de pesquisa, o número de aulas utilizadas e a natureza das atividades realizadas nas duas escolas.

5.4.1- Descrição das atividades realizadas com os alunos do TAA

QUADRO 5.1 - Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos do TAA

Etapa 1- Módulo 1: Mediação motivacional e coleta de dados diagnóstico			
Natureza das atividades (A)		Local	Tempo
A1	Apresentação do projeto de pesquisa e apresentação dos Termos de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido aos estudantes do TAA.	Sala de aula	1 aula
A2	Apresentação da gravação audiovisual de saudação dos alunos da EJA direcionada aos alunos do TAA.	Sala de aula	1/2 aula
A3	Explicações aos alunos do TAA de como funciona a modalidade de ensino da EJA. Apresentação de dois vídeos elaborados pela Secretaria Estadual de Educação de São Paulo (SEE), sobre as perspectivas e vivências de estudantes da EJA (SEE, publicado em 7 de março de 2012, " https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=xcGgSX8HQhg ", e SEE, publicado em 24 abril de 2015 " https://www.youtube.com/watch?v=Z-CD8n8_9Pq ").	Sala de informática	1 aula
A4	Explicação aos alunos de que as SAs poderão vir a ser a contribuição do curso TAA para a feira tecnológica da escola. E gravação audiovisual de saudação dos estudantes do TAA direcionada aos estudantes da EJA.	Sala de aula e Laboratório de Açúcar e Álcool (AA)	1/2 aula
A5	Aplicação de um questionário diagnóstico (Apêndices G e H) com a finalidade de obter informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos do TAA em relação à identificação de fenômenos químicos e físicos, aproveitamento de subprodutos/resíduos, mitigação de impactos ambientais, fatores investigativos e sua relação com a ciência e tecnologia no setor sucroenergético.	Sala de aula	4 aulas

QUADRO 5.1 - Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos do TAA (*Continuação*)

Etapa 1- Módulo 2: Mediação formativa e coleta de dados iniciais			
A6	Aula dialogada com revisão, junto aos alunos do TAA, das principais bases tecnológicas que poderão ser abordadas nos setores agrícola e industrial da usina. E assim, por meio do tema gerador “da fotossíntese até o etanol” dar ênfase nas evidências de reações químicas, TQ, TF e fatores investigativos nos âmbitos científicos, tecnológicos, ambientais, históricos e políticos que circundam a agroindústria sucroenergética como setor produtivo que visa à sustentabilidade.	Sala de aula e Laboratório de AA	6 aulas
A7	Explicação do processo de alfabetização científica e os três eixos estruturantes propostos por SASSERON (2008).	Sala de aula	1 aula
A8	Apresentação da gravação audiovisual das expectativas dos estudantes da EJA quanto às SAs dos estudantes do TAA.	Sala de aula	1/2 aula
A9	Organização das seis equipes de estudantes do TAA e aplicação da ferramenta “design thinking”, como exemplificado no Apêndice I , com intuito de investigar inicialmente as ideias que cada equipe pretenderá adotar para problematizar a sua SA.	Sala de aula	4 aulas
A10	Explicações e fazer emergir nas equipes, problemáticas para motivar e desafiar os estudantes do TAA a repensar estratégias para suas SAs, tendo em vista os eixos estruturantes da AC.	Sala de aula	1 aula
A11	Gravação audiovisual das expectativas dos estudantes do TAA quanto às apresentações das SAs direcionadas aos estudantes da EJA.	Sala de aula	1/2 aulas
A12	Explicações e levantamentos de aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes, como ilustrado no Quadro do Apêndice N , que exemplifica a relação entre as seis SAs e os três eixos estruturantes da AC.	Sala de aula	1 aula

QUADRO 5.1 - Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos do TAA (*Continuação*)

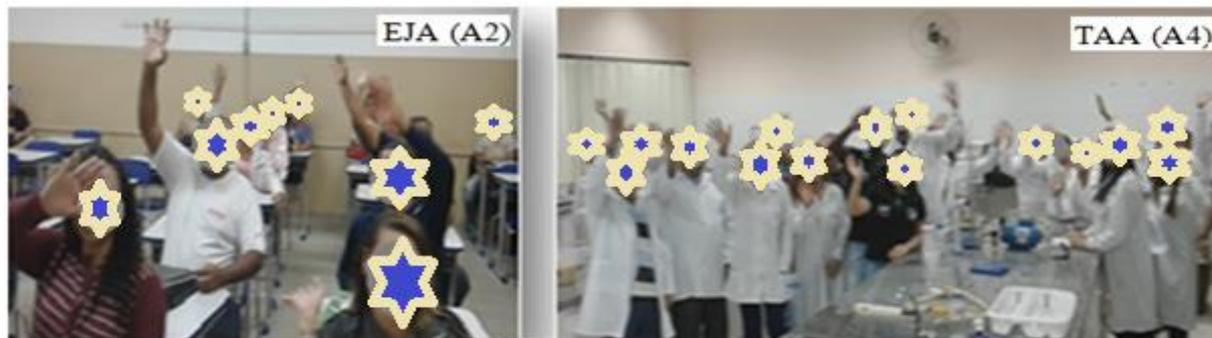
Etapa 1- Módulo 3: Mediação na construção das SAs e coleta de dados iniciais			
A13	Construção das seis SAs nos diferentes espaços escolares e não escolares. Sendo duas aulas nos horários normais das aulas de Tecnologia de Fabricação de Álcool II, cinco aulas nos diferentes espaços escolares e três aulas em espaços não escolares.	Sala de aula e Laboratório de AA	10 aulas
A14	Organização e preparativos da feira tecnológica para as apresentações das seis SAs, com intuito de sistematizar as SAs como uma única ferramenta didática de AC. Além de solicitar esclarecimentos quando necessário, relacionar falas de diferentes estudantes e resgatar conceitos esquecidos.	Sala de aula e Laboratório de AA	5 aulas
A15	Apresentação das seis SAs na feira tecnológica da ETEC, com o tema “da fotossíntese até o etanol”.	Sala de aula e Laboratório de AA	10 aulas
A16	Autorização do diretor e ciência da coordenação da escola, para usar o espaço de sala de aula da E. E “Jeremias de Paula Eduardo” para as apresentações de três SAs aos estudantes da EJA. Autorização do diretor e ciência da coordenação de curso para ida dos alunos da ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral” até a E.E “Jeremias de Paula Eduardo”. Contratação de ônibus de empresa que ofereça seguro aos passageiros. Utilização do ônibus para o traslado dos estudantes do TAA até a E.E “Jeremias de Paula Eduardo” para apresentar as três primeiras SAs (SA1) plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar, (SA2) extração do caldo de cana-de-açúcar, e (SA3) queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica (caldeira).	Sala do diretor e Sala do coordenador e Empresa Condor Tur Transporte e Turismo Eireli	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No Quadro 5.1 acima, as atividades referentes à saudação audiovisual dos alunos da EJA (A2) e do TAA (A4), como ilustrado na Figura 5.4 abaixo, tiveram o objetivo de fazer os primeiros contatos entre os alunos, iniciar uma quebra de barreiras entre as duas turmas e levá-los a refletir sobre a pesquisa.

Nessas duas atividades, A2 e A4, os alunos da EJA e alunos do TAA apenas levantaram as mãos e acenaram coletivamente falando ao mesmo tempo as palavras “olá” e “oi” como ilustrado na Figura 5.4, abaixo.

FIGURA. 5.4 - Fotos das atividades A2 e A4 de saudação audiovisual da EJA e TAA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

A atividade A3 deste Quadro 5.1 objetivou sensibilizar os alunos do TAA, a partir de duas histórias de superação de pessoas que voltaram a estudar depois de terem ficado longe da escola por vários anos. A mensagem enfatizou que as dificuldades econômicas podem postergar os estudos por vários anos, mas não apaga das pessoas o sonho e o desejo por uma formação profissional acadêmica.

A atividade A4 também ofereceu um breve momento de discussão sobre a feira tecnológica, onde o professor-pesquisador dialogou com os alunos a possibilidade de usar as SAs desenvolvidas durante a pesquisa, como tema da feira tecnológica, pois em reunião de curso, os professores, conjuntamente com o coordenador do curso, acharam oportuno e produtivo usar tal ferramenta didática de ensino na divulgação científica.

Na atividade A5, os alunos responderam a um questionário inicial com perguntas na escala Likert e questões dissertativas. O questionário era muito extenso para ser respondido em um único dia; então, o mesmo foi dividido em duas partes e aplicado em momentos diferentes.

As atividades A6 e A7 do Quadro 5.1 foram fundamentais na etapa formativa da pesquisa, pois os alunos do TAA tiveram que revisar os conteúdos relacionados aos seis processos supracitados do setor sucroenergético. As aulas foram ministradas pelo próprio professor-pesquisador, a partir do diálogo, discussões e uso de slides com projeções de imagens, ilustrações, vídeos e textos sobre a teoria em cada um dos processos produtivos do setor. No decorrer das revisões eram

evidenciadas as transformações químicas e físicas existentes em cada um dos processos produtivos, bem como a relação destas e de outros processos com os eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008).

O professor-pesquisador explicou de forma mais específica, para os alunos, o que vem a ser os eixos estruturantes da AC (A7). A intenção foi a de levantar fatores relevantes que pudessem reforçar a AC dos alunos do TAA, ao mesmo tempo em que se ia explicando o que vem a ser a AC (A7).

Já na atividade A8 do Quadro 5.1, o vídeo das expectativas dos alunos da EJA com relação às SAs dos alunos do TAA teve o propósito de estimular e melhorar os ânimos dos alunos do TAA.

Posteriormente, no dia da atividade A9, o professor-pesquisador chegou mais cedo na escola e organizou a mobília da sala de aula agrupando as carteiras em seis grupos, de forma que cada carteira ficasse uma defronte à outra, e na lateral das carteiras, com auxílio de uma haste, foi afixada uma bexiga cheia de ar com o nome de um dos processos agroindustriais da pesquisa, como ilustrado na Figura 5.5.

Desse modo, conforme os alunos adentravam a sala, eles tiveram a liberdade para escolher sua equipe e também o processo agroindustrial de pesquisa.

Neste dia foi possível montar cinco equipes, e na semana seguinte, a partir de sugestões de alunos e mediação do professor foi possível montar a equipe que faltava.

FIGURA 5.5 - Fotos da aplicação do design thinking



Fonte: Arquivo do autor (2019)

A atividade A9, Figura 5.5, durou quatro aulas e resultou na definição da ideia central de como seria a confecção e apresentação das SAs. Na semana

seguinte, foram desenvolvidas as atividades A10 e A12 com intuito de melhorar as ideias das equipes e/ou vislumbrar aspectos que ainda não tinham sido observados pelas equipes. Assim, foi disponibilizado para os alunos um Quadro de informações, **Apêndice N**, que relacionava processos, produtos, subprodutos/resíduos, fatores industriais e ambientais com os três eixos estruturantes da AC.

Entremeio às atividades A10 e A12, foi realizada uma gravação audiovisual com os alunos do TAA (atividade A11) com a intenção de que eles falassem um pouco da experiência que estavam tendo com a pesquisa e com as suas SAs. Entretanto, os alunos não se manifestaram como esperado, e apenas reforçaram o convite para vinda dos alunos da EJA.

A atividade A13, do Quadro 5.1, foi inteiramente desenvolvida pelos alunos participantes da pesquisa. Nos momentos de sala de aula e durante a aula de Tecnologia de Fabricação de Álcool II, duas equipes pediram as chaves dos laboratórios para iniciar a confecção de suas SAs. Já as demais equipes ficaram reunidas na sala de aula fazendo resumos e organizando os assuntos que seriam digitados.

Nas semanas seguintes, os alunos começaram a se organizar para feira tecnológica (atividade A14); assim, foi feita uma reunião com todos os alunos do curso TAA, alunos dos 2º, 3º e 4º módulos, onde foi exposto pelo professor-pesquisador o projeto de pesquisa e o tema “da fotossíntese até o etanol”.

Os professores do curso já tinham decidido pela utilização das SAs como tema e trabalho para a feira tecnológica. Desse modo, foi proposta, junto às seis equipes de pesquisa, a possibilidade de eles assumirem a frente da organização da feira. Nesse mesmo instante, foi dada outra sugestão por parte da coordenação de curso, de que os alunos dos 2º e 3º módulos fossem integrados como apoio às seis equipes de pesquisa.

Em seguida (atividade A14) foi dado voz aos alunos (4º módulo) que estavam participando da pesquisa e eles chegaram à conclusão de que os alunos dos 2º e 3º módulos tinham que ajudar na montagem da feira, pois eles, alunos do 4º módulo, já estavam sobrecarregados com trabalho de conclusão de curso, provas, outros trabalhos e projeto de pesquisa. Logo, um dos alunos sugeriu que os alunos do 4º módulo atuassem como orientadores, atribuindo tarefas aos alunos do 2º e 3º módulos, para que estes ajudassem na montagem da feira.

A sugestão foi aceita pela grande maioria dos presentes e se deu início aos trabalhos de montagem da feira tecnológica. Assim, as seis SAs foram organizadas da seguinte forma: as SAs de fermentação do mosto (SA5) e destilação (SA6) ficaram no laboratório de açúcar e álcool (LAA) e as demais SA1, SA2, SA3 e SA4 usaram duas salas de aula. Já os alunos do 2º e 3º módulos atuaram no auxílio e na arrumação das salas de aula e LAA.

As apresentações das SAs na feira tecnológica (atividade A15), Figura 5.6, também contaram com auxílio dos alunos do 2º e 3º módulos, pois foram dois dias de exposição nos períodos manhã, tarde e noite. Logo, na prática, seria inviável deixar toda essa tarefa a cargo dos alunos do 4º módulo.

FIGURA 5.6 - Fotos de apresentações das SAs na feira tecnológica (atividade A15)



Fonte: Arquivo do autor (2019)

Por isso, prontamente, as equipes fizeram seus ensaios (atividade 14) com os alunos do 2º e 3º módulos que estavam participando, para que estes pudessem auxiliar nos dois dias de exposição da feira tecnológica. Em seguida, a atividade A16 consistiu em atividades burocráticas de exclusividade do professor-pesquisador.

5.4.2 - Descrição das atividades realizadas com os alunos da EJA

QUADRO 5.2- Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos da EJA

Etapa1 - Módulo 1: Mediação motivacional			
Natureza das atividades		Local	Tempo
A1	Apresentação do projeto de pesquisa e apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos estudantes da EJA.	Sala de aula	1 aula
A2	Apresentação de uma gravação audiovisual de saudação dos estudantes do TAA direcionada os estudantes da EJA.	Sala multimídia	1/2 aula
A3	Gravação audiovisual de saudação dos estudantes da EJA direcionada os estudantes do TAA.	Sala multimídia	1/2 Aula
Etapa 1- Módulo 2: Mediação formativa			
A4	Sensibilização dos estudantes da EJA sobre o tema gerador “da fotossíntese até o etanol” com apresentação de um vídeo da usina Santa Terezinha, (publicado em 19 de maio de 2012, “ https://www.youtube.com/watch?v=uCOQusshNVw ”) sobre a importância do setor sucroenergético como agronegócio que visa à sustentabilidade produtiva.	Sala multimídia	1 aula
A4	Gravação audiovisual das expectativas dos estudantes da EJA quanto às apresentações das SAs dos alunos do TAA.	Sala de aula	1/2 aula
Etapa 1- Módulo 3: Preparação para as apresentações das SAs e coleta dos dados iniciais			
A6	Aplicação de um questionário inicial (Apêndice K) para investigar os conhecimentos dos estudantes da EJA, quanto às transformações químicas e físicas, evidências de transformações químicas, produtos, subprodutos e resíduos do setor sucroenergético com ênfase nos três eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008).	Sala de aula	4 aulas
A7	Organização dos alunos da EJA em 2 grupos de 15 integrantes cada, para os quais, esperou-se diálogo, participação experimental, observação de fenômenos pressupostos e discussões construtivas a partir das SAs.	Sala de aula	1/2 aula

QUADRO 5.2- Planejamento metodológico das atividades realizadas junto aos alunos da EJA (*Continuação*)

A8	<p>Autorização do diretor e ciência da coordenação da escola, para ida dos alunos da E.E “Jeremias de Paula Eduardo” até a ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral”.</p> <p>Autorização do diretor e ciência da coordenação de curso, para utilização dos espaços “laboratórios de Ciências e de açúcar e álcool” e “sala de aula” da ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral” para apresentação das três últimas SAs aos estudantes da EJA.</p> <p>Contratação de ônibus de empresa que ofereça seguro aos passageiros. Utilização do ônibus para o traslado dos estudantes da EJA até a ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral” para participarem das apresentações das três últimas SAs (SA4) tratamento do caldo, (SA5) fermentação do mosto e (SA6) destilação do vinho delevedurado.</p>	<p>Sala do diretor e</p> <p>Coordenador</p> <p>e</p> <p>Empresa Condor Tur Transporte e Turismo Eireli</p>	
----	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No Quadro 5.2 acima, após as atividades de interação audiovisual A2 e A3, foi apresentado na atividade A4 um vídeo institucional da usina Santa Terezinha. Esse vídeo mostrou em 14 minutos um resumo das etapas de preparo do solo, plantio, colheita e transporte da cana até a usina, extração do caldo de cana nas moendas, co-geração de energia pela queima do bagaço, tratamento de caldo, fermentação do mosto, destilação do vinho, fabricação de açúcar e utilização de subprodutos pela usina, dando ênfase em um processo que visa à sustentabilidade.

Após apresentação do vídeo, alguns alunos começaram a fazer perguntas sobre o processo industrial de fabricação do etanol e do açúcar, alegando não terem entendido algumas das etapas do processo devido à complexidade. Então, o professor-pesquisador solicitou a esses alunos que eles anotassem as suas dúvidas no papel, para que os alunos do TAA pudessem respondê-las.

Na atividade A5 do Quadro 5.2, os alunos da EJA não expuseram suas expectativas sobre as SAs; entretanto, reforçaram o convite de boas vindas deixando subentendido que eles já estavam prontos para receber os alunos do TAA.

Na semana seguinte, deu-se início à atividade A6, onde os alunos responderam a um questionário inicial com perguntas na escala Likert e questões dissertativas e objetivas, como o propósito de investigar a AC. O questionário era

muito extenso para ser respondido em um único dia, então, o mesmo foi dividido em duas partes e aplicado em momentos diferentes.

Ademais, na semana anterior, nas apresentações das SAs, os participantes foram orientados a se dividirem em dois grupos de 15 alunos cada, grupos A e B (atividade A7). A explicação dada foi a de que seria necessário reduzir a quantidade de pessoas para melhor atender os alunos quanto à interação e diálogo entre os participantes da pesquisa. Por fim, a atividade A8 consistiu em atividades burocráticas de exclusividade do professor-pesquisador.

5.4.3 - Descrição das atividades realizadas pelos alunos do TAA junto aos alunos da EJA

QUADRO 5.3 - Planejamento metodológico das atividades junto aos alunos do TAA e da EJA

Etapa 2 - Módulo 1: Mediação dos alunos do TAA e coleta de dados finais			
Natureza das atividades		Local	Tempo
A1	Organização física das SAs no primeiro encontro na E.E “Jeremias de Paula Eduardo”, para mediação das três primeiras SAs. Em seguida efetuou-se entrega de pranchetas e folhas de papel para os alunos da EJA fazerem anotações.	Sala de aula	1 aula (Pesquisadora)
A2	Apresentação das SAs 1, 2 e 3 como ensino não formal de Química, dando ênfase nos fenômenos químicos e físicos, de modo a atender às perspectivas dos eixos estruturantes I, II e III. Nessa atividade se estabeleceu o tempo de duas horas para as apresentações das três SAs na E.E “Jeremias de Paula Eduardo” entre as 20h e 22h. A mediação de cada uma das SAs para os grupos (A e B) da EJA com no máximo 15 integrantes durou cerca de 20 minutos, onde efetuou-se gravações em áudio dos diálogos e argumentações dos estudantes da EJA e TAA em cada uma das apresentações.	Sala de aula	5 aulas (TAA) e 3 aulas (EJA)
A3	Organização física das SAs no segundo encontro na ETEC “Bento Carlos B. do Amaral”, para mediação das três últimas SAs. Em seguida efetuou-se entrega de pranchetas e folhas de papel para os alunos da EJA fazerem anotações.	Laboratório e Sala de aula	1 aula (TAA)

QUADRO 5.3 - Planejamento metodológico das atividades junto aos alunos do TAA e da EJA(Continuação)

A4	Apresentação das SAs 4, 5 e 6 como ensino não formal de Química, dando ênfase nos fenômenos químicos e físicos, de modo a atender às perspectivas dos eixos estruturantes I, II e III. Nessa atividade se estabeleceu o tempo de duas horas para as apresentações das três SAs na ETEC “Bento Carlos B. do Amaral” entre as 20h e 22h. A mediação de cada uma das SAs para os grupos (A e B) da EJA com no máximo 15 integrantes durou cerca de 20 minutos, onde efetuou-se gravações em áudio dos diálogos e argumentações dos estudantes da EJA e TAA em cada uma das apresentações.	Sala de aula e Laboratório de Ciências e de LAA	4 aulas (TAA) e 5 aulas (EJA)
Etapa 2- Módulo 2: Coleta de dados finais durante a AC			
A5	Aplicação de um questionário final (Apêndice L) junto aos alunos da EJA, com perguntas objetivas, dissertativas e questões na escala Likert, com o objetivo de se investigar a qualidade da AC relacionada a pressupostos em situações, fatos, fenômenos, dados, experimentações e discussões vivenciadas nas SAs.	Sala de aula	4 aulas (EJA)
A6	Aplicação de um questionário final (Apêndice J) junto aos alunos do TAA, com perguntas objetivas, dissertativas e questões na escala Likert, com objetivo de investigar a qualidade do protagonismo estudantil durante a elaboração e apresentação das SAs.	Sala de aula	2 aula (TAA)
A7	Aplicação de um questionário (Apêndice M) com o propósito de verificar o nível de satisfação dos alunos e da viabilidade do uso das SAs para a melhoria do ensino de Química.	Sala de informática	1 aula (EJA)

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O Quadro 5.3, etapa final da pesquisa, consistiu basicamente na organização, apresentação das SAs e coleta de dados finais.

Dando sequência às atividades, a organização da mobília nas salas de aula da escola Jeremias (atividade A1) ficou a cargo do professor-pesquisador, pois não haveria tempo hábil para os alunos do TAA organizarem a mobília da sala e apresentarem suas SAs dentro do tempo estabelecido, já que o percurso de ida e volta entre as duas cidades levou quase duas horas. Além disso, os alunos não

poderiam apresentar as SAs em horário fora do expediente regular de aula, pois muitos alunos dependiam do transporte público para se locomover até a escola, e da escola até suas casas.

Assim restaram-se apenas 2 horas para as apresentações das três primeiras SAs, das 20h às 22h. Logo, no dia da apresentação (atividade A1), a responsabilidade por organizar os materiais e equipamentos das SA1, SA2 e SA3 e levá-los até o ônibus foi dos alunos.

O traslado de ida até a escola Jeremias levou cerca de 50 minutos e tanto o professor-pesquisador, como os alunos, estavam preocupados com a apresentação, pois era o primeiro encontro presencial entre as duas turmas.

Assim, logo que o ônibus saiu da cidade e entrou na rodovia, o pesquisador fez um breve diálogo onde ressaltou o desempenho dos alunos na feira tecnológica e reafirmou que todos estavam bem preparados para mediar as SAs junto aos alunos da EJA. Em seguida foram servidos lanches e refrigerantes para eles.

Dessa maneira, ao chegarem à escola Jeremias, cada equipe foi direcionada a uma sala de aula previamente organizada; pouco tempo depois, os materiais e equipamentos das SAs já estavam instalados para o início das apresentações.

Em seguida (atividade A2), a turma A da EJA foi convidada a tomar espaço na sala de apresentação da SA1 “plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar”, onde se deu início às interações entre os estudantes, com tempo estimado de 20 minutos para cada uma das SAs, obedecendo à sequência SA1, SA2 e SA3, como ilustrado na Figura 5.7, para os grupos A e B da EJA.

Logo, no decorrer das apresentações foram feitas gravações em áudio por meio de celulares e registros a partir de fotos e observação direta dos participantes.

FIGURA 5.7- Fotos da sequência de apresentação das SA1, SA2 e SA3 para a turma A da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

Como dito, durante o tempo de traslado até a escola Jeremias e também após as apresentações das SAs foram oferecidos lanches, salgados e refrigerantes aos alunos do TAA. Já os alunos da EJA tiveram sua refeição antecipada para as 19h; desse modo, enquanto os alunos do TAA estavam viajando, os alunos da EJA estavam jantando.

Na atividade A3, os próprios alunos do curso TAA se responsabilizaram pela organização dos dois laboratórios e da sala de aula, pois enquanto os alunos da EJA estavam viajando de Monte Alto para Guariba, os alunos do TAA estavam organizando os materiais e equipamentos de suas SAs. Assim, quando os alunos da EJA chegaram à ETEC Bento Carlos, as equipes das SA4, SA5 e SA6 já estavam apostos.

As SA5 e SA6 foram organizadas nos laboratórios de Ciências e Açúcar e Álcool e a SA4 foi organizada em uma sala de aula. Em seguida (atividade A4) ocorreram as interações entre os estudantes, com tempo estimado de 20 minutos para cada uma das SAs, obedecendo à sequência SA4, SA5 e SA6, como ilustrado na Figura 5.8, para os grupos A e B da EJA.

Durante as apresentações foram feitas gravações em áudio por meio de celulares, e registros a partir de fotos e observação direta dos participantes.

FIGURA 5.8 - Fotos da sequência de apresentação das SA4, SA5 e SA6 para a turma B da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

A alimentação dos alunos da EJA também ocorreu em duas etapas: primeiramente foram servidos lanches e sucos durante o traslado, e após as apresentações das SAs, foi oferecido um coquetel com lanches, salgados, sucos e refrigerantes a todos os participantes da pesquisa. Neste momento os alunos puderam ter um espaço para descontração e também troca de experiências.

Na semana seguinte, durante as atividades A5 e A6, os alunos do TAA e EJA responderam a um questionário final com perguntas objetivas, dissertativas e questões na escala Likert referentes às atividades desenvolvidas durante a pesquisa, com o propósito de investigar o protagonismo dos alunos do TAA e a qualidade da AC dos alunos da EJA e do TAA.

Posteriormente, duas semanas após a atividade A6, efetuou-se a atividade A7 junto aos alunos da EJA, onde eles responderam a outro questionário final com propósito de verificar o nível de satisfação dos alunos e da viabilidade do uso das SAs para a melhoria do ensino de Química.

Assim, os dados obtidos por meio de respostas de questionário diagnóstico, design thinking, feira tecnológica, questionário final, gravações em vídeo, fotos, observação participante e gravações em áudio junto aos alunos do TAA, durante as apresentações das SAs, foram usados na investigação de pressupostos que evidenciam o protagonismo estudantil e a AC.

Por outro lado, os dados levantados por meio de respostas de questionários inicial e final, análise de vídeos, áudios e observação participante junto aos alunos da EJA foram analisados e seus pressupostos categorizados de acordo com os três eixos estruturantes da AC.

Ademais, apesar da dificuldade tive apoio institucional da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), via Projeto de Extensão do Núcleo Ouroboros ao Programa de Pós-Graduação em Química, para o custeio do transporte dos estudantes entre as duas escolas estaduais no valor de “Um mil e oitocentos reais”. Já os materiais utilizados na confecção das SAs foram custeados pelo professor-pesquisador, emprestados da escola e doados pelas usinas da região.

6 - Resultados e Discussões

A presente pesquisa consistiu em explorar o protagonismo e a AC de conhecimentos químicos e físicos junto ao processo tecnológico de produção do etanol de cana-de-açúcar, dos futuros TAA, para promover AC por meio de uma educação não formal e de relação com o mundo do trabalho para os estudantes da EJA.

6.1 - Análises dos dados dos alunos do curso TAA

A pesquisa junto aos alunos do TAA durou cerca de quatro meses, desde a apresentação da proposta de pesquisa até o questionário final. Ao longo desse período foram levantadas informações sobre a AC e o protagonismo estudantil, direta ou indiretamente relacionados a iniciativas para ações de ensino-aprendizagem, liberdade para fazer opções, compromisso para agir com responsabilidade, liderança e engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes interescolares, e principalmente da capacidade de criar e argumentar SAs.

6.1.1- Análise do questionário diagnóstico referente às SAs: Erros conceituais e procedimentais dos alunos do TAA

A coleta de dados junto aos alunos do TAA teve início com o levantamento de informações referentes à AC de fenômenos químicos e físicos inerentes ao aproveitamento de subprodutos/resíduos, mitigação de impactos ambientais, fatores investigativos e sua relação com ciência, tecnologia e sociedade no setor sucroenergético, como disposto nos **Apêndices G e H**.

O propósito desse questionário diagnóstico foi o de levantar possíveis erros conceituais e procedimentais sobre os fatos investigados, para corrigi-los posteriormente na etapa formativa dos alunos. Assim, o questionário foi dividido em duas fases: a primeira fase (**Apêndice G**) investigou o preparo, plantio, colheita e transporte da cana, a extração do caldo na moenda e a queima do bagaço na termelétrica. A segunda fase (**Apêndice H**) investigou o tratamento do caldo, a fermentação e a destilação do vinho.

Aos participantes do TAA foram atribuídas as denominações “E” (Estudante) seguidas dos números sequências 32 a 56, com propósito de identificá-los no processo de análise e discussões dos dados, apenas no âmbito da pesquisa.

Assim, dos 25 participantes, 18 deles responderam a primeira fase e 19 responderam a segunda fase do questionário diagnóstico. Logo, optou-se por fazer a análise das questões de apenas os alunos E32, E33, E36, E38, E40, E41, E42, E43, E48, E51, E52 e E53, que participaram das duas fases.

O questionário diagnóstico contém perguntas diretamente imersas nos três eixos da AC de SASSERON (2008). São eles a “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” e o “entendimento das relações existentes entre as esferas Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente”.

Sobre a primeira fase (**Apêndice G**), as questões Q1, Q3 e Q5 tiveram relação com o eixo I da AC, já as questões Q2, Q4 e Q6 tiveram relação com o eixo II da AC de SASSERON (2008).

Após a análise dos questionários, foram encontrados erros conceituais nas questões Q1, Q3 e Q5 (**Apêndice G**) referentes à transformação química (TQ) e transformação física (TF), por exemplo:

- E32: Q1 (b) citar a “*decomposição da matéria orgânica, presença da fotossíntese, e decomposição da palha deixada no campo*” como TF.

- E33: Q1 (b) citar a “*decomposição da matéria orgânica*” como TF; Q3 (a) citar a “*abertura das células da cana, extração do caldo primário, a embebição do bagaço com água/caldo para dissolver o açúcar das células da cana e posterior extração do caldo misto*” como TQ.

- E37: Q3 (a) citar a “*Embebição do bagaço com água/caldo para dissolver o açúcar das células da cana*” como TQ; Q5 (b) citar o “*O bagaço da cana [...] é queimado na fornalha da termelétrica*” como TF.

- E38: Q1 (b) citar “*o processo de fotossíntese*” como TF.

- E40: Q3 (a) citar a “*abertura das células da cana, dissolver o açúcar [...]*” como TQ.

- E42: Q3 (a) citar a “*Abertura das células da cana [...] dissolver o açúcar, vapor de água*” como TQ.

- E51: Q3 (a) citar a “*retirada de parte das impurezas minerais e vegetais por meio de lavagem a seco [...] extração do caldo [...] embebição do bagaço [...] dissolver o açúcar*” como TQ.

- E52: Q1 (a) citar a “[...] *queima do bagaço, queima de combustíveis*” como TF.

- E53: Q1 (a) citar a “*decomposição da palha*” como TF; Q3 (a) citar a “*abertura das células da cana [...] remoção de impurezas grosseiras do caldo*” como TQ.

Apesar da grande maioria dos apontamentos referentes às TQ e TF estarem corretos, ainda observaram-se erros básicos como considerar a fotossíntese, queima, e a decomposição como sendo TF, e considerar a dissolução, lavagem a seco, abertura de células da cana e a remoção de sujeiras grosseiras por meio de peneiras, como TQ.

Com relação às questões Q2, Q4 e Q6 (**Apêndice G**) foram observadas apenas argumentações pertinentes sobre as práticas já estabelecidas e outras possibilidades de uso ainda pouco exploradas, como:

- E37: (Q2) “*Pode servir como adubo orgânico e contribuir para redução de erosões no solo, porém ela aumenta a incidência de pragas e doenças.*”

- E38: (Q2) “*O resíduo da palha da cana pode ser aproveitado para adubo orgânico no solo, e redução de erosões. Sem contar que podemos aproveitar para a produção de energia através da queima, e produção de etanol de 2º geração.*”

- E42: (Q4) “*Pode fazer plásticos, móveis, ração para gado.*”

- E51: (Q4) “*Podemos reaproveitar o bagaço para várias coisas como: fabricação de papel e similares, também pode queimar e produzir energia e as cinzas podem ser usadas no cimento.*”

- E37: (Q6) “*Utilizado para a composição química de tijolos, pois as cinzas são constituídas por aproximadamente 61% de óxido de silício SiO₂.*”

As questões da segunda fase do questionário diagnóstico (**Apêndice H**) Q1, Q4 e Q6 evidenciaram o eixo I da AC, e as questões Q2, Q3, Q5, Q7 e Q8 tiveram relação com os eixos II e III da AC de SASSERON (2008).

Foram observados nas questões Q1, Q4 e Q6, (**Apêndice H**) referentes aos fenômenos de TQ e TF (vaporização, destilação e condensação) os seguintes equívocos:

- E43: (Q4) Classificar a “destilação” como TQ; (Q6) Classificar a “destilação do vinho nas colunas A, A1” como TQ.
- E50: (Q4) Classificar a “fermentação do mosto” como TF.
- E56: (Q6) Identificar a “destilação do vinho levedurado” como condensação.

Os erros conceituais foram significativamente menores na segunda fase, porém ainda foram observados erros, como apontar a destilação como uma TQ e a fermentação como TF, mesmo após terem concluído com aproveitamento a disciplina de Tecnologia de Produção de Álcool I. Isso mostra a necessidade de se fazer retomadas dos conceitos científicos em diferentes formas e níveis de representação, com intuito de valorizar a abordagem do currículo em espiral e possibilitar constante aprendizagem.

Já nas questões dissertativas Q2, Q3, Q5, Q7 e Q8 (**Apêndice H**) também foram observados alguns equívocos junto às respostas das alunas E43 e E46; porém a maioria das argumentações estava de acordo com as práticas estabelecidas no setor e, com os novos estudos científicos que já se encontram em uso no processo produtivo, ou que ainda não foram implementados por questões de decisões políticas e econômicas.

Assim, abaixo são transcritas algumas dessas argumentações:

- E46: (Q2) “O resíduo torta de filtro pode ser usado tanto para adubos como para matérias primas de tijolos [...]”
- E56: (Q2) “A torta de filtro que é um resíduo rico em fósforo e serve como adubo na lavoura e agora também serve para obtenção de biogás”.
- E36: (Q3) “Na prática não existe, porque o enxofre é para a clarificação do caldo que irá fazer o açúcar cristal”.
- E47: (Q3) “Existe, mas é um método que está em estudo, onde se usa ozônio que melhora a qualidade do produto, e com isso, ganha o mercado europeu que por causa da adição do enxofre não é comercializado”.
- E50: (Q5) “É possível secar a levedura e usar como ração para animais.”.
- E36: (Q7) “A vinhaça é destinada para a lavoura porque é rica em potássio. O óleo fúsel é vendido para indústrias farmacêuticas e indústrias de cosméticos.”

- E56: (Q7) “A vinhaça pode contribuir para a produção de biogás [...]”.

- E43: (Q8) “(a) Etanol é de baixo carbono, pois quando queimado o CO₂ liberado é capturado pela fotossíntese. (b) Realizar a retirada da palha do campo para levar a caldeira, onde ocorre a sua queima para a produção de energia elétrica.”.

A aluna E43 justificou o etanol como combustível de baixo carbono afirmando que o CO₂ emitido por ele durante a combustão é capturado pelas plantas por meio do processo de fotossíntese; no entanto, isso também ocorre com o CO₂ emitido pela queima de combustíveis fósseis.

Assim, a maneira correta de justificar tal fato seria a de comparar o quanto o etanol de cana-de-açúcar reduz as emissões de CO₂ na atmosfera se usado em substituição à gasolina ou a outro combustível fóssil, pois sendo o etanol um combustível renovável é possível, por meio de cálculo relativo, subtrair a massa de CO₂ emitida durante a combustão, pela massa de CO₂ supostamente absorvida pela fotossíntese da nova cana que irá crescer. Logo, essa relação não pode ser feita com o CO₂ emitido pelos combustíveis fósseis, já que estes não são obtidos da cana, não são renováveis.

A aluna E46 argumentou o possível uso da torta de filtro como matéria prima para fazer tijolos; logo, tal apontamento não corresponde ao que se observa na prática. Dessa forma, acredita-se que a estudante tenha substituído por engano as cinzas do bagaço por torta de filtro.

Ademais, as argumentações transcritas acima estão de acordo com as citadas em publicações, manuais e procedimentos estabelecidos no setor sucroenergético e descritos na fundamentação teórica dessa dissertação, como os citados por SEGATO et al, (2006), União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA (2016), BARROS (2017) e REBELATO, MADALENO, RODRIGUES (2011, 2016).

Em seguida, com base na coleta de dados diagnóstica, por meio dos questionários dos **Apêndices G e H** foi realizada, durante seis aulas, uma revisão junto aos alunos do TAA, com o propósito de corrigir os equívocos supracitados e explicar os três eixos da AC de SASSEON (2008) com foco no tema gerador “da fotossíntese até o etanol”.

6.1.2 - Análise do protagonismo e AC dos alunos do TAA

6.1.2.1- Design thinking

Após os alunos terem escolhido sua equipe, o segundo passo foi estimulá-los a pensar em uma maneira de apresentar a SA para os alunos da EJA. Com esse propósito aplicou-se a atividade 9, design thinking (com as etapas - descobrir, definir, desenvolver e entregar a ideia) junto às equipes para abrir um espaço de discussão a favor da empatia e criação de ideias para se chegar a um procedimento de apresentação da SA.

Neste dia, as equipes que mais se empenharam para entregar a ideia final de apresentação da SA foram as equipes SA2, SA3 e SA4. A equipe SA6 conseguiu entregar o produto final. Porém os alunos se mostraram bastante apreensivos e fizeram várias perguntas sobre a apresentação. Por outro lado, a equipe SA1 foi a única que não conseguiu finalizar as atividades naquela noite, e entregaram a ideia final de apresentação na semana seguinte.

A equipe SA5 só foi montada na semana seguinte, por meio da intervenção do professor a partir de sugestões e ajuda dos alunos E32 e E36.

Desse modo, nos quadros abaixo encontram-se transcritos os resultados referentes à entrega da ideia final de apresentação das SAs, por meio da atividade design thinking.

Assim, a equipe SA1 foi composta pelos alunos E33, E44, E48, E50, E51 e E54 e no decorrer da atividade foram observados, por meio de gravação em vídeo e observação do professor-pesquisador, muitos diálogos desvinculados com o propósito da atividade. Esse foi o principal motivo que levou a equipe a não concluir a tarefa durante a aula.

De acordo com o observado no quadro 6.1, a entrega da ideia final de apresentação da SA1 não deixou explícito o que a equipe pretendia fazer; entretanto, observaram-se várias ideias nas etapas “descobrir”, “definir” e “desenvolver”, mas elas não foram frutíferas e a entrega da ideia final não trouxe de forma clara elementos vinculados às TQ, TF, processos investigativos com relação à utilização de resíduos no manejo da lavoura, e a relação ciência, tecnologia, meio ambiente e sociedade.

QUADRO 6.1 - SA1 Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar

Descobrir	Definir	Desenvolver	Entregar
<ul style="list-style-type: none"> - Criar maquetes interativas e explicar; - Jogos sobre a explicação; - Buscar teorias e usar exemplos óbvios; - Usar uma metodologia fácil (colocar imagens, vídeos e uma linguagem informal); - Usar charge e exemplos com figuras; - Desenhos em passo a passo; - Trazer coisas fictícias para mostrar; - Usar gráficos e fluxograma; - Vídeo com música explicando os processos: plantio, colheita etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maquete; - Slides, imagens, vídeos; - Explicações básicas; - Linguagem informal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amostra de cana-de-açúcar; - Fotos claras e de bom entendimento; - Amostras de MPB - Conceitos básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo “aproveitativo”; - Projeto com explicação básica.

No quadro 6.2 encontram-se transcritas as ideias elaboradas pela equipe SA2, composta pelas alunas E32, E46 e E52, que fizeram um amplo debate e muitas ideias foram apresentadas, incluindo elementos relacionados à TQ, TF, processos investigativos para solução de um problema industrial “solução para os desgastes”, e a destinação de resíduos de produção “solução para o resíduo (bagaço)”.

QUADRO 6.2- SA2 Extração do caldo de cana-de-açúcar

Descobrir	Definir	Desenvolver	Entregar
<ul style="list-style-type: none"> - Fluxograma; - Minerais, metais, vegetais (impurezas); - Interação com alunos; - Queimada (meio-ambiente); - Fotos; - Fluxograma na cartolina; - Processo químico, chapisco; - Processos físicos, todo processo de extração; - Explicar quais as diferenças entre (físicos e químicos); - Resíduo (bagaço). 	<ul style="list-style-type: none"> - Balança, amostragem, hilo, mesa alimentadora (45°); - Lavagem a seco, esteira metálica, picadores, desfibradores e nivelador e eletroimã; - Extração na moenda; - Difusor; - Lavagem da cana; - Bagaço. 	<ul style="list-style-type: none"> Como? - Vamos fazer fluxograma de cada setor da extração; fotos e vídeos de equipamentos e seu funcionamento. Quando? - Daqui um mês. Onde? - Na escola de Monte Alto. Por quê? - Para auxiliar as pessoas que não têm conhecimento na área. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bate papo legal; - Fluxograma do processo (explicativo); - Fotos dos equipamentos em perfeito estado; - Fotos de equipamentos em desgaste; - Vídeos de equipamento em funcionamento; - Solução para os desgastes; - Solução para o resíduo (bagaço).

Ao longo das discussões e proposituras de ideias, a aluna E32 assumiu o papel de destaque na equipe, articulando as ideias e organizando-as nas etapas do design. Posteriormente, na semana seguinte, com as discussões sobre quais alunos

iriam integrar a equipe SA5, a participante E32 sugeriu que as alunas E37, E39 e E49 que haviam faltado no dia da montagem das equipes fossem incluídas na equipe SA5.

O Quadro 6.3 foi elaborado pela equipe SA3, constituída pelos alunos E36, E40, E42, E43 e E45, os quais debateram ideias e chegaram à conclusão de que iriam montar uma mini-termelétrica e complementar as explicações do processo de queima do bagaço por meio de apresentações de slides com fotos do processo industrial.

QUADRO 6.3 - SA3 Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica (caldeira)

Descobrir	Definir	Desenvolver	Entregar
<ul style="list-style-type: none"> - Montar uma mini-caldeira; - Fluxograma da caldeira; - Vídeio para demonstrar como é a queima do bagaço; - Desenhos demonstrativos; - Slides; - Fluxograma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar slides; - Vídeos demonstrativos; - Maquete. 	<ul style="list-style-type: none"> - Como? Através de pesquisas. - Quando? Daqui 30 dias. - Onde? Na escola. - Por quê? Para demonstrar como é o processo da queima do bagaço na termelétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Slides; - Maquete de mini-caldeira.

A equipe SA3 teve boa participação e o comprometimento dos alunos dessa equipe foi exemplar. Todavia, após análise de gravação em vídeo, foi evidenciado que as alunas E40 e E42 tiveram um papel importante no grupo, atuando mais intensamente na propositura e organização das ideias. A equipe também contou com a experiência profissional do aluno E36 que trabalhou mais de 30 anos no setor sucroenergético; contudo, como observado no Quadro 6.3, a entrega da ideia final de apresentação da SA não trouxe de forma explícita os elementos relacionados aos eixos da AC.

É importante ressaltar que o aluno E36 foi o principal responsável pela formação da equipe SA5 (Fermentação do mosto) se oferecendo para compor a equipe que ainda não havia integrantes. Foi certamente sua iniciativa que promoveu o encorajamento das alunas E37, E39 e E49 a integrarem a equipe recém - formada.

Em seguida, no Quadro 6.4, encontram-se as transcrições elaboradas pela equipe SA4, formada pelos alunos E38, E41, E53 e E56. Logo, como na equipe SA3, os participantes da equipe SA4 fizeram boas discussões e levantaram inicialmente várias ideias.

QUADRO 6.4 - SA4 Tratamento do caldo de cana-de-açúcar

Descobrir	Definir	Desenvolver	Entregar
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Levar às pessoas o possível de matéria-prima para que elas tenham a visão clara sobre o tratamento;</i> - <i>Mostrar fotos;</i> - <i>Ter uma linguagem não formal, para que eles entendam, porque se falar quimicamente eles não vão entender;</i> - <i>Mostrar uma maquete para eles entenderem melhor os equipamentos do tratamento de caldo;</i> - <i>Montar um fluxograma (imagem) que explique passo a passo sobre o tratamento de caldo;</i> - <i>Imprimir um fluxograma para que eles possam acompanhar a explicação;</i> - <i>Vídeos que falam sobre o tema.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Apresentar fluxograma;</i> - <i>Imagens com os equipamentos que irá ser usado;</i> - <i>Apresentar as matérias-primas;</i> - <i>Vídeos que apresentam o tratamento do caldo.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Como? Apresentação acadêmica (fluxograma).</i> - <i>Quando? Daqui a 30 dias</i> - <i>Onde? Na escola (Monte Alto)</i> - <i>Por quê? Para passar o conhecimento do curso.</i> 	<p><i>Apresentação de slides e as matérias-primas do tratamento.</i></p>

Os alunos dessa equipe se mostraram bastante entrosados e foi observada uma maior autonomia e confiança entre os membros dessa equipe. Ao longo do desenvolvimento do design thinking, o aluno E56 se mostrou bem preparado para conduzir as explicações do processo de tratamento de caldo.

Todavia, como na equipe SA3, a equipe SA4 também não deixou escrito de forma explícita as ideias discutidas sobre as TQ, TF, as descobertas científicas relacionadas ao processo de aproveitamento de resíduos, a questão da queima de enxofre e as possíveis consequências dessas alterações no plano ambiental, social, tecnológico e científico.

A equipe SA6 foi constituída pelos alunos E34, E35, E47 e E55. Eles estavam bastante apreensivos e fizeram várias perguntas sobre a SA; por um tempo, alguns alunos quiseram mudar de equipe. Entretanto, o aluno E47 pediu para que todos ficassem juntos e deu-se início a elaboração da ideia de apresentação da SA.

Nessa equipe, os participantes que mais se dedicaram foram os alunos E47 e E55. Os dois alunos supracitados fizeram discussões pertinentes e organizaram ideias de forma sucinta, as quais se encontram transcritas no quadro 6.5, abaixo.

QUADRO 6.5 - SA6 Destilação do vinho de levedurado

Descobrir	Definir	Desenvolver	Entregar
<ul style="list-style-type: none"> - Fluxograma; - Campo; - Maquete; - Slides; - Mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos equipamentos; - Apresentação das manobras para começar o processo; - Mostrar processo 3D; - Apresentação de cada componente e sua forma de trabalhar; - Venda do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Com desenhos explicativos; - Etapas a seguir; - Formas reais dos aparelhos; - Fotos e vídeos; - Valores e qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Em cartolina; - Técnicas; - Mini-destilaria; - Projetor; - Transportadoras.

Como foi visto, o design thinking abriu um espaço de discussão para o levantamento de ideias. Entretanto, era esperado que os alunos já conseguissem trazer argumentos referentes aos eixos da AC, junto às ideias finais de apresentação das SAs, pois a coleta de dado diagnóstica (**Apêndices G e H**) evidenciou vários contextos referentes aos eixos de AC. Além disso, durante a etapa formativa o professor-pesquisador também enfatizou essa relação.

Dessa forma, por se explorar novas possibilidades no paradigma da educação, em que o aluno se vê na situação de mediador do conhecimento e assume a responsabilidade de ensinar, pressupõe-se que esse fato pode ter levado as equipes a organizar as apresentações das SAs dentro de uma situação mais confortável e segura para elas.

Esse fato pode ser justificado por meio de falas e reclamações dos alunos em vias de apresentação do TCC, pois essa fase do curso leva muitos alunos a um grande estresse; assim, pressupõe-se não ser muito diferente da situação de preparar e apresentar uma SA para alunos de outra escola.

O propósito de dar voz aos alunos e estimulá-los a criar ideias e ter empatia na elaboração das SAs fortaleceu o processo de investigação da AC e do protagonismo estudantil na perspectiva da iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, da liberdade para fazer opções, do compromisso para agir com responsabilidade, da liderança e engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes interescolares, e principalmente, da capacidade dos alunos de curso TAA criar e argumentar SAs, como argumentam ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005).

Nesta etapa da pesquisa, tendo em vista a liberdade que os alunos tiveram para fazer opções e criar argumentos na elaboração de ideias para apresentação da SA, evidenciou-se AC, iniciativa, compromisso e reponsabilidade

entre os alunos das equipes **SA2**, **SA3** e **SA4**. Além destes, os alunos **E47** e **E55** da equipe **SA6** e a aluna **E50** da equipe **SA1** também se mostraram alinhados com esse propósito.

A interação dos alunos dentro das equipes citadas trouxe evidências de dialética entre os membros dessas equipes, pois ocorreram práticas de discussão e desenvolvimento de conteúdos próprios dos estudantes, junto ao propósito de criar e organizar ideias para as SAs, sendo assim, uma atividade centrada na solução de um problema real. Logo, essas observações, de acordo com ZIBAS, FERRETI, TARTUCE (2005); COSTA (2001a); ALONSO (2012), pressupõem uma ação protagonista.

A forma como foi desenvolvida essa etapa da pesquisa, bem como os fatos observados, trouxeram evidências de motivação dos alunos das equipes supracitadas, já que estes alunos podem ter percebido sua autonomia e competência na prática de acender ideias para as SAs. Logo, essa relação pressupõe, segundo GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004), mecanismos indicadores de motivação intrínseca dos alunos.

6.1.2.2 - Feira tecnológica

As apresentações das seis SAs na feira tecnológica da ETEC, com o tema “da fotossíntese até o etanol”, possibilitou ensaios e amadurecimento de ideias de apresentação das SAs. A feira tecnológica durou dois dias e foi oferecida nos períodos manhã, tarde e noite. Assim, foi possível observar o empenho e o desempenho individual de alguns dos participantes da pesquisa, pois devido ao rodízio entre os alunos, alguns tiveram de apresentar sozinhos as SAs para o público que prestigiava a feira.

Nesses dois dias, os professores do curso TAA fizeram a chamada pública, e a partir desses dados pode-se verificar a assiduidade dos participantes da pesquisa. Logo, apenas os alunos E34, E38, E39, E46 e E54 tiveram participação de 50%, os demais tiveram 100% de participação, além disso, os participantes E36, E55 e E56 fizeram jornada dupla de apresentações das SAs, nos períodos manhã e noite (E36), e tarde e noite (E56 e E55).

As equipes SA2, SA3, SA4 foram as que mais estavam alinhadas com as ideias de apresentação levantadas no design thinking. Ademais foram observadas explicações além do que estava planejado na ideia final das SAs para todas as

equipes, bem como argumentações pertinentes aos eixos de AC de SASSERON (2008). Logo, pode-se observar no texto “Descrição das observações da feira tecnológica” o resumo das apresentações das seis SAs descrito no **Apêndice Q** dessa dissertação.

Assim, a partir dessas observações foram evidenciadas maior autonomia, liderança, compromisso, motivação e capacidade de criar e argumentar as SAs com ênfase nos eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008), aos alunos **E32** (equipe SA2), **E36** e **E37** (equipe SA5), **E40** (equipe SA3), **E50** e **E51** (equipe SA1), **E56** (equipe SA4) e **E55** (equipe SA6), como apontado em citações de ZIBAS, FERRETI, TARTUCE (2005); COSTA (2001a), ALONSO (2012); GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004).

6.1.3 - Análise das apresentações das equipes SA1, SA2 e SA3

A equipe SA1 utilizou uma sala de aula e organizou carteiras com amostras de torta de filtro, bagaço e cinzas do bagaço de cana, vinhaça, toletes de cana com brotações e raízes imersas em água, sistema de fertirrigação por gotejamento e palha de cana. Os alunos também utilizaram slides para mostrar imagens do preparo do solo, plantio e pragas do canavial, sistema de colheita e transporte da cana até a usina.

As explicações ocorreram com auxílio de slides, fotos e demonstrações práticas com intervalos de discussões e apresentações de produtos, subprodutos e matéria - prima. Por algumas vezes, os alunos do TAA perguntaram se os alunos da EJA estavam entendendo o assunto e, em alguns desses momentos, surgiram perguntas.

A equipe também apresentou o produto final do TCC, que foi a produção de um vaso, modelo vaso de xaxim, feito da mistura de torta de filtro, bagaço de cana e argila. A equipe também apresentou um sistema de fertirrigação por gotejamento e no final da apresentação os alunos da EJA fizeram mais perguntas e depois agradeceram pela aula.

Como observado, as duas apresentações feitas para os alunos dos grupos A e B da EJA foram similares às apresentações feitas na feira tecnológica. Logo, todos os membros da equipe fizeram apresentações dialogadas e o diferencial foi a utilização de *laptop* e projetor de *slides*, como recurso didático, de acordo com as fotos da Figura 6.1.

FIGURA 6.1 - Fotos da apresentação da SA1 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

No decorrer e principalmente no final da apresentação, houve várias perguntas sobre raízes da cana, gema da cana, fertirrigação, vinhaça, torta de filtro, odor da vinhaça, “garapão”, salários dos condutores das máquinas, entre outros questionamentos. Em alguns momentos foi impossível identificar ou entender o que os alunos estavam falando, pois várias pessoas conversavam ao mesmo tempo. Por fim, os alunos souberam dividir as tarefas e todos participaram, com exceção da aluna E48; entretanto, evidenciou-se que os alunos E50 e E51 foram os participantes mais ferrenhos.

A partir dos áudios gravados por celular, das observações visuais e dos diálogos entre os alunos da EJA, foi verificado que a equipe da SA1 apresentou elementos vinculados aos três eixos da AC de SASSERON (2008), tais como descritos resumidamente abaixo e integralmente no **Apêndice R**.

Eixo I, E51: *...processo químico da fotossíntese.... a ação do calcário e/ou cal na correção do pH e acidez do solo ... preparo do solo, aragem e gradagem...*

Eixo II, E50 e E51: *...a massa do vaso ficou firme devido a adição de argila ... o vaso feito a partir de bagaço de cana, torta de filtro e argila pode conter mais nutrientes que o vaso feito de fibra de coco...*

Eixo II e Eixo III, E54: *... com o aumento do tráfego de máquinas no campo, estas precisaram usar pneus mais largos e melhor distribuição do peso da máquina para não afundar a terra, e assim, aumentar a compactação do solo a exemplo dos transbordos que são puxados por tratores...*

Eixo II e Eixo III, E50: *...a queima da cana deixava o solo mais pobre e mais fácil de sofrer erosão devido à falta de cobertura vegetal. Porém, a colheita mecanizada deixou o canavial mais sujeito ao ataque de pragas.*

Eixo III, E33: *...a cana era queimada para fazer o corte manual e assim poluía muito o ar com fuligem, gases estufa ... as colhedoras de cana proporcionam mais precisão e rapidez na colheita e os funcionários recebem salários melhores... mas aqueles que não se qualificaram perderam o emprego...*

Os alunos dessa equipe souberam enfatizar os fatos relacionados aos eixos II e III, para que estes pudessem ser percebidos pelos alunos da EJA, já que trouxeram explicações referentes ao fim da colheita manual e o início da colheita mecanizada da cana. Tais explicações evidenciaram avanços científicos e tecnológicos que propiciaram o fim da queima da palha, e que não causaram apenas impactos positivos, mas também provocaram efeitos negativos de menor escala, como a compactação do solo e o aumento do ataque de pragas da cana.

Entretanto, os alunos poderiam ter valorizado a ideia de que a tecnologia do uso de resíduos da cana pode vir a ajudar na conservação da planta xaxim.

De forma geral, os integrantes da equipe SA1 mostraram-se engajados, dispostos e confiantes com o propósito da AC junto aos alunos da EJA, ainda mais depois do sucesso com o público que prestigiou a feira tecnológica. Entretanto, a partir de observações das apresentações da SA1 foi possível atribuir, de acordo com apontamentos de ZIBAS, FERRETI, TARTUCE (2005); COSTA (2001a); ALONSO (2012); GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004) maior autonomia, liderança, engajamento, motivação, capacidade de argumentar a SA e maior iniciativa para ações de ensino-aprendizagem na AC de SASSERON (2008) aos alunos **E50** e **E51**.

A equipe SA2 utilizou uma sala de aula e carteiras para organizar as fotos e imagens dos processos de preparo da cana e extração do caldo. Os alunos também apresentaram amostras de colmos de cana, cana desfibrada, bagaço de cana, caldo primário e caldo secundário e um vídeo demonstrando como ocorre a extração do caldo na moenda, como nas fotos da Figura 6.2.

FIGURA 6.2- Fotos da apresentação da SA2 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

As explicações foram dadas a partir da entrada do caminhão de cana na usina, seguido das etapas de pesagem da cana, amostragem para o laboratório de pagamento de cana por teor de sacarose (PCTS), descarregamento da cana na mesa alimentadora, lavagem a seco, desfibramento da cana, moagem, embebição do bagaço, extração do caldo primário, extração do caldo secundário e subproduto bagaço.

As alunas E32, E46 e E52 convidaram a aluna E38 da equipe SA4 para auxiliar e também participar das explicações da etapa de preparo da cana. Logo, no **Apêndice R** dessa dissertação, é possível ver as explicações dadas por cada uma das participantes da equipe SA2.

Entretanto, abaixo são transcritos alguns trechos referentes ao resumo das explicações dadas pela aluna E32 relacionadas aos eixos I e II.

Eixo I, E32: *...etapas físicas de descarregamento, limpeza e preparo da cana... funcionamento do guindaste hilo, mesa alimentadora, picadores, desfibradores e niveladores da cana...a presença de areia e pedras junto à cana provocam maiores desgastes nos frisos dos rolos da moenda, e estes precisam ser reparados com o chapisco que é um processo físico-químico que resulta na formação de liga metálica para repor o metal desgastado.*

Eixo II, E32: *...na extração do caldo é gerado um resíduo, o bagaço, e que ele é queimado na termelétrica (caldeira) para gerar vapor e produzir eletricidade, e as cinzas do bagaço podem ser usadas para fazer tijolos entre outras coisas. Já o excedente de bagaço também pode ser usado na alimentação animal.*

A equipe SA2 obteve um bom desempenho e fez abordagens pertinentes com relação aos eixos I, II e III da AC; porém existiram alguns equívocos como afirmar que “[...] o açúcar orgânico não tem química [...]” e “[...] o eletroímã vai retirar metais, pedras [...]”. Ademais, entre os participantes da equipe, a aluna E32 se sobressaiu na iniciativa para ações de ensino-aprendizagem na AC de SASSERON (2008), além de ter demonstrado maior autonomia, liderança, engajamento, motivação e capacidade de argumentar a SA de acordo com citações de ZIBAS, FERRETI, TARTUCE (2005); COSTA (2001a); ALONSO (2012); GUIMARÃES, BORUCHOVITCH (2004); COSTA e VIEIRA (2006).

A equipe SA3 utilizou uma sala de aula para demonstrar o funcionamento de uma mini-termelétrica confeccionada a partir de panela de pressão de 4 litros, manômetro, fogareiro, botijão de gás, tubo de cobre com 1/8 polegadas, cooler de computador, uma lâmpada de led, fios de cobre e um bquer. A equipe também apresentou amostras de cana, bagaço, palha, cinzas do bagaço e um vídeo onde é mostrado a co-geração de energia a partir da queima do bagaço de cana, como demonstrado nas fotos da Figura 6.3, abaixo.

FIGURA 6.3 - Fotos da apresentação da SA3 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

A seguir, como nas equipes SA1 e SA2, com o intuito de investigar o protagonismo entre os estudantes, foram feitos resumos das falas de cada um dos membros da equipe SA3, os quais estão descritos no **Apêndice R**. Com isso, no decorrer das conversas entre a aluna E40 e os alunos da EJA, foi percebido que a intenção era fazer uma analogia entre a maquete e a termelétrica da usina, e assim desmistificar a ideia de que o processo de co-geração possa ser difícil de entender.

Logo, com a mini-termelétrica em funcionamento, a aluna E40 foi apontando na maquete o que seria na termelétrica real, como as funções de cada equipamento, tais como o cinzeiro, fornalha, câmara de combustão, tubos evaporadores, turbina e gerador.

A equipe SA3 fez uma abordagem pertinente e explorou bem as possíveis TF e TQ e o uso da tecnologia e desenvolvimento científico no aproveitamento do bagaço e palha para co-gerar energia. Também apontou outras formas de tecnologia para utilização do bagaço e cinzas do bagaço, e assim atendeu à perspectiva dos eixos I e II da AC. O eixo III foi parcialmente atendido, pois os alunos não enfatizaram que a queima do bagaço pode produzir gases tóxicos, e que estes não são controlados como citam REBELATO, MADALENO e RODRIGUES (2016), como também não são absorvidos pela fotossíntese da cana.

Como observado nas descrições do **Apêndice R**, a aluna E40 apresentou bons argumentos e deixou evidente sua liderança na equipe, além de estar motivada e ter tido iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, autonomia, liderança e capacidade de criar argumentos para explicar a SA como apontado por ALONSO (2012); COSTA (2000); ZIBAS, FERRETTI, TARTUCE (2004); GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004), além da AC como cita SASSERON (2008).

Os registros das falas e das formas como foram apresentadas as SA1, SA2 e SA3 indicaram uma linguagem pedagógica na perspectiva da educação não formal, pois caracterizou processo de ensino em grupos heterogêneos com objetivo de fazer AC para turmas específicas de alunos com vista na formação cidadã, a partir de uma ferramenta didática complementar ao ensino formal como esclarece HATAMANN, (2012) e GOHN (2010).

A educação não formal, segundo MARQUES, MARANDINO (2018) e GOHN (2014), também está alinhada com propostas e intencionalidades para o aprendizado e produção de conhecimento com atividades programadas; entretanto, de acordo com TRILLA (2008) não integra aulas e horários em calendário escolar, não está vinculada a normas hierárquicas e muito menos sujeita a atribuição de menções, tais como ocorreram nas SA1, SA2 e SA3, e que segundo HATMANN (2012) pode acontecer em espaços formais como a escola, porém com maior flexibilidade para gerenciar o tempo de aprendizagem e operacionalizar os conteúdos do grupo de interesse, assim como foram feitos nas SA1, SA2 e SA3.

6.1.4 - Análise das apresentações das equipes SA4, SA5 e SA6.

O segundo encontro entre os alunos, agora na ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral, foi mais produtivo com relação à integração das turmas, o envolvimento foi maior e ocorreram muitas conversas nos corredores e nos instantes antes das apresentações das SA4, SA5 e SA6.

Ao contrário do que ocorreu na E.E Jeremias da Paula Eduardo, na ETEC os locais de apresentação das SAs foram em ambientes diferentes e distantes cerca de 60 metros um do outro. Assim, os alunos das equipes SA1, SA2 e SA3 auxiliaram os alunos da EJA no trânsito entre as salas e, ao chegarem nos locais onde eram aguardados, os alunos se cumprimentavam falando boa noite um para o outro.

As apresentações seguiram a ordem SA4, SA5 e SA6; logo a primeira equipe a se apresentar, SA4 dos integrantes E38, E41, E53 e E56 preparou uma mesa com muitas amostras de matérias - primas, produtos e subprodutos do tratamento de caldo. A equipe também fez demonstrações práticas da decantação de impurezas do caldo, apresentou o caldo clarificado e o lodo que dá origem a torta de filtro. As explicações ocorreram com auxílio de slides, vídeos e demonstrações práticas com intervalos de discussões e demonstrações de produtos e matérias - primas como o caldo misto, caldo filtrado, caldo primário, caldo secundário, xarope, enxofre, cal, bagacinho de cana (material obtido da peneiração do bagaço, usado como auxiliar de filtração), polímero e a torta de filtro, como se pode observar nas fotos da Figura 6.4.

FIGURA 6.4 - Fotos da apresentação da SA4 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

A Figura 6.4 ilustra momentos de diálogo e ambientação entre os alunos da EJA e do TAA antes do início da apresentação da SA4. Também vislumbra instantes em que os integrantes da equipe SA4 fizeram suas apresentações.

A equipe SA4 abordou o tema de forma técnica, com intuito de explicar como é feito o tratamento do caldo para obtenção do xarope e posterior produção de açúcar. Dessa forma, foram abordadas muitas situações que contextualizam o ensino de TQ, TF e métodos de separação de misturas relacionadas ao eixo I da AC. Também foi evidenciada a natureza investigativa da ciência, eixo II da AC, sob a ótica da pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico que levou ao aproveitamento da torta de filtro como adubo e substrato na produção de biogás, além da utilização do açúcar na construção civil e o aproveitamento do caldo extraído do lodo que resulta na torta de filtro.

Apesar do ótimo desempenho nas explicações e do comprometimento e esforços de todos os alunos da equipe SA4, como descrito no **Apêndice S** dessa dissertação, foram evidenciadas habilidades concernentes ao perfil protagonista estudantil ao aluno E56, pois ele percebeu a falta de interação entre os participantes e foi capaz de tomar decisão, de forma autônoma, e formular ideias para resolver o problema naquele momento da aula. Esse fato vai de encontro com as citações de SASSERON (2008), ARRUDA et al (2017), GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004) e COSTA, VIEIRA (2006), pois pressupõe-se que o aluno estava motivado e se percebeu como capaz e agente transformador de sua realidade. Essa atitude corrobora com a definição de protagonismo e AC como aponta SASSERON (2008) e FERRETTI, ZIBAS, TARTUCE (2004).

A equipe SA5 constituída pelos alunos E36, E37, E39 e E49 utilizou o laboratório de Ciências de acordo com as fotos da Figura 6.5. Os integrantes prepararam mosto de fermentação com caldo de cana e fermento de padaria para mostrar a produção de etanol e gás carbônico, usaram os microscópios para observar as leveduras vivas e mortas, também usaram as centrífugas para simular a centrifugação do vinho levedurado.

FIGURA 6.5 - Fotos da apresentação da SA5 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

As explicações foram semelhantes àquelas apresentadas durante a feira tecnológica, e ocorreram por meio de slides com leituras de textos, fotos, imagens, práticas experimentais, discussões e respostas às dúvidas dos alunos da EJA, como exposto nas fotos da Figura 6.5. Em alguns momentos, os alunos do TAA perguntavam se os alunos da EJA estavam entendendo o assunto, e quando isso acontecia, alguns alunos da EJA aproveitavam para fazer perguntas.

Algumas das perguntas feitas por alunos da EJA:

1. *“Porque está saindo bolhas?”*

Resumo da resposta da aluna E37: *As bolhas são decorrentes da fermentação alcoólica, pois as leveduras metabolizam o açúcar e produzem principalmente álcool e gás carbônico que formam as bolhas.*

2. *“O fermento é usado várias vezes?”*

Resumo das respostas dos alunos E36 e E37: *O fermento (leveduras) passa por processo químico de reciclagem, onde são aplicados ácido, água e antibióticos para diminuir a contaminação por bactérias. Na sequência, o fermento é novamente introduzido no mosto para retomar a fermentação alcoólica.*

3. “A levedura não morre nesse processo?”

Resumo das respostas dos alunos E36 e E37: *O fermento não pode ficar parado por muito tempo, pois isso acarreta a morte das leveduras. Já no período de safra da cana, as leveduras também vão morrendo no decorrer da fermentação nas dornas ou no tratamento químico em cubas, e nesses casos são retiradas do processo junto com parte do fermento que vai se multiplicando ao longo da safra, e são desidratadas e vendidas para indústria alimentícia como fonte de proteína.*

A equipe SA5 foi a equipe que mais proporcionou práticas de interação com os alunos da EJA. Todos os alunos da equipe participaram das explicações, como observado nas descrições do **Apêndice S** dessa dissertação; porém foi evidenciado o maior comprometimento nas argumentações inerentes aos eixos I e II da AC aos alunos E37 e E36. O aluno E36 apresentou algumas dificuldades com a fala durante as explicações e posteriormente pediu desculpas aos alunos da EJA por não ter se expressado melhor. Ele também se justificou com o professor-pesquisador argumentando não ter boa didática; porém, na visão dos alunos da EJA, o aluno E36 soube ensinar. Além disso, recebeu o mérito de ser o responsável pela formação da equipe SA5 e sua experiência foi determinante para a organização dos equipamentos e experimentos no laboratório.

Essas atitudes do aluno E36 corroboram com ação cidadã e evidenciam o engajamento do estudante no contexto escolar a favor de mudanças sociais como argumentam ZIBAS, FERRETTI e TARTUCE (2004), além de ser visto como uma maneira do indivíduo fortalecer sua identidade cidadã, percebendo-se como um agente aprendiz nas tomadas de decisão, como apontam ARRUDA et al (2017) e COSTA, VIEIRA (2006). Desse modo, tais fatos evidenciam o protagonismo estudantil, já que o aluno conseguiu tomar decisão efetiva, e por estar motivado, procedeu escolhas e executou atividades escolares de forma autônoma na organização do espaço de aula de acordo com citações de GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004).

Ademais, mesmo com algumas explicações equivocadas, foi observado que a aluna E37 demonstrou iniciativa, engajamento, criatividade e autonomia nas tomadas de decisões durante a apresentação da SA, além de ser a idealizadora de se introduzir explicações sobre os benefícios e o uso do fermento biológico nos alimentos. Logo, tais ações são importantes e ajudam a definir a motivação e o

protagonismo apontado em citações de GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004); FERRETTI, ZIBAS, TARTUCE (2004); ARRUDA et al., (2017) e COSTA, VIEIRA (2006).

A equipe SA6 utilizou o laboratório de açúcar e álcool e não elaborou nada novo, apenas utilizou dois dos equipamentos de destilação do próprio laboratório, trazendo amostras de produtos, resíduos/subprodutos como, etanol hidratado, etanol anidro, óleo fúsel, vinho, vinhaça, flegmaça e corantes para o etanol anidro. As explicações foram feitas a partir de demonstrações do funcionamento dos aparelhos de destilação com apresentação de amostras doadas pela usina, ou seja, as apresentações feitas pelos alunos seguiram a mesma metodologia adotada na feira tecnológica, tal como mostra as fotos da Figura 6.6.

FIGURA 6.6 - Apresentação da SA6 para os alunos da EJA



Fonte: Arquivo do autor (2019)

Ao analisar as falas dos alunos E34, E35, E47 e E55 da equipe SA6, era possível ouvir em alguns momentos duas explicações simultâneas de etapas diferentes do processo de destilação. Assim, pode-se pressupor que não houve planejamento na distribuição de tarefas entre os participantes, ou por inexperiência iniciavam simultaneamente outra explicação a partir de perguntas dos alunos da EJA.

Como nas demais SAs, a SA6 foi apresentada duas vezes. Assim, após os alunos da EJA adentrarem o laboratório, os alunos E47 e E55 os convidaram para se aproximar do aparelho de destilação para dar início às explicações.

Como pode ser visto nas descrições do **Apêndice S**, os alunos que mais se envolveram nas explicações foram os alunos E55 (principalmente) e E47, os mesmos que elaboraram a metodologia de apresentação da SA6. Todavia, os 30 dias que antecederam as apresentações, os alunos E47, E55 e principalmente os alunos E34 e E35 não se propuseram a desenvolver o que se tinha planejado no design thinking e transmitiram um sentimento de incerteza sobre a apresentação da SA6; entretanto, compareceram no dia da apresentação.

As argumentações dos alunos da equipe SA6 foram bem recebidas pelos alunos da EJA, e atenderam ao propósito dos eixos I e II da AC. Ademais, os alunos E47 e E55 demonstraram capacidade de mobilizar conhecimentos e produzir argumentos inerentes à SA6, bem como, compromisso com o público da feira tecnológica e com os alunos da EJA. Porém ocorreram outras situações que evidenciaram atitudes incompatíveis com a ação protagonista.

Como nas SAs 1, 2 e 3, os registros das apresentações das SA4, SA5 e SA6 também sucederam na perspectiva da educação não formal pelos mesmos motivos já relatados. Ademais, a execução do currículo escolar deixou de ser uma ação exclusiva do professor e extrapolou os limites da sala de aula. Dessa forma, a educação na linguagem não formal, tal como apresentada nas SAs 1 a 6, pode vir a contribuir com a ação formativa dos alunos, por meio da mediação do professor, como evidencia HATMANN (2012) e esclarece CHASSOT (2018).

6.1.5 - Análise do questionário final do TAA

A coleta de dados final junto aos alunos do TAA (etapa 2, módulo 2), consistiu na aplicação de um questionário (**Apêndice J**) com o propósito de saber a opinião dos alunos após a elaboração e apresentação das SAs. Essa coleta de dados ocorreu sete dias após o término das apresentações e todos os alunos participantes responderam ao questionário final, totalizando 25 pessoas.

Após análise qualitativa das gravações das seis apresentações das SAs, verificou-se que os alunos produziram argumentações pertinentes, direta e indiretamente relacionadas aos eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008). Além disso, foi possível identificar alunos que demonstraram, por meio de atitudes e ações práticas, desde a elaboração da sequência didática da SA até a apresentação desta junto à feira tecnológica e, principalmente junto aos alunos da EJA, situações nas quais se pode pressupor perfil protagonista estudantil.

Logo, foram evidenciados tais perfis nos alunos E50 e E51 (equipe SA1), E32 (equipe SA2), E40 (equipe SA3), E56 (equipe SA4), E36 e E37 (equipe SA5). Assim optou-se por analisar as respostas do questionário final (etapa 2, módulo2), para investigar com maior ênfase as opiniões destes alunos, a fim de comprovar tais perfis já observados na prática durante os meses de execução e coleta de dados da pesquisa.

A seguir estão elencadas as respostas obtidas para a questão (Q1) “O que é ser um protagonista estudantil? em caso afirmativo, justifique sua resposta”.

E32: *“Sim. É passar o conhecimento adquirido para outra pessoa sem esperar nada em troca. [...] como consequência temos uma experiência única de somarmos conhecimento mútuo.”*

E36: *“Sim, capacidade de criar e argumentar.”*

E37: *“Sim, porque tivemos autonomia para desenvolver sobre o tema e apresentá-lo da forma que achamos melhor.”*

E40: *“Sim, Ser protagonista estudantil é você apresentar um projeto para melhorar a aprendizagem de outros estudantes com sua explicação, como foi realizada na apresentação da SA.”*

E50: *“Sim. É alguém que tem autonomia e capacidade de liderar e tomar decisões, mesmo jovem.”*

E51: *“Sim. Protagonista é ser líder e trabalhar em grupo.”*

E56: *“Sim. É puxar a responsabilidade ter ideia de criar alguma coisa”.*

Como observado, todos os alunos afirmaram saber o que é protagonismo estudantil. Logo, as alunas E32 e E40 citam a ação de “ [...] passar o conhecimento adquirido para outra pessoa[...]” e “[...] melhorar a aprendizagem de outros[...]”. Esse ponto de vista faz menção a ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005) sobre o estudante ser desafiado a pensar e exercer uma atividade intelectual, como também, COSTA (2001b), pois aponta o empoderamento pessoal para compartilhar o conhecimento de forma natural.

A aluna E32 também aponta para o fato de que quando ensinamos “[...] como consequência temos uma experiência única de somarmos conhecimento mútuo.” Isso faz alusão ao que dizem ARRUDA et al (2017); COSTA, VIEIRA (2006) e

COSTA (2001b), pois é quando o estudante passa a atuar ativamente na construção de seu próprio aprendizado, ou seja, passa a educar-se constantemente.

Os estudantes E36 e E56 citam a “*capacidade de criar e argumentar.*” e “[...] *responsabilidade ter ideia de criar alguma coisa*”. Esses argumentos fazem referência à COSTA (2001a) que aponta o protagonismo estudantil a alunos envolvidos em atividades centradas na solução de problemas que exigem capacidade de formular ideias e criar argumentações, bem como, ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005), para quem o estudante é desafiado a pensar e a exercer uma atividade intelectual.

Já os estudantes E37, E50, E51 fazem referência à “*autonomia*”, “*liderança*”, “*trabalhar em equipe*” e “*tomar decisões*” como atitudes e ações que evidenciam o protagonismo estudantil como apontam BRASIL (2018) e ALONSO (2012).

A seguir estão elencadas as respostas obtidas para a questão (Q2) “Você gostou da forma como participou da construção e apresentação da SA?” e “Justifique sua resposta.”

E32: “*Sim. Foi uma forma de apresentarmos um pouco do que aprendemos durante o curso e colocar à prova o que sabemos.*”

E36: “*Sim. Gostei porque a apresentação foi muito bem aproveitada pelos alunos.*”

E37: “*Sim, pois desenvolvi mais conhecimento no assunto proposto.*”

E40: “*Sim, me proporcionou uma experiência maior de aprendizado.*”

E50: “*Sim, pois consegui trabalhar em harmonia com o grupo e demonstrar o meu conhecimento de forma clara e objetiva.*”

E51: “*Sim, trabalhamos juntos e tivemos um bom desempenho.*”

E56: “*Sim. Fui muito participativo junto com o meu grupo.*”

Como verificado, todos os alunos gostaram da forma como eles atuaram junto à elaboração e apresentação da SA, inclusive apontaram motivos para tal satisfação. Dos vinte e cinco participantes da pesquisa, apenas dois disseram que não gostaram da forma como atuaram junto à elaboração e apresentação da SA. Assim 92% dos participantes foram favoráveis à forma como contribuíram na AC dos estudantes da EJA. Tal fato pode ajudar a validar o procedimento de ensino-

aprendizagem como pertinente e promotor de resultados positivos, tanto para alunos da EJA, como para os alunos dos TAA.

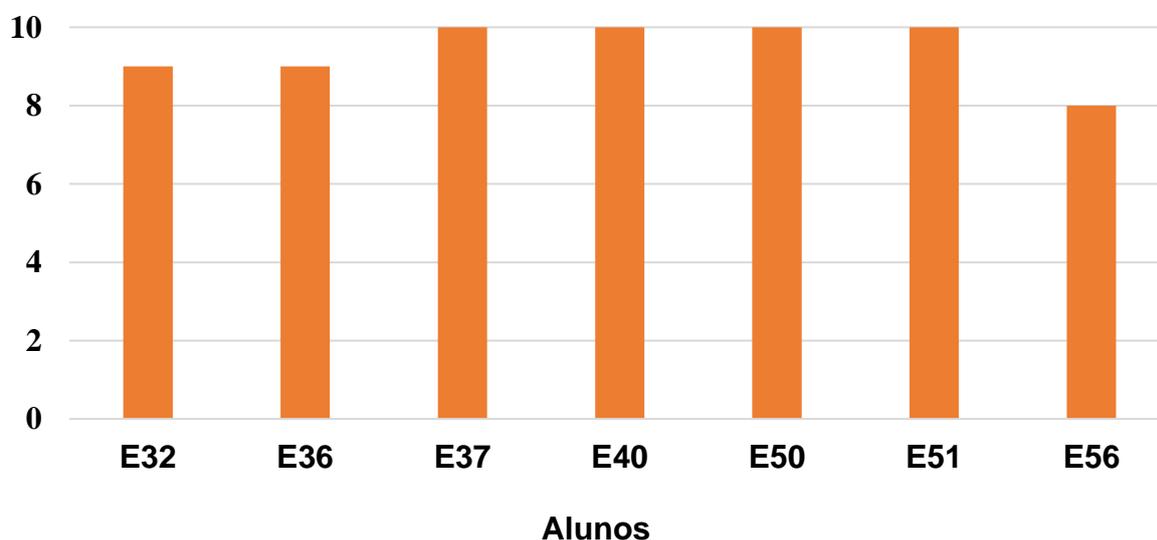
O aluno E36 ao afirmar que a “*apresentação foi muito bem aproveitada pelos alunos*” faz menção aos alunos da EJA; por isso, o aluno E36 se percebe como um agente capaz, transformador e formador de opiniões, como argumentam COSTA e VIEIRA (2006).

Já as alunas E37 e E40 argumentaram ter obtido respectivamente “[...] *mais conhecimento no assunto proposto.*” e “[...] *me proporcionou uma experiência maior de aprendizado.*” Assim, demonstraram ser capazes de buscar informações de forma independente, autônoma e ativa na construção de seus próprios aprendizados, como fundamenta COSTA (2001b) e BRASIL (2018).

A aluna E50 argumenta que “[...] *consegui trabalhar em harmonia com o grupo e demonstrar o meu conhecimento de forma clara e objetiva.*”, a aluna E32 “*Foi uma forma de apresentarmos um pouco do que aprendemos durante o curso [...]*”, como também as argumentações dos alunos E51 e E56, pois estas vão de encontro com ações protagonistas, que evidenciam iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, responsabilidade, engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes interescolares, bem como capacidade para criar e argumentar SAs, assim como ressaltam FERRETTI, ZIBAS e TARTUCE (2004).

Os dados da questão (Q3) “Qual foi seu nível de participação no grupo? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” a menor participação e “10” a maior participação”, estão ilustrados no gráfico da Figura 6.7

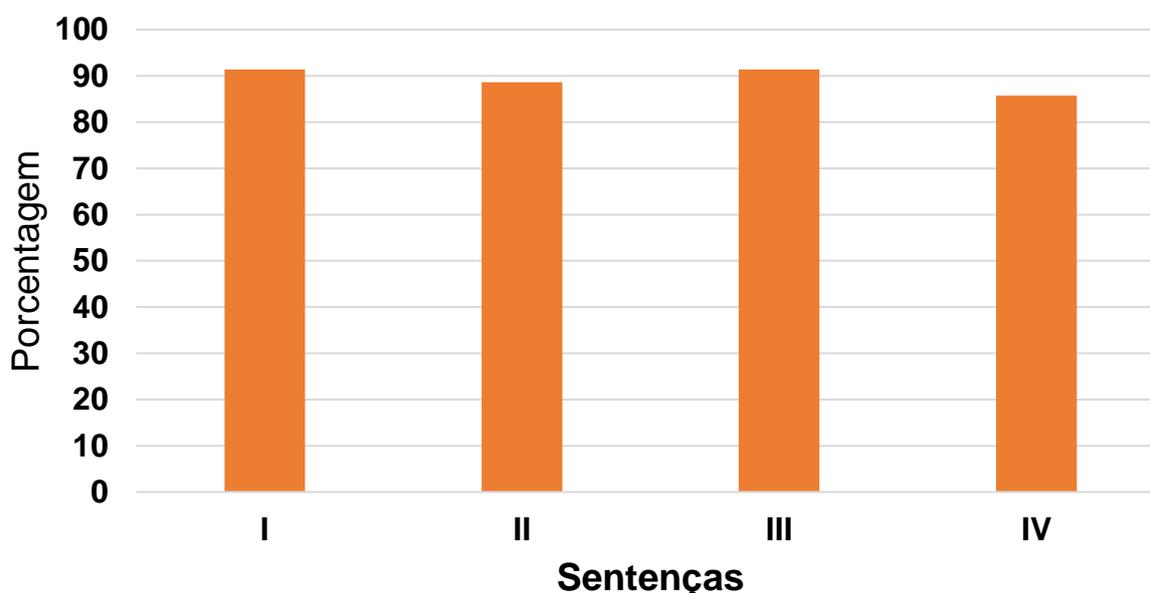
FIGURA 6.7 - Nível de participação dos alunos em suas equipes



Como visto, a média aritmética da participação dos alunos em suas equipes foi de 94,3% e tal fato corroborou com a satisfação dos alunos na elaboração e apresentação das SAs junto às suas equipes.

A questão (Q8), Figura 6.8, buscou respostas a partir da escala Likert (onde 1 é discordo totalmente e 5 é concordo totalmente) para a questão “Mostre o seu grau de concordância, com relação a situações, fatos, atitudes e sentimentos percebidos por você em relação aos seus colegas de grupo” com base às sentenças I a IV. Desse modo, optou-se por converter os valores da escala Likert em valores percentuais de concordância total, tal como ilustrado no gráfico da Figura 6.8.

FIGURA 6.8 - Resultado da média aritmética das porcentagens de concordância total dos alunos com relação aos seus colegas de grupo, com base às sentenças I a IV



- I- Todos os integrantes do grupo fizeram argumentações críticas e colaborativas.
- II- Todos os integrantes do grupo usaram seus conhecimentos para formular e resolver problemas e criar soluções.
- III- Todos os integrantes do grupo argumentaram com base em dados e informações confiáveis.
- IV- Todos os integrantes do grupo tiveram empatia e cooperação no diálogo e resolução de conflitos com respeito ao outro.

Como se pode observar, a média aritmética das porcentagens de concordância total entre os participantes com relação às sentenças I a IV foram maiores que 85%, tendo no gráfico da Figura 6.8 representantes das equipes SA1 a SA5. Isso nos leva a pressupor que, na visão destes alunos, seus colegas de equipe também desempenharam trabalhos muito similares aos que eles próprios fizeram.

Desse modo, pode-se pressupor que tal fato tenha contribuído para o fortalecimento e aumento do vínculo entre os membros das equipes, como defendem GUIMARÃES e BORUCHOVITCH (2004), a ponto de incentivar e estimular os alunos com perfil protagonista a perceber por meio do apoio e esforço de seus colegas, a oportunidade de colocar em prática suas habilidades para inovar, argumentar e liderar, como ressalta COSTA e VIEIRA (2006).

A seguir estão transcritas as respostas obtidas da questão (Q4) “A sua interação com os demais integrantes da equipe fez você se enxergar como pessoa responsável por suas atitudes e ações?” “Justifique sua resposta”.

E32: *“Sim, sempre fomos responsáveis por tudo o que falamos, e pela informação passada para outra pessoa, sendo certo ou errado.”*

E36: *“Sim, assim como todos do grupo.”*

E37: *“Sim. Em situações adversas e imprevistas, consegui resolver o problema e contornar a situação.”*

E40: *“Sim, porque a gente teve que interagir uns com os outros para ser realizado o trabalho em grupo.”*

E50: *“Sim, pois cumpri todas as responsabilidades que peguei e fui muito dedicada, clara e explicativa.”*

E51: *“Sim, me responsabilizei totalmente.”*

E56: *“Sim. Porque cada um tinha que fazer a sua parte no trabalho, por que cada um fazendo a sua parte o trabalho ficou bom.”*

Logo, todos os alunos responderam que “sim” e apontaram fatos como “interagir uns com os outros” (E40) e “responsáveis por tudo o que falamos e pela informação passada para outra pessoa” (E32), que evidenciam o empoderamento pessoal para compartilhar o conhecimento de forma natural, além de tomar decisões efetivas, proceder escolhas e executar de alguma forma as atividades escolares, como apontado por COSTA (2000) e ARRUDA et al (2017).

A aluna E50 argumentou "*fui muito dedicada, clara e explicativa*". Assim a aluna percebeu suas atitudes e distinguiu suas ações das dos outros, como ressalta (COSTA, 2001b).

A aluna E37 ao responder "*consegui resolver o problema e contornar a situação*", evidencia a capacidade de formular ideias e criar modelos para resolver o problema com iniciativa, liberdade e compromisso. Tal argumento corrobora com citações de COSTA (2001a) e representa uma situação na qual os estudantes são desafiados a pensar e exercerem uma atividade intelectual.

Os alunos E36 e E56 citam as atitudes e responsabilidades do grupo, percebendo a necessidade do pluralismo de ideias e concepções científicas para a construção da SA e sua apresentação junto aos alunos da EJA. Isso evidencia o envolvimento dos alunos em atividades centradas na solução de problemas reais, que exigem a capacidade de formular ideias e criar modelos para resolver o problema com iniciativa, liberdade e compromisso, como evidência (COSTA, 2001a).

A seguir estão transcritas as respostas obtidas da questão (Q6) "Quando você apresentou sua SA, você se percebeu como um agente transformador e formador de opiniões? Justifique sua resposta".

E32: "*Sim, pois através de conhecimento sabemos tudo o que queremos e podemos julgar melhor o que achamos que seja certo ou errado.*"

E36: "*Sim, porque os alunos se interessaram inclusive fazendo perguntas.*"

E37: "*Sim, pois pude dar minha opinião e mostrar o que sabia de forma natural.*"

E40: "*Sim, porque eu expliquei o assunto para os alunos que não tinham conhecimento na área.*"

E50: "*Sim, pois levei a eles um conhecimento ao qual eles não tinham, e foi algo bem propagado pelo grupo todo.*"

E51: "*Sim, me senti mais confiante em poder me expressar e ensinar.*"

E56: "*Sim, porque fizeram algumas perguntas e com o que eu aprendi no curso [...] pude responder.*"

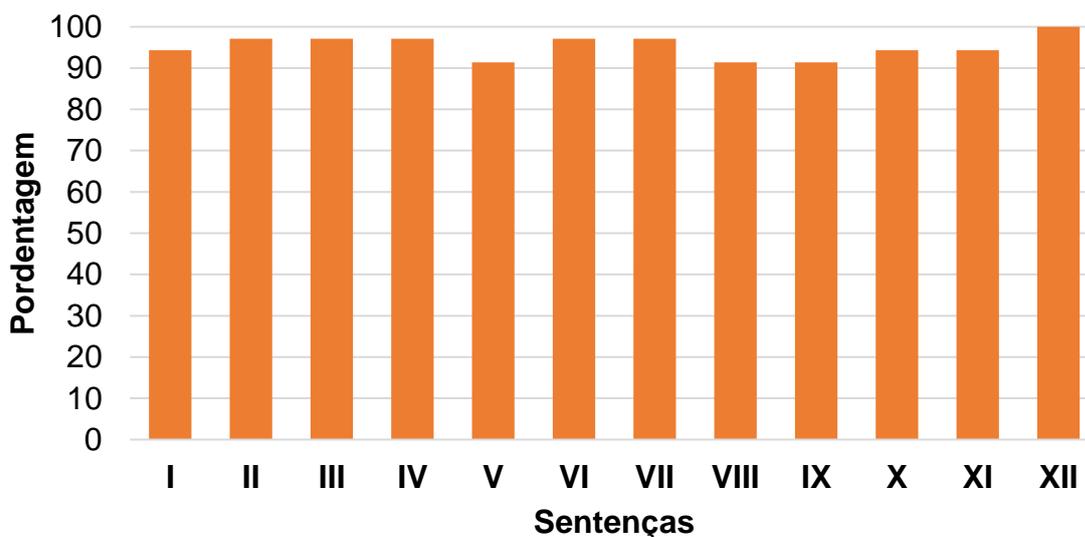
Como observado, todos os alunos responderam "sim". Os alunos E36 e E56 mostram que o questionamento dos alunos da EJA justifica a importância da

construção e mediação de suas SAs, identificando-se como agentes formadores de opinião.

Os alunos E37, E40, E50 e E51 se afirmaram como agentes transformadores e formadores de opiniões, porque conseguiram compartilhar o que sabiam de forma natural e com confiança, além de ensinar e perceber o interesse das pessoas que não tinham conhecimento sobre o assunto (COSTA, 2000 e ARRUDA et al 2017).

Por fim, a questão (Q5) investigou o grau de concordância na escala Likert com relação às sentenças abaixo, que representaram situações, fatos, atitudes e sentimentos percebidos pelo aluno durante o trabalho de elaboração e apresentação da SA (Figura 6.9). Optou-se por converter os valores da escala Likert em valores percentuais de concordância total.

FIGURA 6.9 - Resultado da média aritmética das porcentagens de concordância total dos alunos com relação as sentenças I a XII.



I- A construção do conhecimento foi significativa.

II- Há sentido naquilo que foi apresentado e aprendido.

III- A construção da SA foi consequência do que eu aprendi.

IV - A construção e apresentação da SA proporcionou-me fortalecimento da autoestima.

V - A construção e apresentação da SA proporcionou-me defender e distinguir minhas ações das dos outros.

VI- A elaboração e apresentação da SA me fez ter iniciativa e autoconfiança.

VII- Posso aprender e encontrar as melhores formas de fazer esse trabalho, não apenas individualmente, mas de forma colaborativa e participativa no contexto escolar.

VIII - A construção e apresentação da SA me ajudaram a ser mais autônomo.

IX- Fui um protagonista na construção de meu aprendizado.

X - Percebi ampliação dos meus conhecimentos por meio da interação com outros alunos.

XI- O aprendizado obtido no contexto da construção da SA proporcionou-me empoderamento para compartilhar o conhecimento de forma natural.

XII- O professor atuou como um facilitador do processo de aprendizagem, dando autonomia para os alunos elaborarem suas SAs.

As sentenças da Figura 6.9 trazem implícitas algumas das habilidades e competências que segundo ZIBAS, FERRETI e TARTUCE (2005), COSTA (2001b) e BRASIL (2018), estão vinculadas a atitudes e ações protagonistas.

A partir das médias aritméticas das porcentagens de concordância total dos alunos representantes das equipes SA1 a SA5, chegou-se ao resultado de uma concordância total acima de 91% nas sentenças I a XII, indicando fortes evidências da ação protagonista estudantil. Desse modo, a análise do questionário final corrobora com os resultados observados durante a prática de elaboração e apresentação das SAs ao longo dos meses de execução da pesquisa.

Com essa perspectiva, o uso das SAs como ferramenta didática de ensino não formal, a partir de um contexto problematizador, pode estimular a autonomia de alunos dentro de um ambiente que deposite confiança e independência, e vir a ser uma alternativa complementar para se romper com o panorama tradicional de ensino e promover condições favoráveis a AC e ao desenvolvimento do protagonismo estudantil.

6.2 - Análise da AC dos alunos da EJA

6.2.1 - Análise dos questionários inicial (Qi) e final (Qf) dos alunos da EJA

Os questionários foram aplicados com diferença de 21 dias entre a primeira coleta (questionário inicial, Qi) e a segunda coleta (questionário final, Qf) de dados. A coleta de dados pelo Qf ocorreu 7 dias após as apresentações das SAs dos alunos do TAA.

Apesar da pesquisa ser realizada com 30 alunos da EJA, apenas 17 alunos participaram ininterruptamente de todas as atividades que envolveram coleta de dados, sendo selecionados para análise comparativa e qualitativa.

O “Qi” foi aplicado na etapa 1, módulo 3, já o “Qf” foi aplicado na etapa 2, módulo 2 da pesquisa com o propósito de investigar os avanços na AC dos alunos. Os questionários Qi e Qf relacionados às SA1, SA2 e SA3 estão disponíveis no **Apêndice K**, e os questionários Qi e Qf relacionados às SA4, SA5 e SA6 estão disponíveis no **Apêndice L**.

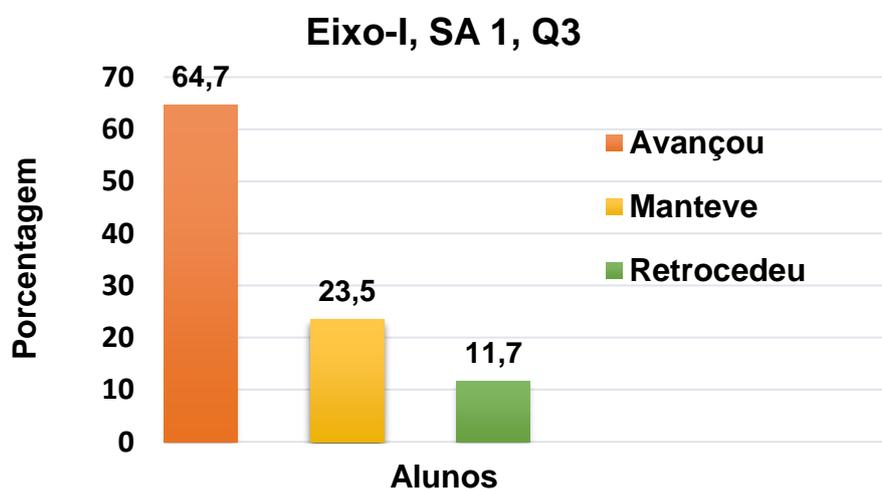
6.2.1.1 - Análise do eixo I

As questões do eixo I consistem na compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, tratados aqui no âmbito das transformações químicas (TQ) e transformações físicas (TF).

a) Análise das questões da SA1 - Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar (Apêndice K)

A questão Q3 exigiu a identificação de TQ e TF em sentenças objetivas relacionadas ao preparo do solo, plantio, colheita e transporte da cana. Nessa questão foi verificado que os alunos E1, E2, E3, E4, E6, E9, E10, E14, E18, E19 e E20 obtiveram resultados melhores no Qf; já os alunos E11, E12, E13 e E16 mantiveram os mesmos resultados e os alunos E5 e E7 tiveram resultados inferiores no Qf. Logo, o gráfico da Figura 6.10 mostra os resultados coletados na Q3.

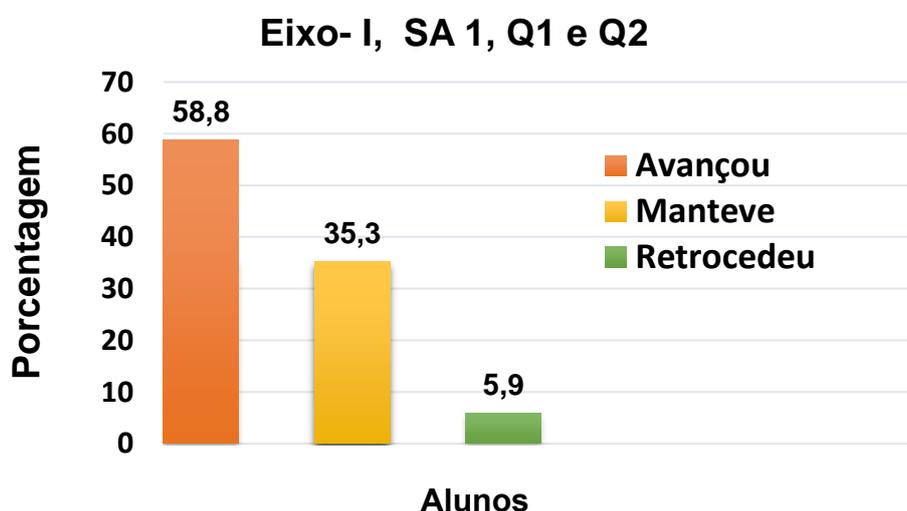
FIGURA 6.10 - Resultado do avanço na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA1, Q3



A questão dissertativa Q1 “Explique a diferença entre transformações químicas e físicas” e Q2 “Cite 4 evidências de reações químicas”, mostraram avanços na AC dos alunos E2, E4, E5, E6, E9, E11, E12, E18, E19, E20; já entre os alunos E1, E3, E7, E13, E14, E16 não foram evidenciadas argumentações no Qf que pressupõe ganhos de conhecimento científico em relação ao Qi. Por outro lado, apenas o participante E10 apresentou pior argumentação no Qf.

Assim, o gráfico da Figura 6.11 traz os resultados condensados da AC em TQ e TF e evidências de reações químicas das questões Q1 e Q2, na SA1, respectivamente.

FIGURA 6.11 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA1, Q1 e Q2



Para efeito de comparação dos resultados obtidos por meio das questões Q1 e Q2 do Qi e Qf, foram feitas as transcrições das argumentações de alguns dos participantes.

Argumentação da aluna E2:

- Q1, Qi “*Química-muda a substância; Física-muda a aparência*”.
- Q1, Qf “*Na transformação química pode também fazer uma mudança de estado físico, porém ocorre obrigatoriamente uma alteração na composição da matéria. Transformação física ocorre apenas uma mudança de estado físico sem alterar a composição da substância*”.

Com relação à ocorrência de TQ e TF, a aluna E2 apresentou uma melhor argumentação no Qf, com definições de TQ e TF de acordo com os autores ATKINS e JONES (2006), SIQUEIRA e FERNANDES (2019), respectivamente. A aluna utilizou linguagem científica e soube organizar os significados das palavras para formular suas definições, que são aspectos da AC segundo LEMKE (1997).

Argumentação da aluna E4:

- Q1, Qi *“Transformação física ocorre apenas uma mudança de estado físico sem alterar as substâncias”*.

- Q1, Qf *“Na transformação física ocorre apenas uma mudança de estado físico sem alterar a composição da substância. Na transformação química ocorre uma alteração na composição da matéria”*.

Segundo SIQUEIRA e FERNANDES (2019), na TF não ocorre conversão de espécies químicas em outras. Assim, a argumentação da aluna E4 evidencia que ela já tinha compreendido inicialmente o conceito de TF; entretanto, a aluna faz uma argumentação coerente sobre a TQ no final do processo de AC, pois ATKINS e JONES (2006) ressaltam que as mudanças químicas ocorrem quando se tem a conversão de uma ou mais substância em outras substâncias.

Argumentação da aluna E6:

- Q2, Qi *“Compactação do solo, decomposição de matéria orgânica, subsolagem, aração.”*

- Q2, Qf *“Aquecimento, mudança de cor, formação de um sólido, liberação de gás.”*

A Q2 refere-se às evidências de reações químicas; assim, a argumentação no Qi traz três TF: *“compactação do solo”, “subsolagem”* e *“aração”* e apenas uma TQ: *“decomposição de matéria orgânica”*, a qual pode ter sido percebida pela aluna E6 como uma evidência de reação química, pelo fato desta evidenciar mudança de cor, textura e odor característico. Já no Qf ela apresenta argumentação mais coerente com a pergunta, pois apresenta mais evidências macroscópicas como a *“mudança de cor”, “formação de um sólido”* e *“liberação de gás”*, como indica SIQUEIRA e FERNANDES (2019). A sentença *“formação de um sólido”* pode ter sido

entendida pela aluna E6 como uma analogia à “formação de precipitado” e a sentença “*aquecimento*” como uma “mudança de temperatura”, que são evidências descritas por SIQUEIRA e FERNANDES (2019), já que ambas podem indicar a probabilidade, segundo FONSECA (2016), de a reação química ter acontecido.

Argumentação da aluna E9:

- Q1, Qi *“Transformação física - tudo que tem modificação, mas não deixa de ser o produto.”* e *“Transformação química – tudo que teve transformação e alterou o estado químico do produto”*.

- Q1, Qf *“Transformação física – faz processo com a cana, mas não muda a substância.”* e *“ Transformação Química – faz processo da cana e muda a substância do produto. “*

No Qi se pressupõe que a palavra “*produto*” seja a matéria final após o processo de TF; assim, a argumentação *“Transformação física - tudo que tem modificação, mas não deixa de ser o produto.”* indicaria que no final da transformação as substâncias seriam as mesmas, configurando, segundo SIQUEIRA e FERNANDES (2019) uma TF. Entretanto, a argumentação do Qf para a TF é mais coerente, pois a aluna E9 cita o termo “*substância*” no lugar da palavra “*produto*”. Isso denota, segundo LEMKE (1997), conhecimento para organizar os significados de palavras e termos técnicos para formular ideias por meio da linguagem científica.

De forma análoga, pode-se explicar a argumentação da TQ entre o Qi e Qf, pois a substituição da palavra “*produto*” na resposta do Qi, pelo termo “*substância*” na resposta do Qf, traz a retórica de melhoria na linguagem científica. Já o uso do termo “*faz processo com a cana*” pressupõe as etapas de processamento e obtenção de produtos, subprodutos/resíduos da cana, que pode ser TF e/ou TQ, como aquelas evidenciadas por REBELATO, MADALENO, RODRIGUES (2016) junto ao texto referente ao fluxograma resumido das seis etapas produtivas do setor sucroenergético.

Argumentação da aluna E19:

- Q1, Qi *“A matéria pode sofrer dois tipos de transformação, uma física e outra química, na transformação física ocorre apenas uma duração de estado físico*

sem alterar a composição da substância, por exemplo, o ciclo da água. Ela sofre uma mudança de estado, porém sua composição sempre se mantém a mesma H₂O”.

- Q1, Qf *“Na transformação física- ocorreu apenas uma mudança de estado físico sem alterar a composição da substância. Transformação química pode também haver uma mudança de estado físico, porém ocorre, obrigatoriamente, uma alteração na composição da matéria.”*

A resposta da Q1, Qi infere a palavra “*duração*” em um trecho da argumentação que distorce o sentido da frase. Contudo, o trecho “[...] *sem alterar a composição da substância, por exemplo, o ciclo da água. Ela sofre uma mudança de estado, porém sua composição sempre se mantém a mesma H₂O*”, esclarece que a aluna E19 compreende o conceito de TF; porém, no Qi não explicou a TQ. Por outro lado, no Qf traz uma explicação melhor sobre TF e TQ, indo de encontro com as proposituras de LEMKE (1997); SIQUEIRA, FERNANDES (2019).

Dentre os participantes E1, E3, E7, E13, E14, E16, nos quais não se pressupõem ganhos no conhecimento científico entre o Qi e Qf, apresenta-se como exemplos as transcrições das argumentações das alunas E12 e E13.

Argumentação da aluna E13:

- Q2, Qi *“Mudanças da cor, mudanças da temperatura, mudanças de cheiro, produção de luz.”*

- Q2, Qf *“Mudança de cheiro, mudança de cor, mudança de temperatura, liberação de gás.”*

A aluna E13 citou “*mudança de cheiro*”, provavelmente referindo-se à evidência “*produção de odores característicos*” e introduziu a evidência “*liberação de gás*.” no Qf, ante a “*produção de luz*” descrita no Qi.

Argumentação da aluna E14:

- Q1, Qi *“É que a transformação química muda a substância mais continua na mesma aparência e a física já muda a aparência”.*

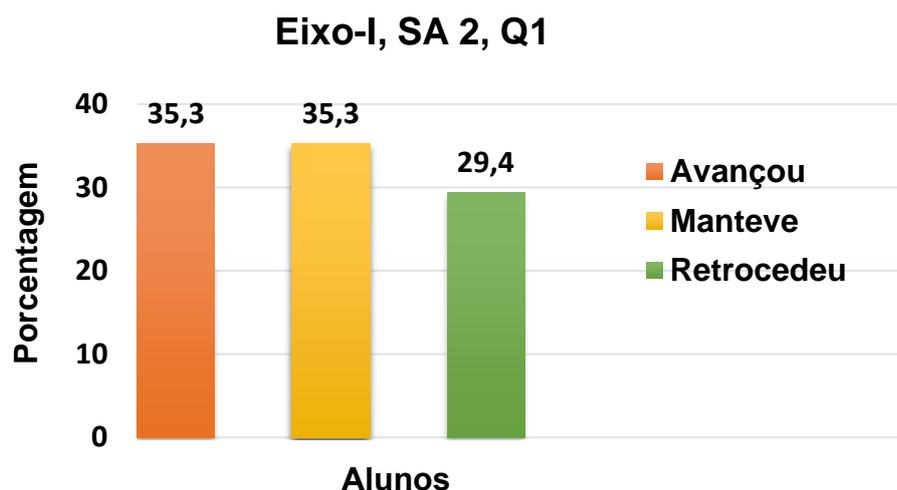
- Q1, Qf *“Química – muda a substância” e “Física – muda a aparência”*

A aluna E14 considera no Qi e Qf que a TQ é um processo que leva à produção de novas substâncias, como citado por ATKINS e JONES (2006). Porém, no Qi desconsidera a possibilidade de existir evidência de reação química quando argumenta “[...] *mais contínua na mesma aparência*”; entretanto, isso não deixa de estar certo, pois pode acontecer. Quanto à TF, a aluna E14 infere no Qi e Qf a expressão “*muda a aparência*”; assim pressupõe-se a mudança de estado físico ou a forma como a matéria se encontra. No entanto, a aluna deixa de citar a permanência da natureza química das espécies presentes na matéria, como explica SIQUEIRA, FERNANDES (2019).

b) Análise das questões da SA2 - Extração do caldo de cana-de-açúcar (**Apêndice K**)

A questão Q1 investigou a identificação de TQ e TF em sentenças objetivas relacionadas ao preparo da cana e extração do caldo de cana-de-açúcar nas moendas. Nessa questão foi verificado que os participantes E3, E5, E6, E13, E14 e E20 obtiveram resultados melhores no Qf; já os E7, E9, E10, E11, E12 e E19 mantiveram os mesmos resultados. Por outro lado, os demais E1, E2, E4 E16 e E18 tiveram resultados inferiores aos obtidos no Qi. Em seguida, o gráfico da Figura 6.12 mostra os resultados coletados na Q1.

FIGURA 6.12- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA2, Q1

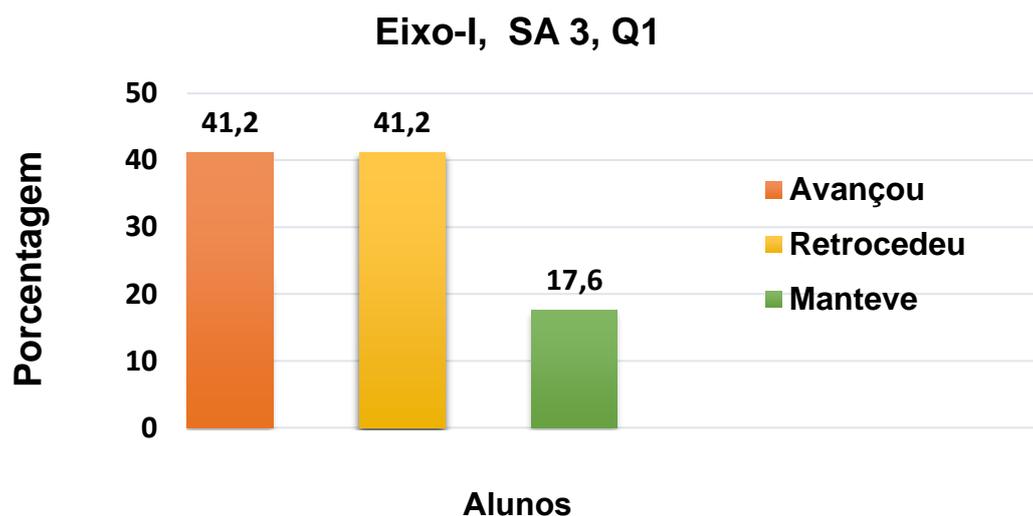


c) Análise da questão da SA3 - Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica (**Apêndice K**)

A questão Q1 explorou a identificação de TQ e TF em sentenças objetivas relacionadas à queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica. Foi

verificado que os alunos E1, E6, E10, E11, E12 e E19 e E20 obtiveram resultados melhores no Qf; por outro lado, os participantes E2, E4, E5, E7, E13, E14 e E16 tiveram resultados inferiores aos obtidos no Qi. Já os demais E9 e E18 mantiveram os mesmos resultados, como exemplificado no gráfico da Figura 6.13 abaixo.

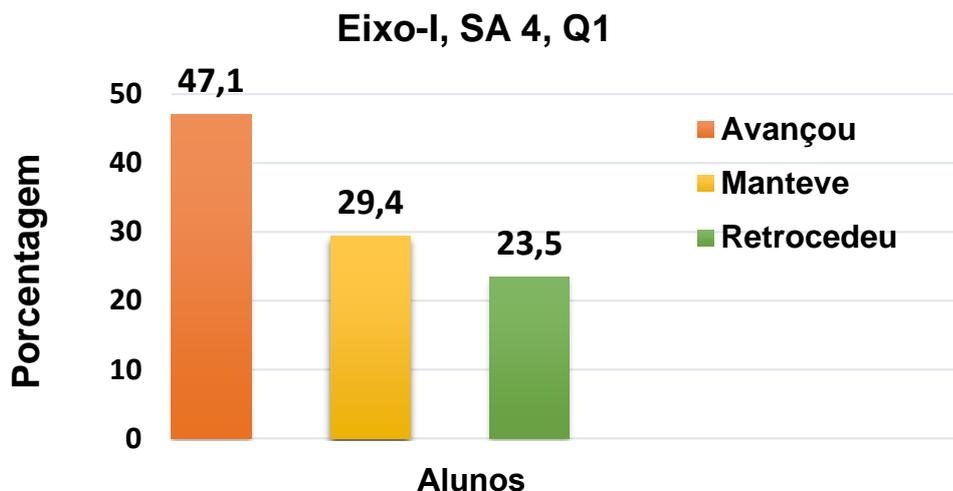
FIGURA 6.13 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA3, Q1



d) Análise da questão da SA4 - Tratamento de caldo de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

A questão Q1 analisou o conhecimento dos participantes para identificar TQ e TF em sentenças objetivas relacionadas ao tratamento de caldo de cana-de-açúcar. Logo, foi verificado que os participantes E8, E9, E10, E21, E23, E27, E28 e E29 mostraram resultados melhores no Qf; já os alunos E2, E15, E17, E19 e E26 mantiveram os mesmos resultados, e os demais E1, E3, E5 e E22 tiveram resultados inferiores no Qf. O gráfico da figura 6.14 ilustra o resultado dessa questão.

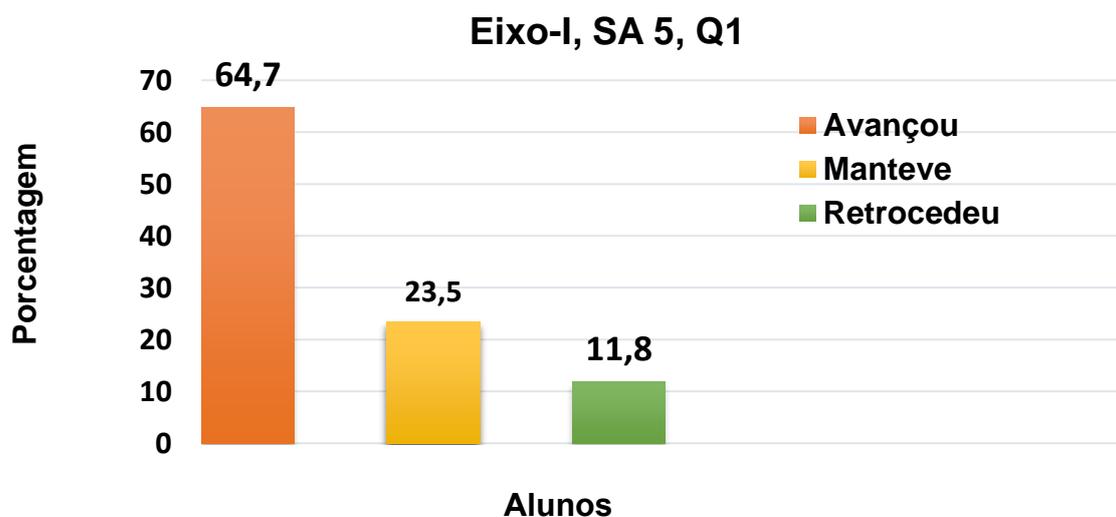
FIGURA 6. 14 - Resultados dos avanços na AC dos participantes no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA4, Q1



e) Análise da questão da SA5 - Fermentação do mosto de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

Essa questão Q1 também investigou os conhecimentos dos participantes para identificar TQ e TF referente aos processos que envolvem a fermentação do mosto. E foi constatado que os alunos E1, E2, E3, E5, E8, E10, E21, E22, E23, E26 e E28 conseguiram resultados melhores no Qf. Já os alunos E15, E17, E19 e E27 mantiveram os mesmos resultados, e apenas os alunos E9 e E29 tiveram resultado inferiores no Qf, como ilustrado no gráfico da Figura 6.15.

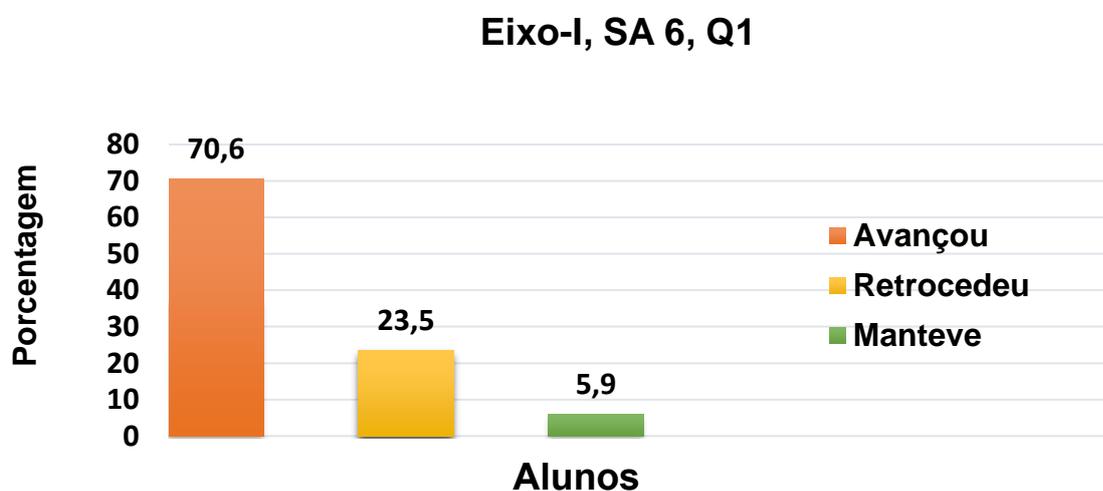
FIGURA 6.15 - Resultados dos avanços na AC dos participantes no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA5, Q1



f) Análise da questão da SA6 – Destilação do vinho de levedurado (**Apêndice L**)

A análise da questão Q1 apresentou resultados coletados através de sentenças objetivas envolvendo a identificação de TF do tipo destilação, condensação e centrifugação no preparo e destilação do vinho de levedurado. Logo foi identificado que os alunos E1, E2, E3, E5, E8, E9, E10, E17, E19, E23, E27, E28 obtiveram resultados melhores no Qf; os alunos E15, E21, E22 e E29 tiveram resultados inferiores, e o participante E26 manteve o mesmo resultado no Qf, de acordo com o gráfico da figura 6.16.

FIGURA 6.16 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-I, SA6, Q1



A partir da análise feita por meio de média aritmética dos resultados das questões do eixo-I, das seis SAs supracitadas, constatou-se avanços na compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, segundo SASSERON (2008) para 54,6% dos alunos; já 24,4% mantiveram os mesmos resultados e 21% tiveram resultados inferiores no Qf. Portanto, 54,6% dos alunos mostraram ser capazes de usar tais conhecimentos de modo apropriado nas situações estudadas.

6.2.1.2 -Análise do eixo II

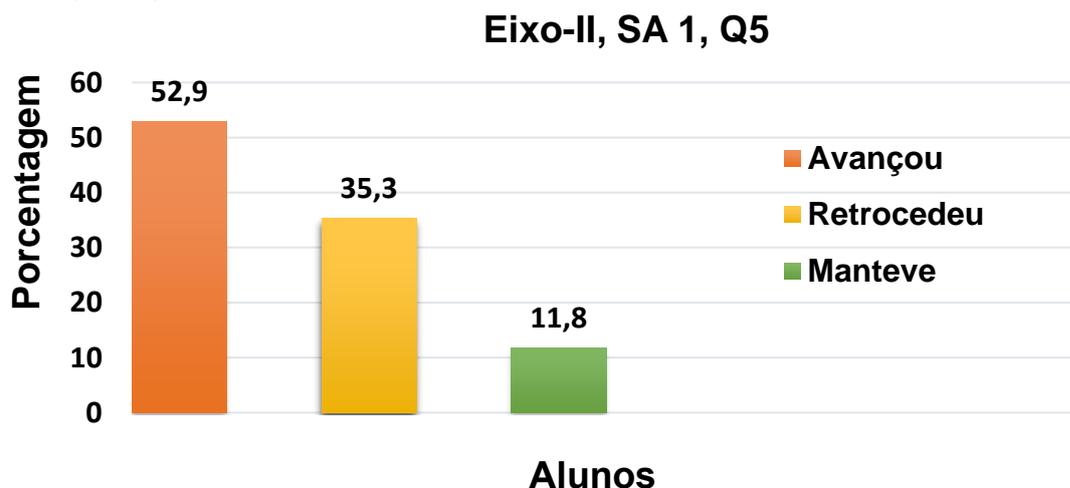
As questões do eixo II referem-se à compreensão da natureza das Ciências que objetivam investigar e fortalecer o caráter humano e social relacionado à investigação científica, tratada aqui no âmbito de possibilidades de se resolver um

problema agroindustrial relacionado à utilização de resíduos e a novos impactos ocasionados por mudanças tecnológicas.

a) Análise da questão da SA1 - Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar (Apêndice K)

A questão Q5 investigou a argumentação dos alunos sobre o problema do aumento da compactação do solo decorrente do trânsito de máquinas pesadas e os prejuízos para o desenvolvimento do canavial. Assim, os resultados levantados no gráfico da Figura 6.17 mostraram melhores argumentações no Qf para os alunos E1, E5, E6, E9, E11, E13, E14, E18 e E20, e argumentações equivalentes para E3 e E12. Já os participantes E2, E4, E7, E10, E16 e E19 apresentaram respostas menos satisfatórias no Qf.

FÍGURA 6.17- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA1, Q5



Assim, para efeito de comparação dos resultados obtidos por meio da Q5, no Qi e Qf, foram feitas as transcrições das argumentações de alguns dos participantes da pesquisa.

Argumentação da aluna E1:

- Q5, Qi *“Jogando a vinhaça nos campos”*.
- Q5, Qf *“Usando os equipamentos de transporte com pneus mais largos, assim melhorando o peso”*.

A resposta do Qf pressupõe, segundo SANTOS (2007), entendimento científico e tecnológico inerente à relação peso sobre área, já que a aluna E1 argumenta providências quanto ao problema de compactação do solo. De acordo com DRIVER et al. (1999), a argumentação denota um entendimento pessoal da forma como a aluna compreendeu o problema e construiu significado que justifica o fenômeno e indica uma solução. E segundo SASSERON (2008), SASSERON e CARVALHO (2011), SASSERON e MACHADO (2018) pressupõem-se evidências da construção de conhecimentos práticos dentro do contexto social e ambiental, que indica uma ação investigativa do fenômeno antes da proposição de solução do problema.

Argumentação da aluna E5:

- Q5, Qi “-”.
- Q5, Qf *“É arar mais o solo para a terra ficar úmida”*

Argumentação da aluna E6:

- Q5, Qi “-”.
- Q5, Qf *“Optar pelo avião para não socar o solo.”*

Argumentação da aluna E14:

- Q5, Qi “-”.
- Q5, Qf *“Aviões circulando no canavial para evitar que as máquinas fiquem socando a terra para evitar o crescimento da cana.”*

Argumentação da aluna E20:

- Q5, Qi “-”.
- Q5, Qf *“Arar mais o solo para a terra ficar úmida e gradear a terra.”*

As alunas E5, E6, E14 e E20 não apresentaram argumentos prévios no Qi; entretanto, as alunas E5 e E20 apresentaram argumentos no Qf similares aos citados pela União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA (2016), para os quais as ações de aração, subsolagem e gradagem consistem basicamente em atenuar ou eliminar a compactação e adensamento do solo. Já as alunas E6 e E14 comentaram o uso de aviões como forma de diminuir o contato de máquinas com o solo, fazendo uma alusão às imagens apresentadas pelos alunos da equipe SA1 do TAA, quando citaram a aplicação de maturadores e defensivos agrícolas nos canaviais por via aérea.

A argumentação da aluna E14 no tocante ao trecho “[...] *evitar que as máquinas fiquem socando a terra para evitar o crescimento da cana.*” denota a princípio uma incoerência na frase ao utilizar o termo “para *evitar*”. Porém, fica evidenciada a intenção da aluna E14 em justificar a relação da compactação do solo com a dificuldade de crescimento das raízes das plantas. Essa argumentação foi apresentada pelos alunos do TAA, equipe SA1, quando mostraram o experimento do crescimento das raízes da cana, por meio de toletes de cana imersos em água, fazendo uma analogia aos estudos de SOUZA e colaboradores (2012), sobre a compactação do solo e a diminuição do desenvolvimento radicular e a produtividade da cultura de cana-de-açúcar.

Assim, as argumentações das alunas E6 e E14 ressaltam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, OCEM (BRASIL, 2006b) que as atividades possam vir acompanhadas de discussões e construções de novos argumentos que evidenciem a AC.

Desse modo, segundo citações de LEMKE (1997), as argumentações das alunas E5, E6, E14 e E20, apesar de sucintas, pressupõem raciocínio científico, pois as alunas trouxeram ideias diferentes e pertinentes ao problema em questão.

Argumentação da aluna E9:

- Q5, Qi “*Por exemplo: evitar a passagem de máquina pesada, aumentar a largura dos pneus das máquinas etc.*”

- Q5, Qf “*Evitar passar com máquinas pesadas, de preferência usar pneus mais largos. Evitar cargas com muito peso etc.*”

A aluna E9 apresentou argumentos muito similares no Qi e Qf, ressaltando a necessidade de se evitar o manejo de máquinas pesadas e utilização de pneus mais largos no contato com o solo. Entretanto, no Qf a aluna E9 acrescentou o grafado “*Evitar cargas com muito peso etc.*”. Estes argumentos corroboram com as citações de KELLER e ARVIDSSON (2004) em que se pode reduzir a compactação do solo quando se aumenta a área de contato dos rodados (pneus) sob o solo. Além disso, o grafado supracitado pressupõe incremento de AC, já que sugere mais uma alternativa para mitigar a compactação do solo; assim, enfatiza que o conhecimento científico e tecnológico potencializa e auxilia na resolução de problemas e nas

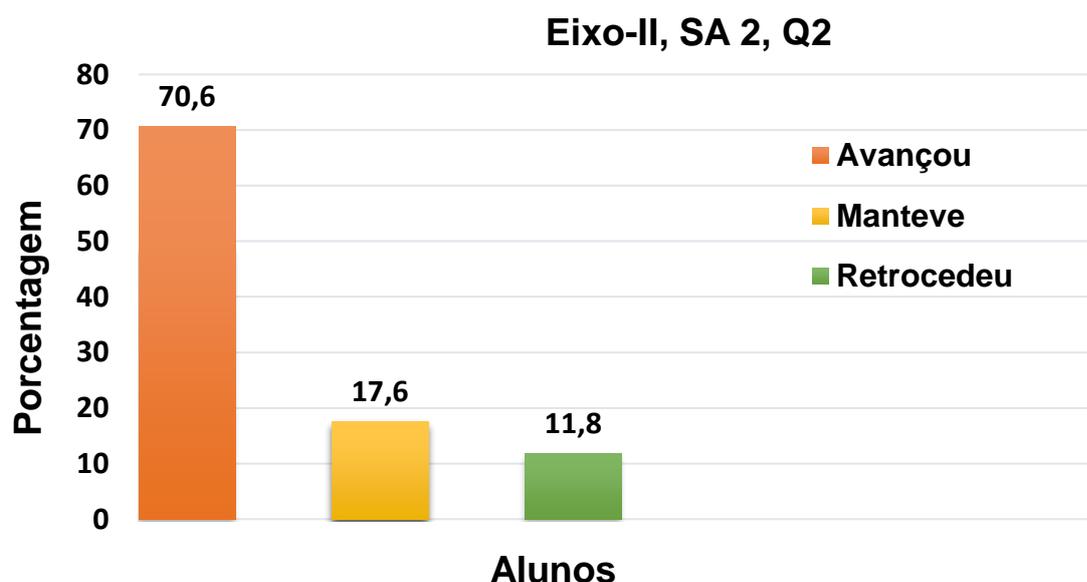
decisões diárias, como argumentam CACHAPUZ et al. (2005); LORENZETTI e DELIZOICOV (2001) e FURIÓ et al. (2001).

b) Análise da questão da SA2 - Extração do caldo de cana-de-açúcar (**Apêndice K**)

A questão Q2 investigou outras aplicações do bagaço de cana, além de sua utilização na co-geração de energia. A questão informou ao aluno que o bagaço é um subproduto da cana, pois pode ser queimado em termelétricas (caldeiras) para produzir vapor e eletricidade.

Com relação à Q2, Figura 6.18, observou-se melhores argumentações no Qf para os alunos E2, E3, E5, E6, E7, E9, E11, E12, E14, E16, E18 e E20, e respostas equivalentes no Qi e Qf para os participantes E1, E10 e E13; já os alunos E4 e E19 produziram argumentações fora de contexto na pergunta do Qf.

FIGURA 6.18- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA2, Q2



Assim, para efeito de comparação dos resultados obtidos por meio da Q2, no Qi e Qf, foram feitas as transcrições das argumentações dos seguintes participantes da pesquisa E2, E5, E6, E7, E20.

Argumentação da aluna E2:

- Q2, Qi *“Uso de palha da usina para produzir eletricidade, qualificação do trabalhador”*.

- Q2, Qf “*O etanol já é feito de caldo de cana e quando se faz do bagaço mói-se e tira-se o caldo e uma parte do bagaço... é queimado para produzir energia para as etapas do processamento seja a produção do açúcar seja a produção do etanol.*”

A aluna E2 ao afirmar no Qf que “*O etanol já é feito de caldo de cana e quando se faz do bagaço [...]*”, deixa subentendido o uso do bagaço para se produzir etanol. Logo, esse fato é justificado por CATELAN e PINOTTI (2019) que citam o uso do bagaço para produção de etanol de segunda geração, e assim, denota a possibilidade de se resolver um problema agroindustrial relacionado à utilização de resíduos.

Além disso, a aluna E2 também argumenta “[...] *uma parte do bagaço que é queimado para produzir energia para as etapas do processamento seja a produção do açúcar seja a produção do etanol*”. Isso indica evidências de que a aluna E2 compreendeu que parte da energia do bagaço pode ser usada para outros fins; logo, pressupõe-se que ela pode ter conhecimento da existência de outros fenômenos e processos industriais realizados com o bagaço, como explicado pelos alunos do TAA, equipe SA3.

Argumentação da aluna E5:

- Q2, Qi “-”
- Q2, Qf “*Tijolos, concretos, ração, energia elétrica.*”

Argumentação da aluna 20:

- Q2, Qi “-”
- Q2, Qf “*Fabricação de papel, xaxins e pode ser usado como adubo para plantas.*”

As alunas E5 e E20 não fizeram argumentações no Qi; entretanto, no Qf a aluna E5 citou o uso do bagaço na obtenção de tijolos e concretos. Tal entendimento refere-se à utilização das cinzas produzidas pela queima do bagaço, como apresentado pelos alunos do TAA nas SAs baseado em CASTRO e MARTINS (2016). Já a aluna E20 citou o uso de bagaço na produção de xaxins, embasada na demonstração de um vaso feito com bagaço de cana, que foi o produto do trabalho de conclusão de curso dos alunos da equipe SA1 do TAA.

Ademais, as alunas E5 e E20 completaram suas respostas relatando o uso do bagaço na obtenção de papel, adubo e ração. Estes argumentos são

pertinentes, pois PAOLIELLO (2006); SOUZA e AZEVEDO (2006) citam o uso do bagaço na produção de papel, e LEME et al (2003) citam o uso do bagaço na alimentação de bovinos.

Argumentação da aluna E6:

- Q2, Qi “*Seria também para tirar o caldo, fazer o açúcar etc.*”

- Q2, Qf “*Adubos, tijolos, [...], rações etc.*”

Argumentação da aluna E7:

- Q2, Qi “*Usaria o bagaço para produzir eletricidade e reutilizar só quando tiver real utilidade.*”

- Q2, Qf “*Tijolos, rações, adubos etc.*”

As respostas do Qf dos alunos E6 e E7 foram objetivas, mas pertinentes e podem ser justificadas a partir dos autores supracitados.

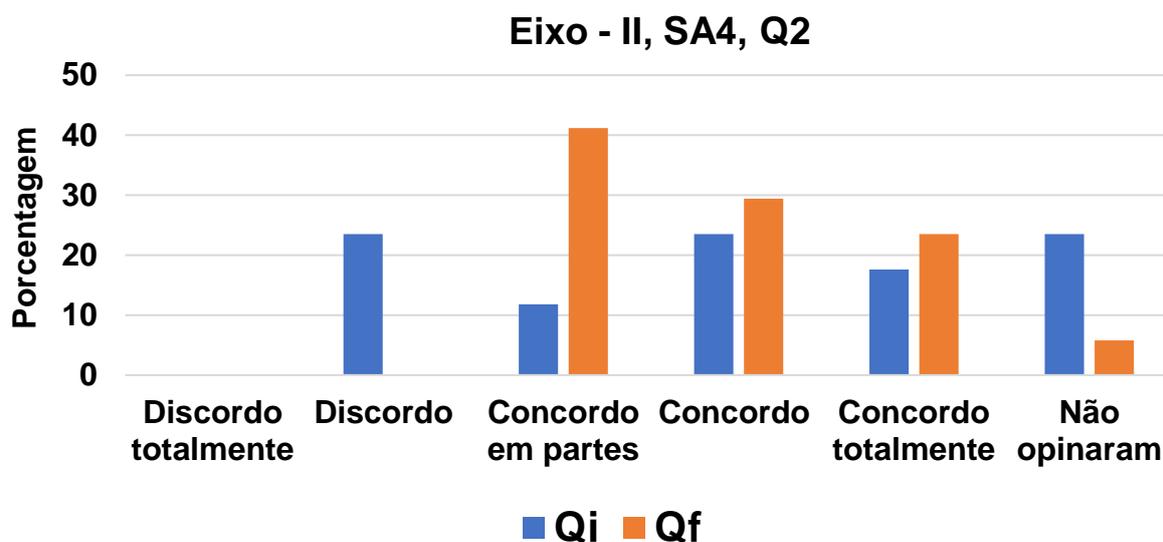
A média aritmética dos resultados das questões Q2 e Q5 do eixo II das SAs 1 e 2 na comparação entre o Qi e Qf, pressupõe avanços na compreensão de que a Ciência é uma arte investigativa de fenômenos e processos naturais e industriais segundo SASSERON (2008), para 61,8% dos alunos. Já 23,5% não apresentaram argumentações condizentes e, 14,7% mantiveram os mesmos resultados.

c) Análise da questão da SA4 – Tratamento do caldo de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

A questão Q2 investigou a opinião dos participantes quanto ao seguinte problema “A sulfitação do caldo também atua na inibição da deterioração do caldo, provocada por bactérias, fungos entre outros. Além disso, você concorda que os produtos químicos da sulfitação constitui um meio muito corrosivo e que provoca ferrugens nos equipamentos metálicos e que também pode gerar desconforto no ambiente de trabalho na usina?”

Sobre esse ponto de vista, o gráfico da Figura 6.19, apresenta os resultados coletados no Qi e Qf.

FIGURA 6.19 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA4, Q2



O gráfico da Figura 6.19 expõe que 23,5 % dos entrevistados deixaram de discordar e apenas 5,8% deixaram de opinar sobre o assunto no Qf, sendo assim, um aumento de 17,7 pontos percentuais dos que passaram a opinar no Qf. Com relação aos parâmetros “concordo em parte”, “concordo” e “concordo totalmente” levantados no Qf, os dados mostraram respectivamente um aumento de 29,4 pontos percentuais, 5,9 pontos percentuais e 5,9 pontos percentuais se comparados ao Qi.

Desse modo, dentre os alunos que não opinaram no Qi e que passaram a concordar com o fato no Qf, cita-se a aluna E2, que justificou sua opinião dizendo *“Porque além de fazer mal para os trabalhadores que inalam esses produtos químicos eles também estragam as máquinas.”*

Já entre os participantes que discordaram no Qi e que passaram a concordar em partes no Qf, cita-se o aluno E17, que justificou sua opinião argumentando *“Por que é um processo que deteriora os tanques precisando de manutenções e acho que não prejudica os funcionários.”*

E, entre os alunos que discordaram no Qi e que passaram a concordar totalmente no Qf, cita-se o aluno E1, que apresentou as seguintes justificativas, Qi *“Acho que com a tecnologia e equipamento altamente resistente não tem esses problemas.”* e Qf *“É por causa [...] dos produtos usados e [...] reparação do equipamento”*.

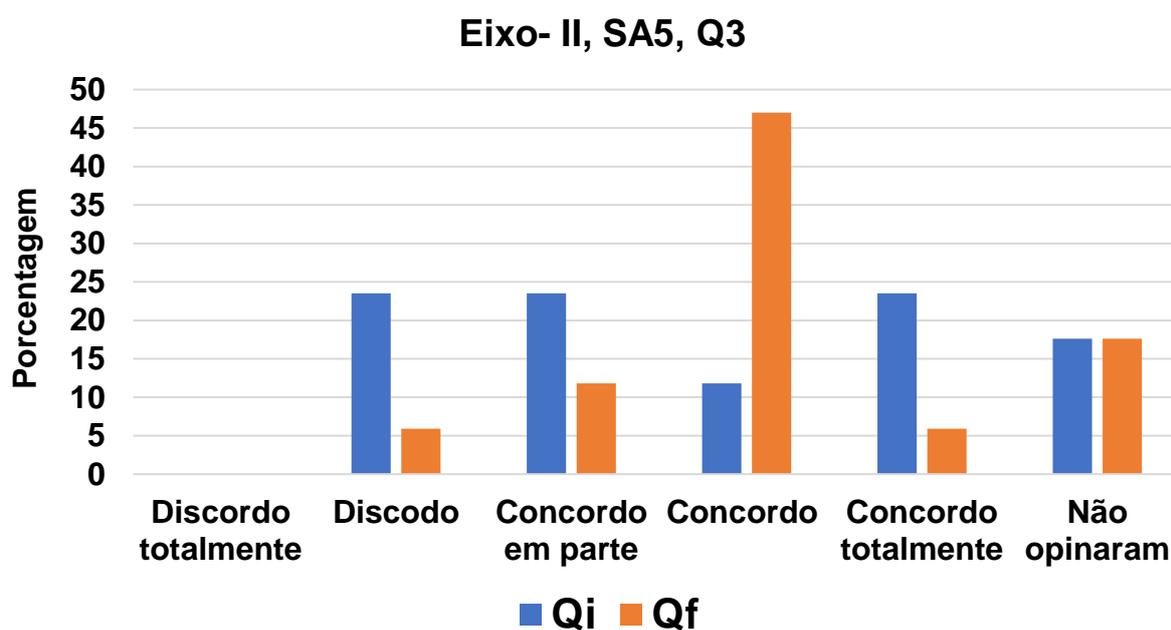
A fala dos alunos E1, E2 e E17, no Qf consolida os estudos de ARAÚJO (2011), a qual cita o potencial corrosivo dos gases de enxofre, principalmente o

anidrido sulfúrico, SO_3 que reage com a água formando ácido sulfúrico. As argumentações dos alunos E1 e E2 corroboram com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB (2017) sobre os efeitos adversos à saúde humana ocasionada pela inalação do enxofre e do gás anidrido sulfuroso, SO_2 emanado do equipamento denominado enxofreira.

d) Análise da questão da SA5 – Fermentação do mosto de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

A questão Q3 investigou a opinião dos alunos no tocante ao fermento (leveduras), que ao longo da safra de cana passa pelo processo de reciclagem, onde são retiradas as leveduras mortas e as que excedem o volume necessário ao processo fermentativo, e assim, esse subproduto pode ser usado como alimento. Sobre esse ponto de vista, a Figura 6.20, traz os resultados coletados no Qi e Qf.

FIGURA 6.20- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-II, SA5, Q3



A Figura 6.20 mostra que houve uma redução de 17,6 pontos percentuais dos entrevistados que deixaram de discordar. Porém, o número de não opinantes não se alterou, mas ocorreu uma considerável migração das opiniões dos participantes para o parâmetro “concordo”, resultando em um aumento de 35,2 pontos percentuais no Qf se comparado com o Qi.

Desse modo, dentre os alunos que não opinaram no Qi e que passaram a concordar com o fato no Qf, cita-se a aluna E5 que argumentou “*Sim, porque assim faz ração, suplementos*”.

Dentre os participantes que discordavam no Qi e que passaram a concordar no Qf, cita-se a aluna E9 que argumentou no Qi “*Não concordo! Porque ali os resíduos são impurezas do produto*” e Qf “*Sim! Porque são produzidos suplementos alimentares etc*”.

Já, entre os alunos que concordavam em partes no Qi e que passaram a concordar no Qf, cita-se o aluno E10 que justificou no Qf argumentando “*Concordo que sim, porque produz alimentos.*”

As justificativas dos participantes E5, E9 e E10 têm respaldo na publicação de REBELATO, MADALENO e RODRIGUES (2016), que citam a levedura seca como um subproduto rico em proteínas e vitaminas do complexo B, utilizado na composição de ração animal e na indústria alimentícia.

Entretanto, os alunos E1, E2, E5, E9, E10 e E17, como também alguns dos alunos que concordaram parcialmente sobre os fatos da Q2 e Q3, não inferiram argumentações por meio de uma linguagem capaz de justificar quimicamente os fenômenos ocorridos. Assim, pressupõe-se que estes participantes julguem como correto os fatos descritos na Q2 (SA4), FIGURA 6.19, e Q3 (SA5), FIGURA 6.20, mas que talvez tenham se apropriado da linguagem científica em um nível parcial da qual é defendida por SASSERON, CARVALHO (2011) e DRIVER et al (1994), em fazer o aluno pensar, expressar e justificar seus argumentos em discussões que envolvam a linguagem da ciência.

Porém, ficou evidente nas opiniões referentes à Q2 (SA4), FIGURA 6.19, o súbito interesse dos participantes em responder a pergunta no Qf, com aumento da ordem de 17,7 pontos percentuais, bem como valores absolutos de 23,5% dos alunos que deixaram de discordar. Assim, ambos concentraram suas respostas de forma a contribuir com aumento dos parâmetros “concordo parcialmente”, “concordo” e “concordo totalmente” quando comparados aos percentuais de respostas do Qi. Da mesma forma, a Q3 (SA5), FIGURA 6.20, do Qf contabilizou um aumento considerável no parâmetro “concordo”, da ordem de 35,2 pontos percentuais em comparação ao Qi.

Desse modo, evidenciou-se a conscientização científica da maioria dos participantes no eixo II, e assim observaram-se pressupostos de AC que envolvem a

ciência como uma arte investigativa de fenômenos e processos como ponto de partida para a construção da descoberta (SASSERON, 2008).

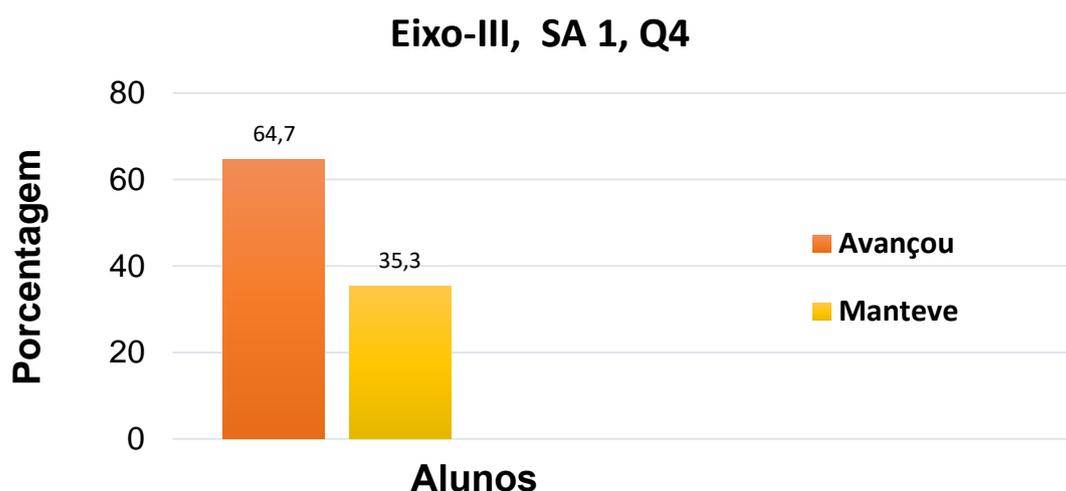
6.2.1.3 - Análise do eixo III

As questões do eixo III referem-se às relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio ambiente, tratadas aqui no âmbito de implementações de novas medidas para mitigar impactos ambientais e incorporar tecnologias a fim de aproveitar resíduos de produção. Além disso, existe a conscientização de que a solução imediata de um problema, seja ele na escala científica, tecnológica, social ou ambiental pode resultar, no futuro, no surgimento de outro problema associado ao problema resolvido no passado.

a) Análise da questão da SA1 - Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar (Apêndice K)

Com relação à questão Q4 “O protocolo agroambiental estabeleceu metas e datas para o fim da queima da palha de cana. Assim, explique como esse fato pode ter contribuído com o meio ambiente, o meio científico e tecnológico e a sociedade”, o gráfico da Figura 6.21, apresenta as porcentagens de avanço no Qf.

FIGURA 6.21- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA1, Q4



Os alunos E1, E3, E4, E5, E7, E10, E13, E14, E16, E18, E20 apresentaram em média 64,7% de avanço; já os participantes E2, E6, E9, E11, E12, E19 produziram argumentações equivalentes no Qi e Qf. Para efeito de comparação

e análise entre as respostas do Qi e Qf foram transcritas as argumentações dos participantes E1 e E20.

Argumentação do aluno E1:

- Qi - *“Deixou de poluir o meio ambiente por causa da fumaça e por causa dos animais que morriam durante as queimadas, deixou de fazer sujeira e de ter cheiro de fumaça até mesmo para respirar foi melhor.”*

- Qf - *“Melhorou a respiração deixando de poluir, desenvolveram máquinas cortadeiras de cana e melhorou a remuneração no caso dos operadores”.*

Argumentação da aluna E20:

- Qi - “ “

- Qf - *“ Para diminuir a poluição na camada atmosférica e para melhorar a saúde da população. Foi desenvolvido estudo para a melhoria e rapidez na colheita de cana, e com isso um baixo custo para as usinas em questão de mão de obra. Com isso melhorou a qualidade de trabalho para os profissionais que se qualificaram para as usinas, mas por outro lado gerou desemprego, pois [...] trabalhadores foram substituídos por máquinas”.*

O aluno E1 não conseguiu mostrar argumentos claros referentes aos aspectos socio-científico-ambientais. Já no Qf apresentou elementos relacionados à questão ambiental como a redução da poluição, o aprimoramento científico e tecnológico a partir do desenvolvimento de máquinas capazes de colher a cana crua e a questão dos ganhos sociais com melhores salários para os trabalhadores.

A aluna E20 não tinha feito argumentações no Qi; porém, no Qf relacionou o fim da queima da palha de cana à diminuição da poluição e à melhoria da saúde das pessoas. Além disso está implícito que o desenvolvimento tecnológico reduz os custos e o tempo de colheita, e oferece à sociedade melhores condições de trabalho e maiores remunerações para aqueles que se qualificam; entretanto, enfatiza a substituição de muitos trabalhadores por máquinas.

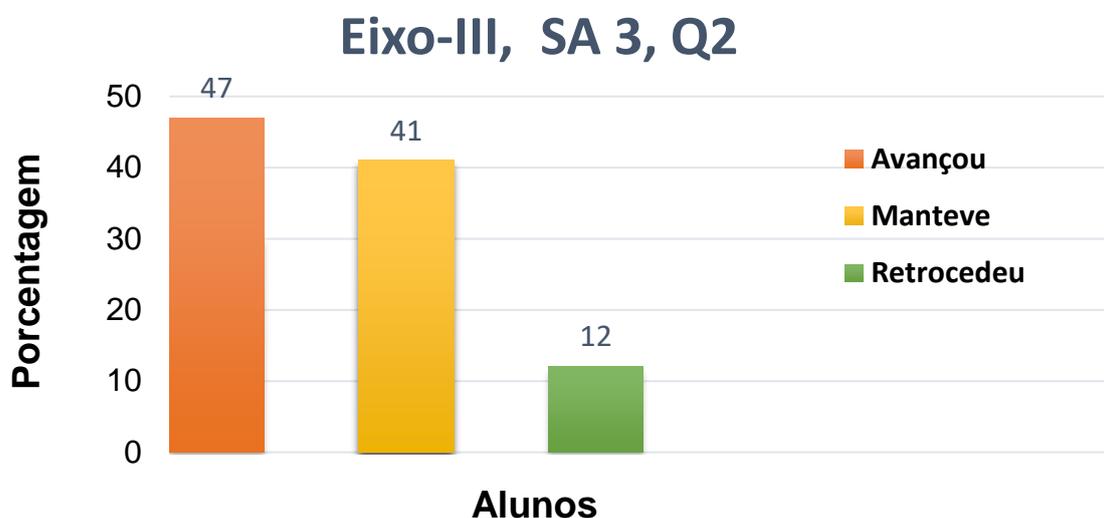
A argumentação dos alunos E1 e E20 no Qf são pertinentes com o que se vislumbra no setor sucroenergético de acordo com a União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA (2016), pois a mecanização agrícola na colheita de cana é uma realidade com uso de colhedoras, transbordos e caminhões.

b) Análise da questão da SA3 – Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica
(Apêndice K)

A questão Q2 investigou como a possibilidade de geração de eletricidade, a partir da queima do bagaço de cana, pode ter influenciado os meios científico e tecnológico, social, econômico e ambiental.

Ao analisar a questão Q2 (Figura 6.22), observou-se as porcentagens de avanço nas argumentações no Qf.

FIGURA 6.22 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA3, Q2



Os alunos E1, E2, E4, E5, E9, E10, E19 e E20 apresentaram avanços, já os participantes E3, E7, E11, E12, E13, E14, E16 produziram argumentações equivalentes no Qi e Qf, enquanto os alunos E6 e E18 produziram argumentações inferiores no Qf.

A seguir estão transcritas as respostas do Qi e Qf dos participantes E9 e E19.

Argumentação da aluna E9:

- Qi *“Porque reduz o consumo tradicional da eletricidade e fervendo e queimando o bagaço aqui usando nas termelétricas produz energia e reaproveita mais um dos processos.”*

- Qf *“Pode ter influenciado a evitar poluição, gerar eletricidade, gerar economia nas indústrias que não precisa comprar energia. Ambiental não se joga nada no meio ambiente é tudo reaproveitado.”*

Argumentação E19:

- Qi “ ”

- Qf *“A produção de energia é uma das questões mais pesquisadas para encontrar opções de produção que não agredem o meio ambiente, predominantemente formada por hidrelétricas além de ser maior produtor de etanol”.*

A aluna E9 argumentou no Qi a questão de economia de eletricidade com o aproveitamento do bagaço nas termelétricas, mas ela cometeu um engano ao usar o termo *“fervendo”* quando se referiu à queima do bagaço. Por outro lado, no Qf ela apresentou elementos que favorecem o meio ambiente, a economia industrial, a produção de eletricidade com o aproveitamento do bagaço na termelétrica e, reforçou a utilização de subprodutos ao dizer *“é tudo reaproveitado”*.

A aluna E19 não apresentou argumentos no Qi; porém no Qf, citou exemplos de sucesso como as hidrelétricas na produção de eletricidade e a produção do combustível etanol, e enfatizou o estudo científico e o aprimoramento tecnológico pela busca de novas fontes de energia mais sustentáveis.

A argumentação das alunas E9 e E19 é condizente com a citação de COELHO (1999), que descreve a co-geração de energia pela queima do bagaço de cana, além das citações de TROMBETA, CAIXETA FILHO (2017) e PAOLIELLO (2006), nas quais essa eletricidade produzida pela queima de biomassa pode suprir parcialmente o sistema elétrico na época de estiagem, quando os reservatórios de água das hidrelétricas estão baixos.

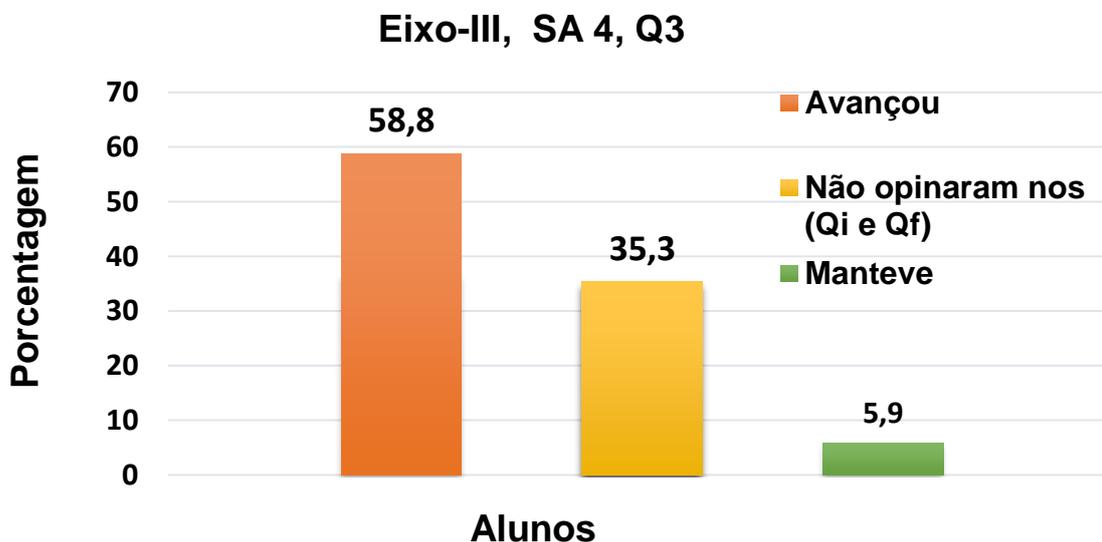
c) Análise da questão da SA4 – Tratamento do caldo de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

A questão Q3 abordou de que modo a existência do resíduo torta de filtro e a possibilidade de sua utilização pode ter influenciado os meios científico, tecnológico e ambiental.

Com relação à essa questão, como ilustrado na Figura 6.23, observou-se avanços no Qf para os alunos E1, E2, E3, E5, E9, E10, E15, E22, E26, E28. Já os

participantes E8, E19, E21, E23, E27 e E29 não opinaram no Qi e Qf, e o aluno E17 apresentou argumentações equivalentes no Qi e Qf.

FIGURA 6.23- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA4, Q3



A seguir estão transcritas as respostas do Qi e Qf dos participantes E2, E3, E15 e E22.

Argumentação da aluna E2:

- Qi “ “

- Qf “*Científica- porque eles tiveram que estudar e fazer pesquisa para [...] utilizar a tecnologia para reutilizar esse produto. Ambiental - ele deixou de poluir o ambiente e passou a ser adubo*”.

Argumentação da aluna E3:

- Qi “ “

- Qf “*No científico tiveram que ter estudos para isso. No tecnológico, maquinários novos, sem eles não seria possível. Ambiental – menos poluição*”.

Argumentação do aluno E15:

- Qi “*a-Pesquisa de um novo adubo, b-, c- Um adubo orgânico.*”

- Qf “*a) Precisou ser estudado por profissionais. b) O uso de maquinários apropriados. c) O uso com adubo orgânico.*”

Argumentação da aluna E22:

- Qi “ “

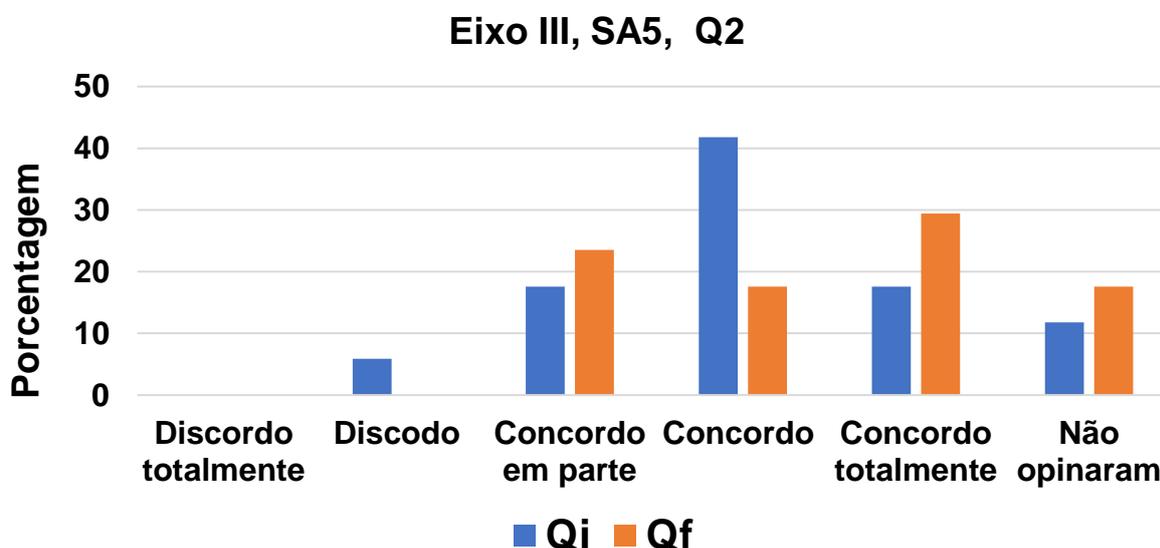
- Qf “a- Teve que ter um estudo para descobrir. b- Teve que fazer novas máquinas para a produção. c- Ajudou a ter menos poluição.”

As alunas E2, E3 e E22 não opinaram no Qi. Entretanto, as respostas do Qf dos alunos E2, E3, E15 e E22 ratificam as citações da União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA (2016) e SEGATO et al (2006) que especificam o uso da torta de filtro como fertilizante no campo. Também tem relação com os estudos de BARROS (2017) e a Empresa Integrada de Energia, RAIZEN (2018/2019) para o uso da torta de filtro como substrato na produção de biogás. Assim, foi percebida pelos estudantes a necessidade de novas máquinas agrícolas para aplicação da torta de filtro no sulco e/ou linha de cana, como também foi recebida a utilização desse resíduo de acordo com os protocolos agrícolas cientificamente estabelecidos, de forma a diminuir a poluição do meio ambiente.

d) Análise da questão da SA5 - Fermentação do mosto de cana-de-açúcar (**Apêndice L**)

A questão Q2 investigou por meio da escala Likert se os participantes consideram que o aprimoramento científico e tecnológico dos processos industriais possa ter contribuído para redução de impactos ambientais e geração de emprego e renda. Sobre esse ponto de vista, o gráfico da Figura 6.24 apresenta os resultados coletados no Qi e Qf.

FIGURA 6.24- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA5, Q2



Ao realizar a análise dos dados da Figura 6.24 é importante ressaltar que os participantes E5, E22 e E26 justificaram a questão Q2 no Qf com argumentos favoráveis ao fato (totalizando 17.6% dos participantes que responderam a Q2, no Qf). Entretanto, não assinalaram nenhuma das alternativas da escala Likert; por isso, pode-se pressupor que estes participantes se esqueceram de marcar uma das alternativas, e, dessa forma, as porcentagens daqueles que de alguma forma concordaram com o fato ficaram subestimadas.

Assim, se considerarmos o pressuposto acima, podemos evidenciar, com base nos dados da Figura 6.24, que 29.4% dos participantes mudaram sua opinião e passaram de alguma forma a concordar com o preceito da Q2 no Qf.

Os alunos E5, E22 e E26 fizeram as seguintes argumentações:

- E4: Qi “ ” e Qf *“Porque assim pode gerar mais empregos.”*
- E22: Qi “ “ e Qf *“Porque gera mais empregos. “*
- E26: Qi “ “ e Qf *“Sim! Por que estão transformando lixo em produtos e produz emprego.”*

Os três alunos apontaram a geração de mais emprego em virtude do aprimoramento científico e tecnológico, pois muito do que foi estudado nas SAs vislumbrou a possibilidade de novos empregos a partir do aproveitamento de resíduos.

Alguns alunos que concordaram totalmente com os preceitos da questão Q2:

- E17: Qi *“(Concordo totalmente) Porque além de não ter perda ela serve de adubo para a terra, e com essa reutilização gera mais empregos”*, Qf *“(concordo totalmente) Sim, porque com os avanços dos estudos muitas coisas que eram descartadas voltaram a ser utilizadas e com isso gerou empregos.”*

- E27: Qi *“(Concordo em parte)”*, Qf *“(Concordo totalmente) Com o avanço da tecnologia gera mais empregos para as pessoas que precisam de renda.”*

Alguns alunos que concordaram com os preceitos da questão Q2:

- E2: Qi “-”, Qf *“(d- concordo) Concordo, porque parou de poluir e com a reutilização gerou empregos e a criação de novas empresas.”*

- E3: Qi “(d- concordo)”, Qf “(d- concordo) *Sim, concordo, pois desde que tudo o que há na usina é utilizado para algo e com isso gera empregos e aumenta a renda.*”

Alguns alunos que concordaram em partes com os preceitos da questão Q2:

- E1: Qi “(C- Concordo em parte) *Concordo sim, no impacto ambiental, já na geração de emprego não, quanto mais um sistema automatizado menos mão-de-obra.*”, Qf “(C- Concordo em parte) *No impacto ambiental sim, já na geração de emprego não, ou seja, diminui a mão de obra.*”

- E10: Qi “(b-discordo)”, Qf “(c- concordo em parte) *é bom quem tem estudo arruma um serviço melhor e quem não tem estudo ganha menos.*”

As justificativas dos participantes que concordaram totalmente mostraram que os avanços científicos e tecnológicos possibilitaram a utilização dos resíduos como forma de matéria prima, e isso possibilitou abertura de novos empregos. Já os alunos que apenas concordaram, afirmaram que o aproveitamento dos resíduos diminuiu a poluição e gerou mais empregos. Por fim, os alunos que concordaram em partes argumentaram que concordam com a redução dos impactos ambientais. Porém, citaram a redução do emprego e maior remuneração apenas para aqueles que estudaram.

Com relação ao aproveitamento de resíduos agroindustriais, CATELAN e PINOTTI (2019) estudaram o uso da palha e bagaço na co-geração de energia e na produção de etanol de segunda geração. Já o uso da levedura seca como fonte de proteína e vitaminas do complexo B foi enfatizado por REBELATO, MADALENO, RODRIGUES (2016). Por outro lado, o uso da torta de filtro e da vinhaça como adubos e/ou substratos para produção de biogás é mencionado por BARRO (2017), e por fim, o dióxido de carbono liberado durante a fermentação e seu potencial para produção de carbonato/bicarbonato de amônio foi estudado por FUZATO, GARCIA, ROSSELI (1988), entre outras possibilidades.

A forte relação entre o aproveitamento de resíduos industriais, a redução de impacto ambiental e a geração de emprego e renda, evidenciada nas argumentações, ressaltou o autoconhecimento dos alunos e a incorporação de novos conhecimentos a partir das apresentações das SAs. Ademais, os avanços científicos e tecnológicos supracitados por CATELAN, PINOTTI (2019); REBELATO,

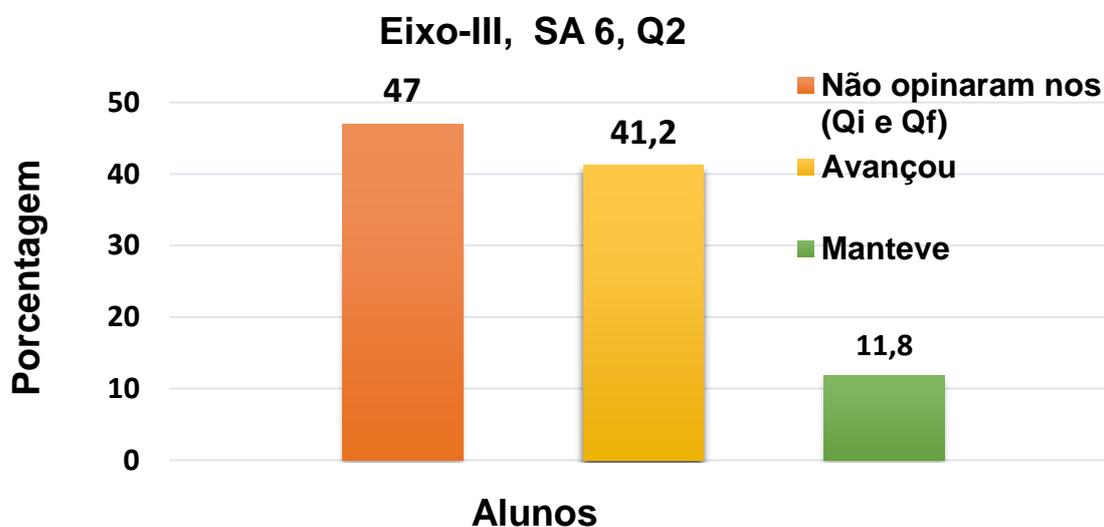
MADALENO, RODRIGUES (2016); BARROS (2017); FUZATO, GARCIA, ROSSELI (1988) comprovam a utilização desses resíduos e deixam evidente a possibilidade de novos postos de trabalho em plantas industriais.

e) Análise das questões da SA6 – Preparo e destilação do vinho de levedura (Apêndice L).

A questão Q2 avaliou como a relação da existência da vinhaça e sua utilização influenciou nos meios científico, tecnológico, social e ambiental.

Com relação a essa questão, observou-se argumentações pertinentes no Qf para os alunos E1, E2, E3, E5, E9, E17 e E22. Por outro lado, os participantes E8, E15, E19, E21, E23, E27, E28, E29 não produziram argumentações no Qi e Qf; já os demais E10, E26 apresentaram argumentação equivalentes no Qi e Qf (Figura 6.25).

FIGURA 6.25 - Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA6, Q2



Dentre os alunos que conceberam argumentações pressupostamente pertinentes no Qf, o aluno E17 foi o único que apresentou resposta no Qi. Dessa forma, seguem abaixo as argumentações de alguns desses alunos.

E2: (Qf) “a) Foi feito estudos para saber utilizá-la. b)- Foi gerado emprego. c)- Deixou de poluir e virou adubo.”

E3: (Qf) *“a) Precisou de pessoas para estudar e descobrir os nutrientes que a vinhaça tem para usá-la como adubo. b) Criou emprego com novas descobertas. c) A vinhaça pode ser transformada em adubo.”*

E17: (Qi) *“a) É uma inovação na reutilização desta vinhaça. c) Ambiental-ela deixou de fazer mal ao meio ambiente.”*

(Qf) *“a) Precisou de pessoas para estudar as propriedades dessa vinhaça e descobrir sua riqueza em potássio e nitrogênio e que pode ser usada como adubo“ b) Gerou [...] emprego com essa nova utilização. c) Deixou de poluir o ar para virar um adubo.”*

Alguns alunos como E2 e E17 ainda apresentam o conceito de que o resíduo vinhaça, por ser utilizado na fertirrigação da cana, não mais polui o meio ambiente. Isso se deve a uma lacuna nas explicações dadas pelos alunos do TAA durante as apresentações das SAs e supostamente pela própria percepção dos alunos da EJA ao relembrem épocas em que a vinhaça era totalmente descartada em rios e riachos próximos as usinas.

A argumentação do aluno E17, no Qi, exhibe os equívocos “[...] *reutilização desta vinhaça [...]*” e “[...] *ela deixou de fazer mal ao meio ambiente. [...]*”, pois a vinhaça é utilizada apenas uma vez, e sua utilização, mesmo que de forma controlada, ainda causa impacto ambiental. Já no Qf, o aluno E17 atribui a descoberta do potencial nutricional da vinhaça a estudos científicos de pessoas engajadas com o propósito de evitar a suposta poluição de rios e riachos pelo descarte pontual da vinhaça. As alunas E2 e E3, a partir de respostas sucintas, também atribuíram o mérito da utilização da vinhaça como adubo às pesquisas científicas.

A argumentação de que a vinhaça deixou de poluir o ar pode ser atribuída ao fim dos odores que circundavam os rios e riachos em épocas que a vinhaça era pontualmente descartada nos leitos dos rios. O aluno E17, como também os alunos E2 e E3, atribuíram ganhos sociais a partir da utilização da vinhaça como adubo na fertirrigação da cana, pois apontaram o aumento de emprego nesse setor.

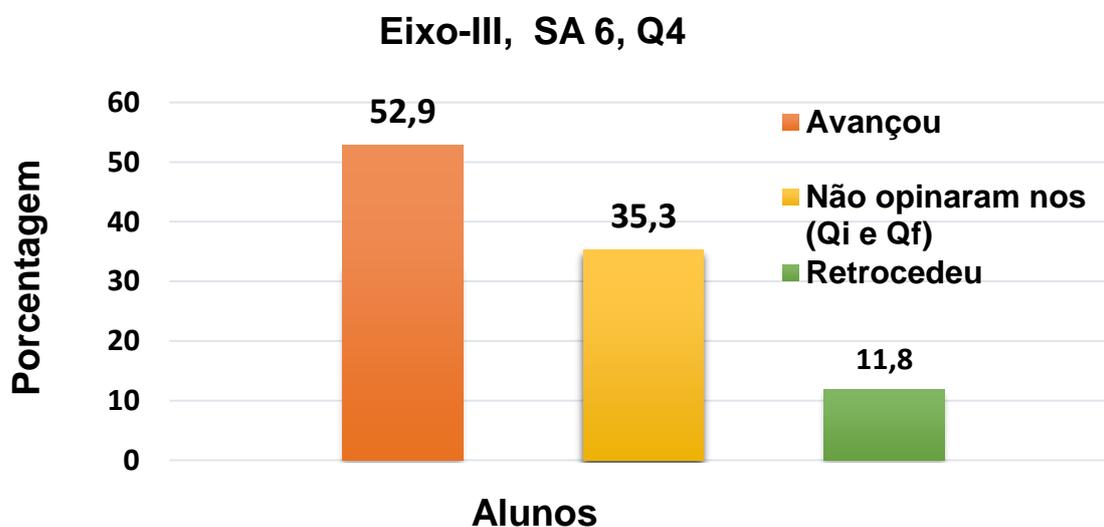
Como discutido na SA1, os alunos do TAA apresentaram um mecanismo de fertirrigação por gotejamento e enfatizaram o transporte rodoviário da vinhaça até as áreas rurais, bem como fizeram apontamentos do uso da vinhaça para produção de gás metano. Com esse ponto vista, pressupõe-se que os alunos da EJA desenvolveram novos conhecimentos durante as apresentações das SAs.

Os dados supracitados evidenciaram avanços no pensamento lógico desses alunos, quanto à compreensão de um contexto de aplicação científica e tecnológica e suas implicações ambientais e sociais quando comparado ao que se observou no Qi.

Em seguida é feita a análise dos resultados da Q4, como última questão referente ao eixo III. Essa questão investigou o ponto de vista dos participantes de como o setor sucroenergético tem contribuído no contexto científico, tecnológico, social e ambiental.

Nessa questão foram observados os avanços nas argumentações concernentes no Qf para os alunos E1, E2, E3, E5, E9, E10, E17, E22, E26. Já os participantes E8, E19, E21, E23, E27, E28 não produziram argumentações no Qi e Qf, e os alunos E15 e E29 também não fizeram argumentação no Qf, porém apresentaram respostas satisfatórias no Qi (Figura 6.26)

FIGURA 6.26- Resultados dos avanços na AC dos alunos no Qf em relação ao Qi no eixo-III, SA6, Q4



Assim, com a finalidade de justificar os resultados citados acima, encontram-se transcritas abaixo as argumentações dos alunos E3, E17, E22.

E3: (Qi) “ “, (Qf) “*Com novas descobertas e novos maquinários com mais empregos. Com a utilização de tudo o que há na usina, foi possível poluir menos o ambiente.*”

E5: (Qi) “ “ , (Qf) “a- Com novas máquinas. b- Com novos empregos. c- Agora não polui muito porque não queima mais cana e o álcool não polui muito.”

E17: (Qi) “a) Com melhoria para nós e para o meio ambiente. b) Na geração de empregos e no nosso dia a dia com menos poluição. c) Não degradando o meio ambiente.”

(Qf) “a- Para chegar ao que temos hoje foi preciso muito estudo e pesquisa para poder aproveitar tudo o que produz com a cana ... b-Com as novas experiências e muitas coisas onde se pode usar, o que era sobra, gerou muitos empregos e novas firmas com esses trabalhos. c- Tudo o que era perda e descartado na natureza virou adubo para o próprio plantio da cana”.

A aluna E3 é assertiva ao dizer no Qf que a utilização dos resíduos da cana pode contribuir para a redução da poluição, já que estes não são mais descartados de forma irresponsável na natureza. Ela também relacionou os avanços científicos e o aprimoramento tecnológico como propulsores de mais empregos, como se observa hoje no aproveitamento do bagaço, levedura seca, vinhaça, torta de filtro, entre outros. Assim pressupõe-se que a aluna compreendeu o impacto da ciência e tecnologia na vida dos trabalhadores.

A aluna E5 apontou o desenvolvimento de novas máquinas e surgimentos de novos empregos, pressupostamente referindo-se às colhedoras que tornaram possível a colheita da cana sem a queima da palha, e que por sua vez, melhorou a qualidade de vida dos trabalhadores que tiveram oportunidade de trabalhar com esses novos equipamentos. Também evidenciou o etanol como um combustível menos poluente em relação aos combustíveis fósseis, fato citado em 2010 pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos (PEREIRA, SARAN, MADALENO, 2012).

No Qi o aluno E17 afirmou sucintamente que o setor tem proporcionado geração de empregos, redução dos índices de poluição e menor degradação do meio ambiente. Porém não citou como isso aconteceu. Por outro lado, no Qf ele apontou a pesquisa científica como responsável pela mudança tecnológica que possibilitou o aproveitamento dos resíduos e, conseqüentemente, a redução da poluição. O aluno alegou que a geração de emprego é consequência da utilização desses resíduos/subprodutos.

As argumentações referentes ao eixo-III enfatizaram, por meio de média aritmética dos resultados, que 54% dos participantes conseguiram produzir explicações satisfatórias dentro de um contexto de aplicação científica e tecnológica e suas relações ambientais e sociais, como preconiza (BRASIL,2002).

Todavia, para SASSERON (2008), a AC relacionada ao Eixo-III, pressupõe a incorporação desses saberes e a conscientização do aluno de modo que ele compreenda que a solução imediata de um problema, seja ele na escala científica, tecnológica, social ou ambiental pode resultar, no futuro, no surgimento de outro problema associado ao problema resolvido no passado. Dessa forma, pode-se pressupor que houve casos em que os participantes não atingiram plenamente os preceitos do eixo III, como estabelece SASSERON (2008).

Logo, das informações coletadas no Qf, foram selecionadas duas que traçaram claramente um paralelo entre a solução de um problema e o surgimento de outro. A primeira foi a da substituição dos trabalhadores cortadores de cana por máquinas agrícolas, que é um problema crônico devido à migração de grande contingente de trabalhadores e a incapacidade de realocação de todos esses colaboradores para áreas afins dentro da cadeia produtiva sucroenergética.

A segunda foi o problema da compactação do solo por máquinas pesadas na colheita mecanizada da cana, junto ao fato do fim da colheita manual, evento que também foi discutido no Eixo-II. Ademais, os alunos do TAA também poderiam ter citado o uso indiscriminado de vinhaça e a proliferação da mosca do estábulo que assolam os rebanhos bovinos, ou a poluição do ar com óxidos de nitrogênio emitidos pela queima do bagaço, entre muitos outros problemas do presente, que são oriundos da solução de outros problemas no passado.

Com esse ponto de vista, foi observado nas gravações das apresentações das SAs, que os alunos do TAA evitaram abordar aspectos negativos que existem quanto ao aproveitamento de resíduos de produção, a modernização do setor, a cana-de-açúcar como monocultura, entre outros.

Assim, as falas dos alunos do TAA deram mais destaque aos aspectos positivos vinculados ao setor; entretanto, em alguns momentos, os alunos deixaram implícito tais fatores negativos. Então, a escassez de exemplos claros e objetivos vinculadas ao surgimento de um novo problema associado a um problema resolvido no passado, culminou em poucos parâmetros para imprimir argumentos nessa perspectiva de AC, como sugere SASSERON (2008).

6.3 - Análise do nível de satisfação e viabilidade do uso das SAs junto aos alunos da EJA

Após a aplicação do questionário final Qf junto aos participantes da 3^o série do Ensino Médio EJA, foi aplicado um outro questionário, tal como ilustrado no **Apêndice M**, com propósito de fazer o levantamento do nível de satisfação dos alunos e da viabilidade do uso das SAs como educação não formal para a melhoria do ensino de Química.

O questionário foi aplicado no final da última semana do mês de novembro e muitos alunos já tinham realizado as avaliações bimestrais e por conta de assuntos particulares, já não estavam frequentando as aulas naquela semana. Por esse motivo, apenas 14 alunos responderam ao questionário supracitado. As questões foram objetivas e investigaram os seguintes níveis de viabilidade (0 a 10) sendo “0” a menor viabilidade (0%) e “10” a maior viabilidade (100%) para as sentenças I a V dispostas e convertidas para valores percentuais no gráfico da Figura 6.27.

FIGURA 6.27 - Levantamento do nível de satisfação e viabilidade do uso das SAs no ensino não formal de Química



I – Qual foi o seu nível de satisfação no decorrer da pesquisa?

II – Você acha viável esse tipo de projeto para melhorar o ensino de Química?

III – Você acredita que o intercâmbio entre alunos de cursos técnicos e alunos da EJA pode vir a ajudar no aprendizado das diferentes áreas do conhecimento?

IV – Ter participado do intercâmbio entre as duas escolas possibilitou fazer comparações interpessoais que me levaram a perceber que sou capaz de prosseguir nos estudos?

V – Você acredita que as aulas dos alunos do curso Técnico em Açúcar e Álcool ajudaram na compreensão de processos químicos e físicos?

Como observado no gráfico da Figura 6.27, as SAs proporcionaram um despertar da curiosidade dos alunos da EJA, pois os colocaram em meio a situações mais concretas de ensino. As sentenças I a V ilustram alta receptividade dos alunos da EJA, acima de 90%, levando à proposição de que os alunos tenham percebido a aplicabilidade dos conceitos científicos de forma mais específica, tal como enfatizam CHASSOT (2018) e ALMEIDA et al. (2012).

7 - Considerações finais

A contribuição dos alunos do TAA junto a AC dos alunos da EJA foi investigada e possibilitou, por meio de discussões dos resultados dessa pesquisa, evidenciar a ação protagonista estudantil de sete alunos.

Essa investigação relacionou a produção de conhecimento na AC junto a valores atribuídos ao trabalho dos alunos na perspectiva de protagonistas da iniciativa para ações de ensino-aprendizagem, da liberdade para fazer opções, do compromisso para agir com responsabilidade, da liderança e engajamento no enfrentamento de situações reais em ambientes interescolares e, especialmente, da capacidade de criar e argumentar SAs.

Os alunos evidenciados como protagonistas estudantis atenderam às perspectivas citadas, a partir de ideias, atitudes e ações em suas SAs, pois atuaram de forma ativa e conduziram a maioria das explicações e respostas para as perguntas dos alunos da EJA, auxiliando-os no manuseio de equipamentos junto às outras equipes (SAs), aconselhando-os a não ficarem com vergonha de perguntar para não deixar de aprender. Esses alunos protagonistas conduziram e apresentaram experimento inovador, foram capazes de tomar decisões de forma autônoma para resolver problemas pontuais, articularam a escolha dos membros da equipe SA5, entre outras situações.

Essas situações corroboram com o propósito de promover interações entre estudantes com diferentes saberes, bem como possibilitar debates e amadurecimento profissional e/ou pessoal.

Além disso, a opinião dos alunos do TAA após a elaboração e a apresentação das SAs, revelou resultados positivos de no mínimo 91% em questões que corroboram expressivamente com os pressupostos de investigação do protagonismo estudantil, apresentados por meio das perspectivas supracitadas. Do mesmo modo, junto aos alunos da EJA investigou-se o nível de satisfação e viabilidade do uso das SAs para a melhoria do ensino de Química, e os resultados apontaram alta receptividade, acima de 90% no uso das SAs para a melhoria do ensino.

Desse modo, os fatos e os resultados citados acima evidenciam um momento ímpar e assertivo entre o ensino técnico e o ensino da EJA, com oferta de um ambiente favorável ao aprendizado de Química, além de nortear caminhos para

que outros pesquisadores possam vir a contribuir com mais estudos sobre o ensino-aprendizagem de alunos da EJA e alunos do TAA.

Por outro lado, segundo relatos de alunos do TAA, um fator que influenciou na confecção das SAs foi o de conciliar o tempo de elaboração destas com a escrita do texto de TCC e provas trimestrais. Sendo assim, talvez seja menos dispendioso para os alunos se as SAs fossem elaboradas no terceiro módulo do curso.

Ademais, os resultados foram positivos para todos os participantes do curso TAA, pois esses alunos atuaram de forma voluntária, por meio de uma ação cognitiva e participativa na interpretação de argumentações e questionamentos dos alunos da EJA, vindo a contribuir nos resultados da pesquisa.

Assim, acredita-se que esse tipo de atuação poderá vir a auxiliá-los na formação de opinião inerente aos valores sociais, além de agregar novas experiências em seus currículos.

A AC categorizada por eixos estruturantes de SASSERON (2008) e por situações de aprendizagem (SAs) exibiu evidências de alfabetização para 54,6% dos participantes no eixo I, 61,8% no eixo II com aumento de opiniões coerentes sobre os fenômenos investigativos, e 54% no eixo III.

De acordo com as discussões, os resultados poderiam ter sido melhores no eixo I, se os alunos do TAA, ao apresentarem suas SAs, tivessem elaborado explicações mais específicas sobre as TQ e TF, pois existiram situações no decorrer das explicações em que os alunos deixaram subentendido a ocorrência de TQ e TF no processo agroindustrial. Esse fato fez com que algumas dessas transformações passassem despercebidas pelos alunos da EJA; porém essa situação não impediu que mais da metade dos participantes conseguisse verificar e compreender a diferença dessas transformações junto ao setor sucroenergético.

O eixo II, referente à cultura investigativa da ciência, obteve o resultado mais promissor e contou com boas inferências dos alunos sobre o processo produtivo e a utilização de resíduos que proporcionou abertura de novas frentes de trabalho, bem como redução da poluição.

As apresentações das seis SAs elucidaram muitas informações que mostraram aos alunos da EJA a importância e a necessidade de se promover investigações científicas e de se aprimorar a tecnologia para se obter processos agroindústrias mais eficientes e mitigadores de impactos ambientais.

Com relação ao eixo III, como discutido nos resultados da pesquisa, pressupõe-se que os alunos do TAA atuaram na autodefesa do curso e/ou do setor, no qual almejam trabalhar, e assim, procuraram não expor alguns dos problemas que possam causar desconfiança e desprestígio no futuro. Por esse motivo, entende-se que houve casos dentre os 54% dos participantes que não atingiram plenamente os requisitos exigidos no eixo III, como cita SASSERON (2008).

Os três eixos estruturantes da AC de SASSERON (2008) não são parâmetros rígidos, mas têm o propósito de orientar e ajudar na organização e execução de aulas que almejam a AC. E apesar dos fatos, foi constatado que os alunos do TAA foram capazes de proporcionar um ambiente engajador e próprio para problematizar as SAs das etapas agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, e dessa forma, promover diálogo entre os alunos a partir de conteúdos diretamente relacionados ao processo de AC, e com isso, inferir elementos vinculados aos eixos estruturantes da AC.

A forma da atuação dos alunos do TAA justificou o nível de AC desses participantes, pois eles trabalharam como agentes mediadores, com iniciativa, propositura de ideais e argumentação para contribuir com a AC de fenômenos químicos e físicos, nos eixos estruturantes de alfabetização, junto às etapas agroindustriais do setor sucroenergético, a partir de um ensino não formal para alunos da EJA.

Assim, o objetivo geral da pesquisa foi atingido, como também os objetivos específicos, pois os alunos do TAA conseguiram elaborar SAs, fizeram a mediação destas junto aos alunos da EJA, proporcionaram um ambiente engajador e próprio para problematização de SAs, promoveram diálogo entre os alunos a partir de conteúdos diretamente relacionados ao processo de AC, e foram registradas conversas de alunas da EJA dizendo que não gostavam da cana, mas que agora passaram a gostar, pois não tinham ideia de tudo que se pode fazer com ela.

Portanto, a partir do conjunto de evidências apresentadas e discutidas nos resultados da pesquisa, foi possível responder à questão de pesquisa e concluir que os estudantes do TAA podem contribuir com a AC de alunos da EJA.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. L. A. *et al.* A obtenção do álcool a partir da cana-de-açúcar como proposta para experimentação no ensino de Química. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA*, 52. 2012, Recife. *Trabalhos...* Recife, 12 a 18/out 2012. Disponível em: < <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/1516-13496.html> >. Acesso em: 14 abr. 2019.

ALMEIDA, T. de F. S.; SARTORI, J. A relação entre desmotivação e o processo ensino-aprendizagem. **Revista Monografias Ambientais, REMOA**, v.8, n.8, p. 1870 – 1886, Universidade de Federal do Pampa, 08/2012. Disponível em<<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/6194/3694>> Acesso em 06 abr. 2019.

ALONSO, E. J. F. El Protagonismo Estudiantil en su Educación, **ECA Sinergia**, 2012, v.3 n.1, pp.42-46. Disponível em<<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/view/284/766>> Acesso em 18 fev. 2020.

ARAÚJO, F.A.D de. **Intensificação do Processo de Purificação do Caldo da Cana-de-Açúcar por Decantação Química e Adsorção**, 2017. 233f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

ARAÚJO, G. P. de. **Qual o efeito da globalização na exploração da mão de obra no setor sucroalcooleiro no Brasil?**. 2011. 213f. Dissertação (Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2011.

ARRUDA, J. *et al.*, Tecnologias digitais e o processo de protagonismo estudantil no Ensino Fundamental. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2017)*, IV., 2017 Recife, PE. **Anais [...]**. Recife, UFPE, 2017. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2017.578>> Acesso em 16 fev.2020.

ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Tradução R. Bicca de Alencastro. 3ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2006. 968p.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.3, n.1, junho. 2001.

BAPTISTA, A. S.; ESALQ/USP, Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. LAN 685 - Tecnologia do Açúcar e Álcool, 2017a, **6ª Aula: Preparo da cana e extração do caldo**. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3368720/mod_resource/content/1/Aula%2007%2010-05-2017.pdf > Acesso em 01 mar. 2020.

_____. ESALQ/USP, Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. LAN 1458 - Tecnologia do Alcool, 2017b. **Aula: Purificação do Caldo para Produção de Açúcar.** Disponível em:<
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4120694/mod_resource/content/1/Aula%206.pdf> Acesso em 01 mar. 2020.

BARROS, V.G.de. **Produção de Metano de Vinhaça com Suplementação de Torta de Filtro em Reatores UASB em Série, Mesofílicos e Termofílicos: Desempenho do Processo e Diversidade Microbiana**, 2017, 162f. Tese (Doutorado Microbiologia Agropecuária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Jaboticabal-SP, 2017

BERNARDI, A. C. de *et al.* Adubação de Soqueira de Cana-de-Açúcar com carbonato/bicarbonato de amônio. BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE - **Revista de Agricultura**. V.74. fasc. 3, 1999, p. 379-391. Disponível em:<
http://www.revistadeagricultura.inf.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/1205/pdf_839> Acesso em 08 mar. 2020.

BEVILACQUA, G.D. **O ensino de Ciências no sexto ano escolar: contribuições de atividades práticas e colaborativas no processo de aprendizagem**. 2011, 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, IOC, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2011.

BEVILACQUA, G. D.; KURTENBACH, E.; COUTINHO-SILVA, R. Parceria entre ensino formal e não formal: Um curso de formação de professores do ensino médio e o Espaço Ciência Viva. **Ciênc. Cogn.**, vol.16, n.3, dez., 2011, pp. 66-77. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:<<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v16n3/v16n3a07.pdf>>. Acesso em 13 jun. 2010.

BRANDI, A.T.E.; GURGEI, C.M.A. A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação, **Ciência & Educação**, Bauru-SP, v.8, n.1, pp.113-125, 2002.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, **INEP**. Educação formal, não formal e informal. 2020. Disponível em:<
http://pergamum.inep.gov.br/pergamum/biblioteca/pesquisa_thesouro.php?resolution_2=1024_1> Acesso em 22 fev.2020

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002

_____. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade e Inclusão (SECADI). **Trabalhando com a educação de jovens e adultos**: alunos e alunas da EJA. Brasília: MEC, 2006a. Disponível em:<
http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja_caderno1.pdf> Acesso em 19 junho 2019.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, 2006b. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnológicas, volume 2. Disponível em < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf > Acesso em 15 junho de 2019

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB** nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm > Acesso em: 07 abr. 2019

_____. Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Resolução CNE/CEB 3/2018, Brasília, DF, 22 de novembro de 2018, Edição 224, Seção 1, pp. 21-24. Disponível em < http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622 >. Acesso em 16 fev. 2020.

BIZZO, W.A. Geradores de Vapor. Geração, Distribuição e Utilização de vapor. Campinas, SP: Unicamp: **Apostila**. 2003.p.15

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs), **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**, São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S. C. O ensino de Ciências como 'enculturação'. In: CATANI, D. B.; VICENTINI, P. P. (Org.). **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores**. São Paulo: Escrituras, 2006.

CASTRO, T. R. de; MARTINS, C. H. Avaliação da adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar em argamassas mistas. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, V. 16, nº 3, p. 137-151, jul./set. 2016. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000300097>>. Acesso em 07 mar. 2020

CATELAN, T.C.; PINOTTI, L.M. Avanço das pesquisas envolvendo **Aspergillus niger** e bagaço da cana-de-açúcar como fonte de carbono visando à produção de celulases: Uma análise bibliométrica. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, vol.24 n.2, junho, 2019. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/s1517-707620190002.0691> > acesso em 13 junho 2020.

CAZELLI, S.; COIMBRA, C. A. Q. Proposta para a avaliação da prática pedagógica de professores. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia: UFU, v. 20, n. 1, p. 133-148, jan./jun. 2013.

CEETEPS, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Governo do Estado de São Paulo. **Plano de curso atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2018**, Nº 122, Eixo Tecnológico: Produção Industrial.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Informação Toxicológica**, Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. Dióxido de enxofre, 2017. Disponível em:< <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Dioxido-de-enxofre.pdf> > Acesso em 23 maio 2020.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 2.ed. Ijuí: Unijuí, 2001. (Coleção Educação em Química).

_____. **Alfabetização Científica – questões e desafios para a educação**, 8º ed. Editora UNIJUI, Ijuí, RS, 2018.

COELHO, S. T. **Análise dos Mecanismos para a Incorporação da Cogeração a Partir da Biomassa na Produção de Energia Elétrica no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1999. 278f. Tese (Doutorado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

COSTA, M.A.F.da.; COSTA, M. DE F. B. da. **Projeto de Pesquisa: Entenda e Faça**. 3.ed, Petrópolis, RJ, Editora Vozes, 2012. 140p.

COSTA, A. C. G. da.; VIEIRA, M. A. **Protagonismo juvenil: adolescência, educação e participação democrática**, 2.ed. FTD, São Paulo, 2006. Fundação Odebrecht, Salvador-BA, 2006, 344p.

COSTA, A. C. G. da. **Tempo de servir: o protagonismo juvenil passo a passo: um guia para o educador**. Belo Horizonte: Universidade, 2001a.

_____. *O professor como educador: um resgate necessário e urgente*. Salvador: Fundação Luís Eduardo Magalhães, 142p. 2001b. Disponível em: <<http://educadores.educacao.ba.gov.br/sites/default/files/private/midioteca/documentos/2016/o-professor-como-educador.pdf>> Acesso em 21 fev.2020.

DAYRELL, J.; LEÃO, G. Juventude e ações sócio educativas no Brasil. **Revista Temas Sociológicos** Nº 11, 2006, pp. 299 – 336. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/28210247>> Acesso em 16 fev. 2020.

DECOLIN, E.L.; SÁNCHEZ, I. L.; GAINZA, M.G., Modelo pedagógico para propiciar el protagonismo estudiantil em la Educación Técnica y Profesional. **EduSol**, v.16, n.56, jul-sept., 2016, pp.118-127. Universidad de Guantánamo, Cuba. Disponível em<<https://doaj.org/article/e83e1a950eac4c6ba85127aa6485c371>> Acesso em 18 fev. 2020.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Research**, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

DRIVER R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, QNEsc, ISSN 0104-8899, v.9, maio, 1999.

DUARTE, F.T.B.; **A fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar**. 2014, 141f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, UNB, Brasília-DF, 2014.

FERREIRA, H. B. A. mini **Aurélio** século XXI escolar, ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro,2001.

FERRETTI, C.J.; ZIBAS, D.M. L.; TARTUCE, G. L.B. P. Protagonismo juvenil na literatura especializada e na reforma do ensino médio. **Caderno de Pesquisa**. [impresso]. v.34, n.122, p.411-423, 2004

FIGUEIREDO, A. M. T. A. de., *et al.* Os Desafios no Ensino de Ciências nas Turmas de Jovens e Adultos na Área de Química. **Revista Inter-Ação**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 214-232, jan-abr. 2017.

FONSECA, M.R.M.da. **Química: Ensino Médio, vol.1** 2ed. São Paulo-SP, Ática, 2016, 368p.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011a.

_____. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011b.

FURIÓ, C., *et al.* Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. Alfabetización científica o propedéutica? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, pp. 365-376, 2001.

FUZATO, M.A.; GARCIA, M.V.D.; ROSSELI, C.E.V Alternativa para o Aproveitamento do CO₂ Gerado na Fermentação Alcoólica: Produção de Bicarbonato de Amônio, Bicarbonato de Sódio e Soluções de Sulfato de Amônio. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, V43, p 48-51, 1988.

GOHN, M. G. **Educação não formal e o educador social**: atuação no desenvolvimento de projetos sociais. São Paulo: Cortez, 2010.

_____. **Educação não formal e cultura política**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

_____. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. **Investigar em Educação**, Porto, v. 1, p. 35-50, 2014.

GOMES, I. M.; CARBO, L.; QUEIROZ, E. M. G. Ensino de Química Associado à Indústria Sucoalcooleira na Escola Estadual Antônio Ferreira Sobrinho, na Cidade de Jaciara, Mato Grosso, Brasil. **SOUTH AMERICAN Journal of Basic Education, Technical and Technological**. ISSN: 2446-4821, v.2, n.2, pp.120-133, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Perfil dos Cursos 2017. Etec/Fatec – Mercado de Trabalho Onde Estuar**. Disponível em:< <http://www.portal.cps.sp.gov.br/publicacoes/perfis-de-cursos-etecs-fatecs/2017/2017-perfil-cursos-cps.pdf>> Acesso em 10 abr. 2019.

GUIMARÃES, S.É, R.; BORUCHOVITCH, E. O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 2004, 17 (2), pp.143-150

HARTMANN, A. M. **O Pavilhão da Ciência: a participação de escolas como expositoras na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia**. 2012. 312f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Contínua (PNAD)**, ISBN 978-85-240-4458-8. Educação 2018. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101576_informativo.pdf> Acesso em 15 junho 2019.

JANNUZZI, G. M. Uso da água na produção de etanol de cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Luis Augusto Barbosa Cortez (Coord). São Paulo: Blucher, 2010. p. 272-277.

JENKINS, E. W. Scientific literacy. In: HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T. N.(Eds.). **The International Encyclopedia of Education**, v. 9, Oxford: Pergamon Press, 1994. p. 5345.

KELLER, T.; ARVIDSSON, J. Technical solutions to reduce the risk of subsoil compaction: effects of dual wheels, tandem wheels and tyre inflation pressure on stress propagation in soil. **Soil and Tillage Research**, v.79, p.191-205, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2004.07.008>>Acesso em 03 maio 2020.

KOTZ, J.C.; TREICHEL, P.M.; WEAVER, G.C. **Química Geral e Reações Químicas, vol.1**, 6ª ed. Trad. Técnica de Flávio Maron Vichi; Trad. Solange Aparecida Visconte. São Paulo, Cengage Learning, 2014. 611p.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, Walter Esteves (Org.). **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez; Campinas: Autores Associados, 1980, p. 164-180.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 1º ed. São Paulo: Moderna, 2004. 88p

LAUGKSCH, R.; SPARGO, P. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, n. 1, p. 331-359, 1996.

LEME, P. R. *et al.* Utilização do Bagaço de Cana-de-Açúcar em Dietas com Elevada Proporção de Concentração para Novilhos Nelores em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n. 6. p.1786-1791, Viçosa, 2003.

LEMKE, J.L., "Multiplying Meaning: Visual and Verbal Semiotics in Scientific Text", in Martin, J. R. E.; Veel, R. (Eds.) **Reading science: functional perspectives on discourses of science**, London: Routledge, 87-113, 1998.

LEMKE, J.L., **Aprender a Hablar Ciencia**, Ed.Paidós Iberica Ediciones S A, 1997. 272p

LIMA, U. De. A., *et al.* **Biotecnologia Industrial V III, Processos Fermentativos e Enzimáticos**. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 2001. p.593.

LOPES, C. H.; GABRIEL, A. V. M.D.; BORGES, M. T. M. R. Produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. **Coleção UAB-UFSCar**, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. 128f.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. Ensaio - **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.

LUDKE, M.; ÁNDRE, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagem Qualitativas. 2.ed, Rio de Janeiro: editora. E.P.U, GEN, 2018. 112p.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 73-94.

MAMEDE, M. e ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física, trabalho apresentado no XVI SNEF – **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Luís, 2007.

MARANDINO, M., *et al.* **Educação em museus**: a mediação em foco. São Paulo: Geenf/Feusp, 2008.

MARTINS, W. **A história da inteligência brasileira**. Ponta Grossa: UEPG, 2010.

MARQUES, A.C.T.L., MARANDINO, M., Alfabetização Científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 44, e170831, 2018. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/ep/v44/1517-9702-ep-S1678-4634201712170831.pdf>> Acesso em 14 jun.2020.

MEIRELLES, A. J. A. Expansão da produção de bioetanol e melhoria tecnológica da destilação alcoólica. In: FAPESP. **Workshop do Projeto Diretrizes de Políticas Públicas para a Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo**: Produção de etanol. Lorena, 2006.

MILAN, M.; ROSA, J.H. M. Corte, transbordo e transporte (CTT): aspectos relevantes e uso da modelagem para o CTT. In: BELARDO, G. C. et al. Processos agrícolas e mecanização da cana de açúcar. Jaboticabal: **SBEA**, 2015. p. 415-428. Disponível em:<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Milan/leb589/Capitulo_LivroCana.pdf> Acesso em: 01 mar. 2020

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H., (1996). **A Linguagem em uma Aula de Ciências**, **Presença Pedagógica**, v.2, n.11, 49-57.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-117, 2006.

NASTARI, P.M. Produção Sustentável: A importância do setor sucroenergético no Brasil. **Revista Agroanalysis, A revista de Agronegócio da FGV**, v.32, n.03, p16-17. 2012.

NATALE NETTO, J. **A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país**. Osasco, SP: Novo século, 2007.

PAOLIELLO, J. M. M. **ASPECTOS AMBIENTAIS E POTENCIAL ENERGÉTICO NO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru - SP, 2006.

PACHECO, E. de P.; *et al.* O ensino de Química e sua relação como mundo do trabalho em duas usinas de açúcar e álcool. **Tecnia**, v.2, n.2, p.25-46, 2017.

PEREIRA, A.R; SARAN, L.M; MADALENO, L. L., **Parâmetros físico-químicos e métodos analíticos para o controle da qualidade do etanol combustível**. São Carlos: Rima Editora, 2012.

PÉREZ, C.A.; MOLINÍ, A. M. V. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica em los museos de la ciencia como espacios educativos non formales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n.3, p.339-362, 2004.

QUADROS, A. L., *et al.* Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, Curitiba, n.40, p. 159-176, jun. 2011.

RAMOS, C. J. B. **Estudo de caso: o uso do tema gerador fumo para o ensino de química na educação de jovens e adultos**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2011.

RAMOS, L. da C., SÁ, L. P. A Alfabetização Científica na Educação de Jovens e Adultos em Atividades Baseadas no Programa "Mão na Massa". **Revista Ensaio** Belo Horizonte v.15 n. 02 p. 123-140 maio-ago, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172013150208>> Acesso em: 14 abr. 2019

RAÍZEN, **Relatório Anual 2018/2019**. Somos uma Empresa Integrada de Energia.... Disponível em:< <https://www.raizen.com.br/relatorioanual/1819/pdf/raizen-RA20182019-pt.pdf> >. Acesso em 07 mar. 2020.

REBELATO, M.G.; MADALENO, L.L; RODRIGUES, A.M. Um estudo sobre a aplicabilidade do sistema puxado de produção na fabricação de açúcar. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 1, p. 228-246, 2011.

REBELATO, G. M.; MADALENO, L.L; RODRIGUES, A. M. Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergética localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Eng Sanit Ambient**, v.21 n.3, p.579-591, 2016.

ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, Roberto R. da. **Cálculos Básicos da Química**. 4ª ed. São Carlos, **EdUFSCar**, 2017. 281p.

SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de Açúcar: Bioenergia, Açúcar e Etanol – Tecnologia e perspectivas**. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2ª edição, Viçosa, 2012, p.637.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências, **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 32, p. 474-492, set./dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>> Acesso 07 mar. 2020

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

_____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H., MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática** – Inovando a Forma de Ensinar Física, 1º ed., editora Livraria da Física, São Paulo, 2017.

SASSERON, L.H., **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SÃO PAULO (Estado), Lei Nº. 4990, de 24 de novembro de 1958. Da denominação a Grupo Escolar de Monte Alto. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**. Disponível em:<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1958/lei-4990-24.11.1958.htm>> Acesso em: 21 mar. 2020.

_____. Decreto Nº 57.594, de 9 de dezembro de 2011. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, Seção I, p4

SÃO PAULO. EJA – MUNDO DO TRABALHO. Caderno do Estudante, V I. Governo do Estado de São Paulo, SDECTI e SEE, 2015a.

_____. Caderno do Estudante, V II. Governo do Estado de São Paulo, SDECTI e SEE, 2015b.

_____. Caderno do Estudante, VIII. Governo do Estado de São Paulo, SDECTI e SEE, 2015c.

SEGATO, S.V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.de. **Atualização em produção de Cana-de-Açúcar**. ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2006, 415fp.

SELBACH, S. Ciências e Didática. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SILVA, E.L.D. e MARCONDES, M.E.R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, 12, n. 1, p. 101-118, 2010

SILVA, A. M. S.; XIMENES, V. M. Políticas públicas e juventude: análises sobre o protagonismo juvenil na perspectiva dos jovens pobres. **Pesqui. prá. psicossociais** vol.14 n.1. São João del-Rei, 2019.

SIQUEIRA, R. M; FERNANDES, L. S. Do espontâneo ao científico: um estudo sobre a formação do conceito de transformação química. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 5, n. 14, 2019.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-17, jan./abr. 2004.

_____. O que é letramento e alfabetização. In: SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. p. 27-60.

SOUZA, Z. J. de.; AZEVEDO, P.F de. Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 44, n.2, Brasília Apr./June 2006.

SOUZA, G.S. de; *et al.* Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4 p.603-612, abr. 2012.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n.4, p. 795-809, 2013.

TOZONI-REIS, M.F.de C. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **EDUCAR EM REVISTA**, Curitiba, n.27, p.93-110, 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/er/n27/a07n27.pdf>>. Acesso em: 24 março 2019.

TRILLA, J. **A educação não-formal**. In: ARANTES, V. A. (org.). Educação formal e não formal. São Paulo: Summus, 2008.

TRILLA, J. *et al.* La educación Fuera de la escuela: Ámbitos no formales y Educación Social. Barcelona: **Ariel Educación**, 2003.

TROMBETA, N, de C.; CAIXETA FILHO, J.V. Potencial e Disponibilidade de Biomassa de Cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil: indicadores agroindustriais, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.55, n.3 Brasília July/Sept.2017.

UDOP, União dos Produtores de Bioenergia e IEA, Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo. **Manual de Custos e indicadores do Setor da Bioenergia**, 1º Edição, Araçatuba-SP, 2016, 148p. Disponível em< https://www.udop.com.br/download/pesquisas/manual_de_custos_e_indicadores.pdf > Acesso em 27 fev. 2020

VIVAS, A.S.; TEIXEIRA. R.R.P. A Alfabetização Científica no Ensino de Física para a Educação de Jovens e Adultos: uma experiência com o chuveiro elétrico. in: simpósio nacional de ensino de física, 18., 2009, vitória. **Anais...** Vitória: snf, 2009.

VIZZOTTO, P. A.; MACKEDANZ, L.F. Validação de instrumento de avaliação da alfabetização científica para egressos do ensino médio no contexto da física do trânsito. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.34, e202974, 2018. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698202974>>. Aceso em 30 jan. 2020.

ZIBAS, D.M.L., FERRETTI, C.J., TARTUCE, G.L.B.P., O protagonismo de alunos e pais no Ensino Médio brasileiro. **Revista Portuguesa de Educação**, v.18, n.2, pp.45-87, 2005.

APÊNDICE - A



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
 Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
 Departamento de Química
 Programa de Pós-Graduação em Química
 Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos –
 SP – Brasil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução 466/2012 do CNS)

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL.

Eu, Adriano Ribeiro Pereira, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar convido seu filho (a) a participar da pesquisa “Alfabetização científica e protagonismo: relação entre alunos da Educação de Jovens e Adultos e do Técnico em Açúcar e Álcool por meio da educação não formal” sob orientação da Prof.^a Dr.^a Karina Omuro Lupetti.

O seu filho(a) foi escolhido(a) para participar dessa pesquisa porque é estudante regularmente matriculado (a) no 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool, e por apresentar os requisitos necessários para a execução da pesquisa.

O motivo que nos leva a estudar o assunto é o fato da alfabetização científica ser uma das formas de desenvolver no aluno o domínio para lidar com as informações vindas de diversas fontes e permitir fazer uma leitura de mundo, como forma de melhorar seu desenvolvimento crítico, pautado na observação, questionamento, elaboração de hipóteses e pesquisa. Com essa pesquisa, pretende-se colocar o aluno em situação de realização de pesquisa, desenvolvendo suas competências, atitudes, valores e principalmente oferecendo-lhe autonomia para ser o protagonista de seu próprio aprendizado e possibilitar benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Espera-se que ao final da atividade, os alunos tenham mais autonomia, aprendam que o conhecimento os empodera e os torna capazes de argumentar esse conhecimento de forma natural, percebem que o conhecimento pode ser ampliado por meio da interação com outros alunos, também encontrem outra forma de aprender, não apenas individualmente, mas de forma colaborativa e participativa no contexto escolar. O objetivo geral é investigar a alfabetização científica de alunos da 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o protagonismo estudantil de alunos do 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool (TAA). O protagonismo estudantil dos alunos do TAA será investigado quanto a capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem (SA) a partir de processos agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, para fazer alfabetização científica (AC) de fenômenos químicos e físicos com ênfase nos três eixos estruturantes da AC, por meio de um ensino não-formal, para alunos da EJA.

Os procedimentos de coleta de dados serão a observação e registro das ações e falas durante a participação na atividade investigativa e questionários escritos sobre o que foi aprendido em cada etapa da atividade. Os dados serão coletados ao longo da atividade por meio de gravações e registros escritos pelos alunos.

Durante a atividade investigativa pode ocorrer desconforto e risco mínimo para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo estes praticamente os mesmos possíveis durante o decorrer do curso de Técnico em Açúcar e Álcool: desconfortos físicos causados pela manipulação de equipamentos e/ou qualquer outro material a serem utilizados pelo aluno

na elaboração de experimentos para a situação de aprendizagem (SA), e possíveis momentos de estresse durante a apresentação da SA, e também durante o traslado até a E.E “Jeremias de Paula Eduardo” na cidade de Monte Alto-SP. A qualquer momento, seu (sua) filho (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. As atividades de manipulação de materiais e de equipamentos de laboratório, assim como o preenchimento de questionários e gravações audiovisuais são voluntárias, cabendo ao aluno negar-se de fazê-lo a qualquer momento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, será mediante a autorização dos responsáveis, ou a eles serão atribuídos nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Também solicito sua autorização para a gravação das participações do seu filho em áudio e vídeo das atividades propostas no decorrer da pesquisa. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes, para a validação das informações.

Esclareço que essa pesquisa não prevê qualquer gasto aos participantes com transporte, materiais e equipamentos para confecção das SAs e também com a alimentação nos dias das apresentações. Nas duas noites de apresentações das SAs serão oferecidos lanches e sucos e/ou a refeição oferecida no refeitório da escola anfitriã.

Os participantes da pesquisa estarão sob os cuidados e responsabilidades do docente responsável pela pesquisa, assim como da empresa "Condor Tur Transporte e Turismo Eireli" que irá garantir o seguro transporte para cada um dos passageiros.

O Sr. (a) receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail do professor pesquisador, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação de seu filho (a) a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a participação de seu filho (a) na pesquisa poderá comunicar-se por telefone ou pessoalmente na escola às terças e sextas-feiras, das 19h às 23h.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____

Nome do participante da pesquisa: _____

Número e tipo de documento de identificação: _____

Assinatura do Responsável Legal do participante: _____

APÊNDICE - B

Termo específico para a captação e uso de imagens anexo ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos
– SP – Brasil

De acordo com as informações supracitadas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, informo aos senhores pais e responsáveis que os registros de áudio e vídeo serão unicamente e exclusivamente usados com o propósito de melhorar a análise dos dados coletados e também como documento de participação do estudante na pesquisa.

Em nenhuma hipótese será usado imagens, fotos e gravações em vídeos e áudios que possam levar a identificação do estudante junto ao texto da dissertação ou em qualquer outro lugar. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes para a validação das informações.

Esclareço que as imagens, áudios e vídeos coletados durante a realização da pesquisa serão guardados em “HD externo” próprio do pós-graduando, ficando exclusivamente à disposição dos pais ou responsáveis para qualquer necessidade de análise ou outras eventualidades.

Afirmo ter inteira responsabilidade pela guarda e sigilo desses documentos, entretanto, caso a banca examinadora da dissertação de mestrado entenda que seja desnecessária a guarda desses documentos, estes serão apagados e tal medida será comunicada com antecedência aos pais ou responsáveis.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____
Nome do participante da pesquisa: _____
Número e tipo de documento de identificação: _____
Assinatura do Responsável Legal do participante: _____

APÊNDICE- C



Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química

Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos –
SP – Brasil

TERMO DE ASSENTIMENTO (Resolução 466/2012 do CNS)

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

Eu, Adriano Ribeiro Pereira, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar convido você a participar da pesquisa “Alfabetização científica e protagonismo: relação entre alunos da Educação de Jovens e Adultos e do Técnico em Açúcar e Álcool por meio da educação não formal” sob orientação da Prof.^a Dr.^a Karina Omuro Lupetti.

Você foi escolhido (a) para participar da pesquisa profissional supracitada, porque é estudante regularmente matriculado (a) no 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool, e por apresentar os requisitos necessários para a execução da pesquisa.

O motivo que nos leva a estudar o assunto é o fato da alfabetização científica ser uma das formas de desenvolver no aluno o domínio para lidar com as informações vindas de diversas fontes e permitir fazer uma leitura de mundo, como forma de melhorar seu desenvolvimento crítico, pautado na observação, questionamento, elaboração de hipóteses e pesquisa. Com essa pesquisa, pretende-se colocar o aluno em situação de realização de pesquisa, desenvolvendo suas competências, atitudes, valores e principalmente oferecendo-lhe autonomia para ser o protagonista de seu próprio aprendizado e possibilitar benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Espera-se que ao final da atividade, os alunos tenham mais autonomia, aprendam que o conhecimento os empodera e os torna capazes de argumentar esse conhecimento de forma natural; percebem que o conhecimento pode ser ampliado por meio da interação com outros alunos; também encontrem outra forma de aprender, não apenas individualmente, mas de forma colaborativa e participativa no contexto escolar. O objetivo geral é investigar a alfabetização científica de alunos da 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o protagonismo estudantil de alunos do 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool (TAA). O protagonismo estudantil dos alunos do TAA será investigado quanto à capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem (SA) a partir de processos agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, para fazer alfabetização científica (AC) de fenômenos químicos e físicos com ênfase nos três eixos estruturantes da AC, por meio de um ensino não formal, para alunos da EJA.

Os procedimentos de coleta de dados serão a observação e registro das ações e falas durante a participação na atividade investigativa e questionários escritos sobre o que foi aprendido em cada etapa da atividade. Os dados serão coletados ao longo da atividade por meio de gravações e registros escritos pelos alunos.

Durante a atividade investigativa pode ocorrer desconforto e risco mínimo para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo estes praticamente os mesmos possíveis durante o decorrer do curso de Técnico em Açúcar e Álcool: desconfortos físicos causados pela manipulação de equipamentos e/ou qualquer outro material a ser utilizado pelo aluno na elaboração de experimentos para confecção da situação de aprendizagem (SA), e possíveis momentos de estresse durante a apresentação da SA, e também, durante o traslado até a E.E “Jeremias de Paula Eduardo” na cidade de Monte Alto-SP. A qualquer momento, você pode desistir de participar e retirar seu assentimento. As atividades de manipulação de materiais e de equipamentos de laboratório, assim como o preenchimento de questionários e gravações audiovisuais são voluntárias, cabendo ao aluno negar-se de fazê-lo a qualquer momento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, será mediante a autorização dos responsáveis, ou a eles serão atribuídos nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Também solicito sua autorização para a gravação das suas participações em áudio e vídeo das atividades propostas no decorrer da pesquisa. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes, para a validação das informações.

Esclareço que essa pesquisa não prevê qualquer gasto aos participantes com transporte, materiais e equipamentos para confecção das SAs e também com a alimentação nos dias das apresentações. Nas duas noites de apresentações das SAs serão oferecidos lanches e sucos e/ou a refeição oferecida no refeitório da escola anfitriã.

Os participantes da pesquisa estarão sob os cuidados e responsabilidades do docente responsável pela pesquisa, assim como da empresa "Condor Tur Transporte e Turismo Eireli" que irá garantir o seguro transporte para cada um dos passageiros.

Você receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail do professor pesquisador, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o projeto e da sua participação a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante sua participação na pesquisa poderá comunicar-se por telefone ou pessoalmente durante as aulas às terças e sextas-feiras, das 19h às 23h.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____
Nome do participante da pesquisa: _____
Número e tipo de documento de identificação: _____
Assinatura do participante: _____

APÊNDICE - D


**Termo específico para a captação e uso de imagens
anexo ao Termo de Assentimento**


Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química
Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos –
SP – Brasil

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR
MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL**

De acordo com as informações supracitadas no Termo de Assentimento, informo-lhe que os registros de áudio e vídeo serão unicamente e exclusivamente usados com o propósito de melhorar a análise dos dados coletados e também como documento de participação do estudante na pesquisa.

Em nenhuma hipótese será usado imagens, fotos e gravações em vídeos e áudios que possam levar a identificação do estudante junto ao texto da dissertação ou em qualquer outro lugar. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes para a validação das informações.

Esclareço que as imagens, áudios e vídeos coletados durante a realização da pesquisa serão guardados em "HD externo" próprio do pós-graduando, ficando exclusivamente à disposição dos participantes da pesquisa para qualquer necessidade de análise ou outras eventualidades.

Afirmo ter inteira responsabilidade pela guarda e sigilo desses documentos, entretanto, caso a banca examinadora da dissertação de mestrado entenda que seja desnecessária a guarda desses documentos, estes serão apagados e tal medida será comunicada com antecedência aos participantes da pesquisa.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____
Nome do participante da pesquisa: _____
Número e tipo de documento de identificação: _____
Assinatura do participante: _____

APÊNDICE- E

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL.

Eu, Adriano Ribeiro Pereira, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar convido você a participar da pesquisa “Alfabetização científica e protagonismo: relação entre alunos da Educação de Jovens e Adultos e do Técnico em Açúcar e Álcool por meio da educação não formal” sob orientação da Prof.^a Dr.^a Karina Omuro Lupetti.

Você foi escolhido (a) para participar da pesquisa profissional supracitada, porque é estudante regularmente matriculado (a) na 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos, e por apresentar os requisitos necessários para a execução da pesquisa.

O motivo que nos leva a estudar o assunto é o fato da alfabetização científica ser uma das formas de desenvolver no aluno o domínio para lidar com as informações vindas de diversas fontes e permitir fazer uma leitura de mundo, como forma de melhorar seu desenvolvimento crítico, pautado na observação, questionamento, elaboração de hipóteses e pesquisa. Com essa pesquisa, pretende-se colocar o aluno em situação de realização de pesquisa, desenvolvendo suas competências, atitudes, valores e principalmente oferecendo-lhe autonomia para ser o protagonista de seu próprio aprendizado e possibilitar benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Espera-se que ao final da atividade, os alunos tenham mais autonomia, aprendam que o conhecimento os empodera e os torna capazes de argumentar esse conhecimento de forma natural; percebem que o conhecimento pode ser ampliado por meio da interação com outros alunos; também encontrem outra forma de aprender, não apenas individualmente, mas de forma colaborativa e participativa no contexto escolar. O objetivo geral é investigar a alfabetização científica de alunos da 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o protagonismo estudantil de alunos do 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Álcool (TAA). O protagonismo estudantil dos alunos do TAA será investigado quanto a capacidade de criar e argumentar situações de aprendizagem (SA) a partir de processos agroindustriais da biomassa de cana-de-açúcar, para fazer alfabetização científica (AC) de fenômenos químicos e físicos com ênfase nos três eixos estruturantes da AC, por meio de um ensino não-formal, para alunos da EJA.

Os procedimentos de coleta de dados serão a observação e registro das ações e falas durante a participação na atividade investigativa e questionários escritos sobre o que foi aprendido em cada etapa da atividade. Os dados serão coletados ao longo da atividade por meio de gravações e registros escritos pelos alunos.

Durante a atividade investigativa pode ocorrer desconforto e risco mínimo para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo estes praticamente os mesmos possíveis durante o decorrer do curso de Ensino Médio da Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA): desconfortos físicos causados por possíveis manipulações de equipamentos e/ou qualquer outro material utilizado na confecção das situações de aprendizagem (SA) dos alunos do curso Técnicos em Açúcar e Álcool, e possíveis momentos de estresse durante o traslado até a ETEC “Bento Carlos Botelho do Amaral” na cidade de Guariba-SP. A qualquer

momento, você pode desistir de participar e retirar seu assentimento. As atividades de manipulação de materiais e de equipamentos das SAs, assim como o preenchimento de questionários e gravações audiovisuais são voluntárias, cabendo ao aluno negar-se de fazê-lo a qualquer momento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, será mediante a autorização dos responsáveis, ou a eles serão atribuídos nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Também solicito sua autorização para a gravação das suas participações em áudio e vídeo das atividades propostas no decorrer da pesquisa. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes, para a validação das informações.

Esclareço que essa pesquisa não prevê qualquer gasto aos participantes com transporte, materiais e equipamentos para confecção das SAs e também com a alimentação nos dias das apresentações. Nas duas noites de apresentações das SAs serão oferecidos lanches e sucos e/ou a refeição oferecida no refeitório da escola anfitriã.

Os participantes da pesquisa estarão sob os cuidados e responsabilidades do docente responsável pela pesquisa, assim como da empresa "Condor Tur Transporte e Turismo Eireli" que irá garantir o seguro transporte para cada um dos passageiros.

Você receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail do professor pesquisador, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o projeto e da sua participação a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante sua participação na pesquisa poderá comunicar-se por telefone ou pessoalmente durante as aulas de segunda às sextas-feiras, das 19h às 23h.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____

Nome do participante da pesquisa _____

Número e tipo de documento de identificação: _____

Assinatura do participante: _____

APÊNDICE - F

Termo específico para a captação e uso de imagens anexo ao Termo de Assentimento



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP –
Brasil

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E PROTAGONISMO: RELAÇÃO ENTRE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E DO TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL POR MEIO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

De acordo com as informações supracitadas no Termo de Assentimento, informo-lhe que os registros de áudio e vídeo serão unicamente e exclusivamente usados com o propósito de melhorar a análise dos dados coletados e também como documento de participação do estudante na pesquisa.

Em nenhuma hipótese será usado imagens, fotos e gravações em vídeos e áudios que possam levar a identificação do estudante junto ao texto da dissertação ou em qualquer outro lugar. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes, para a validação das informações.

Esclareço que as imagens, áudios e vídeos coletados durante a realização da pesquisa serão guardados em “HD externo” próprio do pós-graduando, ficando exclusivamente à disposição dos participantes da pesquisa para qualquer necessidade de análise ou outras eventualidades.

Afirmo ter inteira responsabilidade pela guarda e sigilo desses documentos, entretanto, caso a banca examinadora da dissertação de mestrado entenda que seja desnecessária a guarda desses documentos, estes serão apagados e tal medida será comunicada com antecedência aos participantes da pesquisa.

Adriano Ribeiro Pereira
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química
Fone:(16) 997696144 e-mail: arp.prof@terra.com.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação. O pesquisador 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@ufscar.br

Local e data: _____

Nome do participante da pesquisa: _____

Número e tipo de documento de identificação: _____

Assinatura do participante: _____

APÊNDICE- G

Técnico em Açúcar e Álcool (TAA)

Etapa 1 Questionário diagnóstico (**Etapa 1, módulo 1**) para levantamento de concepções das bases tecnológicas do setor sucroenergético com ênfase nos fenômenos químicos e físicos.

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre os fenômenos químicos e físicos, e as relações Ciência Tecnologia Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) que envolvem o setor sucroenergético. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

Q1- Identifique trechos do texto abaixo que indiquem fenômenos químicos ou físicos.

O preparo do solo consiste, normalmente, no processo de dessecação das plantas existente no solo, em seguida, tem-se a aplicação de corretivos como calcário “CaCO₃ e MgCO₃” e gessagem “CaSO₄” para correção do pH do solo e eliminação da ação tóxica do íon Al³⁺ com posterior subsolagem, aração e gradagens para incorporação do corretivo e melhor decomposição da matéria orgânica. O plantio da cana, consiste na abertura dos sulcos com distâncias de 120cm a 150cm entre linhas e nesta operação faz-se o uso de torta de filtro enriquecida com outros nutrientes, logo após os toletes de cana-de-açúcar (podendo ser as variedades de cana precoce, média ou tardia) são inseridos antes do fechamento, também pode-se realizar a aplicação de inseticidas, nematicidas e bioestimulantes. Com a emergência da cana planta e perfilhos ocorre a fotossíntese, que poderá recuperar significativamente o carbono atmosférico produzido pela queima do bagaço, decomposição da palha deixada no campo e queima do etanol combustível em carros de passeio, entre outros. A cana absorve parte dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, a partir de adubação química convencional, além da torta de filtro “resíduo com alto teor de fósforo” e da vinhaça “resíduo com alto teor de potássio”. A colheita da cana ocorre após 12 ou 18 meses, logo após a cana atingir teores médios de sólidos solúveis de 18º Brix. Também pode ocorrer aplicação de maturadores químicos para antecipar a colheita. Logo, a colheita é mecânica em terrenos com até 12 graus de declividade, e as consequências desta atividade é a compactação do solo e a grande quantidade de palha deixada no campo, que pode servir como adubo orgânico e também contribui para redução de erosões no solo, entretanto, a palha aumenta a incidência de pragas e doenças. A colheita manual da cana ocorre em terrenos com declividade acima de 12 graus, e que a partir do protocolo agroambiental, a cana não é mais possível a realização do processo de queimada para a eliminação da palhada. Durante o plantio, tratos culturais, colheita e transporte da cana até o parque industrial da usina, ocorre a queima de combustível fóssil em tratores, caminhões, colheitadeiras entre outros. Ademais existem pontos negativos na cultura da cana, pois em algumas regiões paulistas, o manejo da cana levou a proliferação da mosca do estábulo que pica os bovinos e causa queda na produção de leite e carnes, contudo, o fim da queima da palha de cana para colheita manual, a mecanização no campo e o reflorestamento das matas ciliares em nascentes e a geração de novos empregos são exemplos de pontos positivos para essa cultura.

a) Identifique fenômenos químicos do texto acima:

b) Identifique fenômenos físicos do texto acima:

Q2- O que se pode fazer com o resíduo palha da cana? Justifique.

Q3- Identifique trechos do texto abaixo que indiquem fenômenos químicos ou físicos.

A extração do caldo de cana-de-açúcar inicia-se com o descarregamento dos toletes de cana na mesa alimentadora, seguido de retirada de parte das impurezas minerais e vegetais, por meio de lavagem a seco, em seguida, ocorre a passagem dos toletes pela esteira metálica, facas niveladoras, picadores e desfibradores que proporcionam a abertura das células da cana para posterior extração do caldo. A retirada de metais na esteira de borracha, por meio do eletroimã é essencial para evitar danos as moendas. Logo, ocorre a

moagem da cana nos ternos da moenda, onde no 1º terno ocorre extração do caldo primário, e nos demais ternos ocorre a embebição do bagaço com água/caldo para dissolver o açúcar das células da cana e posterior extração do caldo misto. Durante a safra ocorre o chapisco nos rolos dos ternos da moenda em um processo de soldagem do revestimento superficial dos rolos, para reparar o desgaste, onde segundo MURAD (2015), o metal utilizado no processo de soldagem é uma liga FeCrC (Ferro-Crômio-Carbono). Um ponto positivo foi o fim da lavagem da cana antes da extração do caldo, o que levou a diminuição da produção de resíduos. Também o uso de água nessa operação com toletes de cana provenientes da colheita mecanizada proporcionaria perda de açúcar por dissolução do mesmo em água de lavagem. A extração do caldo nas moendas é um processo que ocorre por meio da pressão sobre o colchão de cana desfibrada. Um processo similar ocorre no difusor (equipamento que pode substituir a moenda), onde a pressão osmótica e lixiviação são as responsáveis pela extração do caldo. Para o funcionamento das moendas é usado o vapor d'água de alta pressão ou a eletricidade, ambas cogeneradas pela termelétrica a partir da queima de bagaço de cana. Ademais acrescenta-se o uso da peneira vibratória ou rotativa como método de remoção de impurezas grosseiras do caldo, como bagacilho, areia e terra, entre outros.

a) Identifique fenômenos químicos do texto acima:

b) Identifique fenômenos físicos do texto acima:

Q4- O que se pode fazer com o bagaço de cana, além da produção de vapor d'água e eletricidade? Justifique sua resposta.

Q5- Identifique trechos do texto abaixo que indiquem fenômenos químicos ou físicos.

O bagaço de cana, constituído da matéria orgânica celulose, hemicelulose e lignina é queimado na fornalha da termelétrica, desse modo, o bagaço de cana (com aproximadamente 50% de unidade) que sai do 6º terno da moenda é direcionado a fornalha da termelétrica, onde é queimado dando origem as reações de combustão completa, incompleta e incompleta com fuligem. O calor de combustão aquece a água líquida nas tubulações no interior da caldeira, e faz produzir vapor de água superaquecido que faz girar a turbina do gerador de eletricidade. Logo após a queima, as cinzas do bagaço de cana de açúcar, segundo CORDEIRO et al (2009) podem ser constituídas por aproximadamente 61% de óxido de silício, SiO₂ e menores porcentagens de outros minerais, assim, podem ser utilizadas para compor quimicamente o concreto e tijolos. Os gases e fumaça da queima do bagaço passam por processo de lavagem e são dispersos na atmosfera, segundo CIESLINSKI (2014), os gases da queima de bagaço de cana de açúcar também contêm substâncias tóxicas principalmente CO e NOx. A eletricidade produzida é incorporada a rede elétrica e ajuda a suprir o sistema elétrico na época de estiagem das chuvas, quando os reservatórios de água das hidrelétricas estão baixos. O contato de água, vapores d'água, gases, fumaça e cinzas com as paredes metálicas da termelétrica produzem reações químicas redox e assim se formam as ferrugens. A queima do bagaço é um processo que visa a sustentabilidade de se produzir eletricidade e vapor d'água, pois o CO₂ emitido na queima do bagaço é apreendido novamente na planta cana-de-açúcar através da fotossíntese.

a) Identifique fenômenos químicos do texto acima:

b) Identifique fenômenos físicos do texto acima:

Q6- Além do uso da cinza para compor o concreto, podem existir outros fins para a cinzas do bagaço? Justifique sua resposta.

CIESLINSKI, J. E.F. Estudo da Emissão e do Controle dos Gases e Particulados Provenientes da Queima de Biomassa. 2014. 182f Tese (**Doutorado em Engenharia Mecânica na de Materiais**) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Guaratinguetá, 2014.

MURAD, M de Q. Aplicação de Chapisco em Moendas de Cana de Açúcar com o Processo FCAW. 2015. 107f. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Mecânica**) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015

CORDEIRO, G. C. et al. Caracterização de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Quím. Nova** vol.32 n° 1 São Paulo. Disponível em< <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000100016>>Acesso em 20 maio 2019.

APÊNDICE – H

Técnico em Açúcar e Alcool (TAA)

Etapa 1 Questionário diagnóstico (**Etapa 1, módulo 1**) para levantamento de concepções das bases tecnológicas do setor sucroenergético com ênfase nos fenômenos químicos e físicos.

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre os fenômenos químicos e físicos, e as relações Ciência Tecnologia Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) que envolvem o setor sucroenergético. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

Q1- Identifique trechos do texto abaixo que indicam fenômenos químicos ou físicos.

O tratamento do caldo constitui processos com intuito de tornar o caldo claro, brilhante, transparente e elevar o pH para evitar inversão de sacarose à açúcares redutores (glicose e frutose). O tratamento para produção de açúcar VHP (Very High Polarization), envolve adição e reação entre Ca(OH)_2 , H_3PO_4 e polímero polieletrólito aniônico, na floculação e decantação das impurezas coloidais como ceras, graxas, proteínas do caldo, entre outras impurezas. Já o tratamento para produção do açúcar cristal tem acréscimo da queima de enxofre e formação do gás dióxido de enxofre, SO_2 que reage com hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 no caldo e forma o sulfito de cálcio, CaSO_3 pouco solúvel, que potencializa ainda mais a floculação e decantação das impurezas presentes no caldo. O caldo passa por vários tanques e equipamentos, como: aquecedores, balão de flasch (para retirar os gases incondensáveis), decantadores (onde tem-se a separação entre caldo clarificado e impurezas coloidais, lodo); o lodo é encaminhado até o filtro prensa onde é recolhido o caldo residual, restando a torta de filtro, que é um resíduo rico em fosforo. O caldo clarificado passa por peneiras que retiram os bagacilhos de cana e é bombeado até o pré-evaporador e evaporadores 1,2 e 3, onde ocorre a evaporação de água e concentração do caldo até se tornar xarope. Em seguida o xarope é filtrado e enviado a fábrica de açúcar, posteriormente o melaço, resíduo da fábrica de açúcar é enviado a destilaria para compor o mosto de fermentação. O uso de vapor d'água de alta pressão, produzido na termelétrica, a partir da queima de bagaço de cana é usado para o funcionamento dos equipamentos do tratamento de caldo.

a) Identifique fenômenos químicos do texto acima:

b) Identifique fenômenos físicos do texto acima:

Q2- O que se pode fazer com o resíduo torta de filtro? Justifique sua resposta.

Q3- Existe a possibilidade de se substituir a queima de enxofre por outros processos mais sustentáveis e atóxico? Justifique sua resposta.

Q4- Identifique trechos do texto abaixo que indicam fenômenos químicos ou físicos.

A preparação do mosto tem início a partir da mistura de melaço com água, ou caldo com água, ou a mistura dos três com teor ideal de açúcares redutores totais (ART) de 18%. A alimentação da dorna de fermentação ocorre com aproximadamente 25% de fermento biológico (levedura) tratado na cuba e aproximadamente 75% de mosto. A partir de então, tem-se 8 a 10 horas de fermentação com produção de etanol e mais de 300 biomoléculas, principalmente glicerol, ácidos orgânicos (ácido succínico, láctico...) biomassa (reprodução das

leveduras) e carboidratos de reserva (glicogênio e trealose). O mosto ideal é aquele que seja isento de bagacilho, areia e terra; acidez 2 a 2,5g de H_2SO_4 /L de mosto; pH 4,5 e concentração de nutrientes NH_4^+ , P, K, Ca, Mg, SO_4^{2-} , Na, Co, Zn, Cu, Mn, Fe, adequados. É necessário saber que o excesso de Al, Ca e do próprio etanol são tóxicos para a levedura, e o término da fermentação resulta em um teor alcoólico entre 7 e 11%, e teor de sólidos solúveis (Brix) muito próximo de zero. Após a fermentação do mosto ocorre a centrifugação, separando-se as leveduras do então vinho delevedurado que é conduzido até um tanque, onde aguardará a destilação; já o fermento (leveduras) é tratado em cubas com adição de água, ácido sulfúrico e antibióticos por no máximo 3 horas, e posteriormente retorna as dornas de fermentação. O processo fermentativo ainda produz resíduos como CO_2 , glicerol, biomassa celular “levedura mortas” e ainda se pode produzir NaHCO_3 “bicarbonato de sódio” a partir do gás CO_2 liberado durante a fermentação, entre outros.

a) Identifique fenômenos químicos do texto acima:

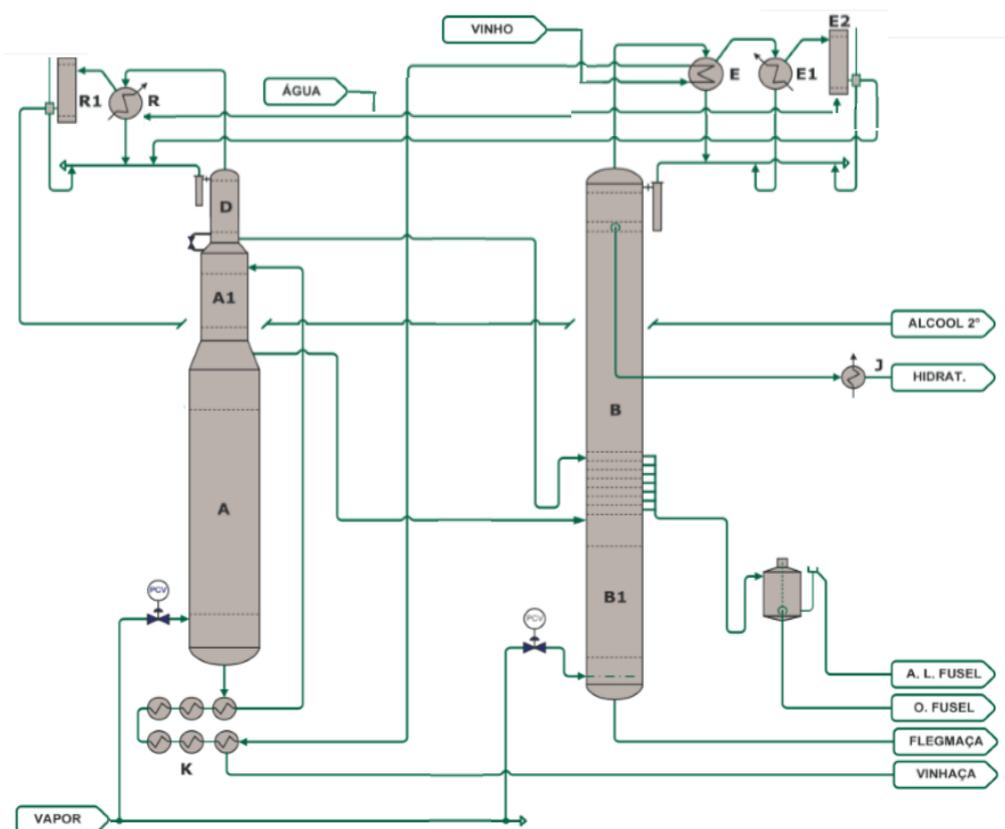
b) Identifique fenômenos físicos do texto acima:

Q5- O que se pode fazer com as leveduras mortas ao longo do processo fermentativo? Justifique sua resposta.

Q6- Identifique trechos do texto abaixo que indiquem fenômenos físicos de (a) condensação e (b) vaporização

Logo após a centrifugação do vinho levedurado, tem-se início a destilação do vinho delevedurado, um processo que se baseia no princípio da diferença de volatilidade dos componentes do vinho, produzido durante a fermentação, o qual é constituído basicamente por água e etanol, e pequenas frações de outros componentes divididos nos estados sólido, líquidos e gasosos. Segundo MEIRELLES (2006), a fração líquida também irá apresentar principalmente os álcoois metanol, propanol, isopropanol, butanol, isobutanol, álcool amílico, álcool isoamílico e glicerol; aldeídos; ácidos carboxílicos; cetona; ésteres e éter. A fração sólida conterà bagacilho, leveduras, bactérias, sais minerais, entre outros; e a fração gasosa principalmente CO_2 . Já no processo de destilação, que ocorre nas colunas A, A1 e D, de acordo com a Figura 1, onde se obtém a flegma, mistura com até 65% de álcool que deixa o topo da coluna A e entra na base da coluna de retificação B. O processo de retificação ocorre nas colunas B e B1, Figura 1, onde se obtém o etanol hidratado combustível, EHC com teor alcoólico de 92,5% e 94,6% m/m. Os trocadores de calor R e R1, Figura 1, (que geralmente ficam logo acima das colunas de destilação) tem a função de liquefazer os compostos mais voláteis, principalmente os aldeídos, ésteres e metanol e conduzi-los parcialmente para a coluna D. Os trocadores de calor E, E1 e E2, Figura 1, (que geralmente ficam logo acima das colunas de retificação) tem a função de liquefazer os vapores alcoólicos, o chamado álcool bruto, e conduzi-lo parcialmente para o topo da coluna B e/ou D. Os interiores das colunas contêm bandejas ou pratos perfurados que facilitam o contato entre o vapor d'água saturado que sobe pela coluna em contracorrente com o vinho que desce, isso estabelece o processo de destilação do álcool.

FIGURA1 - Esquemática da configuração clássica de uma coluna de destilação para EHC.



Fonte: MEIRELLES, 2006 (adaptado).

A saída do EHC ocorre no topo da coluna de retificação, por outro lado, a vinhaça sai na base da coluna de destilação A, já o óleo fúsel (álcoois com mais de dois carbonos na cadeia carbônica) sai da coluna de retificação B. Após o processo de retificação do EHC, pode-se obter o etanol anidro combustível (EAC) por processos de desidratação do EHC principalmente pela via extrativa com monoetilenoglicol ou peneira molecular. Logo, também pode ser discutido o processo tecnológico da produção de etanol como combustível sustentável; o uso de óleo fúsel; o aumento do teor de EAC na gasolina; a redução da emissão atmosférica de CO₂ com o uso do EHC; produção de etanol de 2^o geração, entre outros.

- a) Condensação.
- b) Vaporização.

Q7- O que se pode fazer com a vinhaça e óleo fúsel? Justifique sua resposta.

Q8- Cite evidências no contexto de produção do setor sucroenergético que:

- a) Pressupõem o etanol de cana-de-açúcar como combustível de baixo carbono;
- b) Os impactos positivos após a utilização dos resíduos de produção como fertilizantes e na produção de biogás.

MEIRELLES, A. J. A. Expansão de produção e melhoria tecnológica da destilação alcoólica. In FAPESP. **Workshop do Projeto Diretrizes de Políticas Públicas para a Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo: Produção de etanol**. Lorena, 2006. Disponível em < <http://www.apta.sp.gov.br/cana>>. Acesso em 14 maio 2019.

APÊNDICE – I

Técnico em Açúcar e Alcool (TAA)

Etapa 1 Aplicar junto aos alunos, a ferramenta prática “Design Thinking”, com intuito de investigar inicialmente as ideias que cada grupo pretenderá adotar para problematizar a sua SA, logo após etapa formativa (**etapa 1, módulo 2**).

Grupo: _____ Série: _____ Data: _____

Nomes dos integrantes do grupo:

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber a proposta de apresentação da SA, ou seja, o modo como será aplicada a Situação de Aprendizagem (SA). Conto com sua colaboração na execução da sequência das atividades 1 e 2 abaixo:

- 1- Organizar os estudantes do TAA em 6 grupos, um grupo para cada SA;
- 2- Usar a ferramenta Design Thinking, como forma de compartilhar ideias para se chegar a uma solução para apresentação de suas SAs, desse modo:
 - a) 1ª etapa: tem-se as descobertas de ideias, estas deverão ser escritas em postites e afixadas em uma cartolina;
 - b) 2ª etapa: é a definição da ideia chave, logo o pensamento deverá convergir para um ponto em comum, assim, organiza-se as postites e a ideia central deverá ser definida;
 - c) 3ª etapa: serão feitas as perguntas: Como? Quando? Onde? e Porquê? as SAs são necessárias;
 - d) 4ª etapa: se os pensamentos divergirem os membros do grupo poderão recorrer as ideias levantadas na 1ª etapa, logo é proposto um modelo de apresentação da SA e em seguida ocorre a entrega da ideia final, ou seja, o como será aplicado a SA.

APÊNDICE - J

Técnico em Açúcar e Alcool (TAA)

Etapa 2 Questionário final com objetivo de interpretar o protagonismo dos alunos do TAA, após etapa de alfabetização científica dos alunos da EJA. **(etapa 2, módulo2)**

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber sua opinião quanto a sua participação na elaboração e apresentação das SAs. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

Grupo: _____ Série: _____ Data: _____

Q1- Você sabe o que é ser um protagonista estudantil?

sim não

Em caso afirmativo, justifique sua resposta.

Q2- Você gostou da forma como você participou da construção e apresentação da SA?

sim não

Justifique sua resposta.

Q3- Qual foi seu nível de participação no grupo? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” a menor participação e “10” a maior participação.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q4- A sua interação com os demais integrantes da equipe, fez você se enxergar como pessoa responsável por suas atitudes e ações?

sim não

Justifique sua resposta.

Q5- Pensando em uma escala de 1 a 5, onde 1 é discordo totalmente e 5 concordo plenamente. Mostre o seu grau de concordância, com relação as sentenças abaixo que representaram situações, fatos, atitudes e sentimentos percebidos por você durante o trabalho da elaboração e apresentação da SA.

A construção do conhecimento foi significativa.

Há sentido naquilo que foi apresentado e aprendido.

A construção da SA foi consequência do que eu aprendi.

A construção e apresentação da SA, proporcionou-me fortalecimento da autoestima.

A construção e apresentação da SA, proporcionou-me defender e distinguir minhas ações das dos outros.

A elaboração e apresentação da SA me fez ter iniciativa e auto confiança.

Posso aprender e encontrar as melhores formas de fazer esse trabalho, não apenas individualmente, mas de forma colaborativa e participativa no contexto escolar.

A construção e apresentação da SA me ajudaram a ser mais autônomo.

Fui um protagonista na construção de meu aprendizado.

- () Percebi ampliação dos meus conhecimentos por meio da interação com outros alunos.
- () O aprendizado obtido no contexto da construção da SA, proporcionou-me empoderamento para compartilhar o conhecimento de forma natural.
- () O professor atuou como um facilitador do processo de aprendizagem, dando autonomia para os alunos elaborarem suas SAs.

Q6- Quando você apresentou sua SA, você se percebeu como um agente transformador e formador de opiniões? Justifique sua resposta.

Q7- Como a turma conseguiu lidar com as atividades em grupo? Alguém ficou sobrecarregado? O que você fez para colaborar com o grupo nesse momento?

Q8- Pensando em uma escala de 1 a 5, onde 1 é discordo totalmente e 5 concordo plenamente. Mostre o seu grau de concordância, com relação a situações, fatos, atitudes e sentimentos percebidos por vocês em relação aos seus colegas de grupo.

- () Todos os integrantes do grupo fizeram argumentações críticas e colaborativas.
- () Todos os integrantes do grupo usaram seus conhecimentos para formular e resolver problemas e criar soluções.
- () Todos os integrantes do grupo argumentaram com base em dados e informações confiáveis.
- () Todos os integrantes do grupo tiveram empatia e cooperação no diálogo e resolução de conflitos com respeito ao outro.

APÊNDICE- K

Modalidade de Ensino da Educação de Jovens e Adultos (EJA)

Etapa 1 Questionários inicial (**Etapa 1, módulo 3**) e **Etapa 2** Questionário final (**Etapa 2, módulo 2**) com a objetivo de obter informações sobre os conhecimentos dos alunos da EJA, antes e após a etapa de AC.

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre os fenômenos químicos e físicos (Eixo I), compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática (Eixo II), e as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) (Eixo III) que envolvem o setor sucroenergético. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

SA1- Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar

Q1- (Eixo 1) Explique a diferença entre transformações químicas e físicas.

Q2- (Eixo 1) Cite 4 evidências de reações químicas.

Q3 - (Eixo-1) A partir das sentenças abaixo, assinale (F) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Físicos e (Q) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Químicos.

- () ...aplicação de corretivos como calcário “CaCO₃ e MgCO₃” e gessagem CaSO₄ para correção do pH do solo e eliminação da ação tóxica do íon Al³⁺;
- () ...subsolagem, aração e gradagens; abertura dos sulcos com distâncias de 120cm a 150cm entre linhas e introdução dos toletes de cana-de-açúcar nos sulcos, podendo ser as variedades de cana precoce, média ou tardia;
- () ... a decomposição da matéria orgânica;
- () ... a reação dos inseticidas, nematicidas e bioestimulantes no solo e na cana de açúcar;
- () ... a emergência da cana planta e perfilhos dá início a fotossíntese;
- () ... a queima do bagaço de cana nas termelétricas, queima de diesel nos tratores, caminhões e colheitadeiras, e queima do etanol combustível em carros de passeio;
- () ... absorção pela planta de macronutrientes N, P, K, Ca, M, S, a partir de adubação;
- () ... aplicação e reação de maturadores para adiantar a colheita;
- () ... a compactação do solo;
- () ... a palha deixada no campo contribui para redução de erosões no solo;

Q4- (Eixo-3) O protocolo agroambiental estabeleceu metas e datas para o fim da queima da palha de cana. Assim, explique como esse fato pode ter contribuído com:

- a) o meio ambiente;
- b) o meio científico e tecnológico;
- c) a sociedade.

Q5- (Eixo-2 e 3) A colheita mecanizada da cana resultou no aumento da compactação do solo e prejuízos para o desenvolvimento do canavial. O que se pode fazer para minimizar esse problema?

SA2- Extração do caldo de cana-de-açúcar

Q1- (Eixo-1) A partir das sentenças abaixo, assinale (F) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Físicos e (Q) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Químicos.

- () ...os toletes de cana passam pela esteira metálica, picadores, desfibradores e facas niveladoras para posterior extração do caldo;
- () ...a retirada de metais na esteira de borracha pelo eletroimã;
- () ...a moagem da cana nos ternos da moenda;
- () ...a embebição do bagaço com água/caldo para dissolver o açúcar das células da cana e posterior extração do caldo misto;
- () ...a soldagem do revestimento superficial dos rolos da moenda, o metal utilizado na soldagem é uma liga FeCrC;
- () ... a moenda extrai o caldo por meio da pressão sobre o colchão de cana desfibrada;
- () ... o difusor extrai o caldo por meio da difusão e lixiviação do caldo;
- () ...o uso da peneira vibratória ou rotativa como método de remoção de impurezas grosseiras do caldo, como bagacilho, areia e terra; entre outros.

Q2- (Eixo-2) O bagaço de cana é categorizado como um subproduto da cana, pois pode ser queimado para produzir eletricidade. Assim, qual outra aplicação você daria ao bagaço, caso ocorresse excesso desse subproduto?

SA3- Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica

Q1- (Eixo-1) A partir das sentenças abaixo, assinale (F) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Físicos e (Q) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Químicos.

- () ... a queima do bagaço de cana na fornalha da termelétrica;
- () ... o calor aquece a água líquida nas tubulações no interior da termelétrica e faz produzir vapor de água superaquecido que gira a turbina do gerador de eletricidade;
- () ... segundo Cordeiro, et al (2009) as cinzas do bagaço de cana de açúcar podem ser constituídas por aproximadamente 61% de óxido de silício, SiO_2 e menores porcentagens de outros minerais, assim, podem ser utilizadas para formar substâncias na composição do concreto;
- () ...os gases e a fumaça da queima do bagaço passam pelo processo de lavagem, para reduzir o material particulado e os gases tóxicos que posteriormente serão dispersos na atmosfera;
- () ... o contato de água, vapores d' água, gases, fumaça e cinzas com as paredes metálicas da termoelétrica produzem a formação de ferrugens.

Q2- (Eixo-3) Explique como a possibilidade de geração de eletricidade a partir da queima do bagaço de cana pode ter influenciado os meios:

- a) científico e tecnológico;
- b) social e econômico;
- c) ambiental.

APÊNDICE - L

Modalidade de Ensino da Educação de Jovens e Adultos (EJA)

Etapa 1 Questionários inicial (**etapa 1, módulo 3**) e **Etapa 2** Questionário final (**etapa 2, módulo 2**) com a objetivo de obter informações sobre os conhecimentos dos alunos da EJA, antes e após a etapa de AC.

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre os fenômenos químicos e físicos (Eixo I), compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática (Eixo II), e as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) (Eixo III) que envolvem o setor sucroenergético. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

SA4 - Tratamento do caldo de cana de açúcar

Q1- (Eixo-1) A partir das sentenças abaixo, assinale (F) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Físicos e (Q) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Químicos.

- () ... um dos fatores do tratamento do caldo tem como intuito elevar o pH para evitar inversão de sacarose à açúcares redutores glicose e frutose;
- () ... a cal usada na construção civil (CaO) é dissolvida na água e dá origem a cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Essa substância irá fazer a caleação do caldo junto ao processo de clarificação do caldo de cana;
- () ... no processo de sulfitação do caldo de cana-de-açúcar, o SO_2 é obtido pela queima do enxofre elementar, em fornos rotativos na própria usina;
- ()... o gás SO_2 dissolvido no caldo forma o ácido sulfuroso, H_2SO_3 e posteriormente o CaSO_3 a partir da caleação do caldo.
- () ...o tratamento de caldo para produção de açúcar VHP (Very High Polarization), envolve adição e reação entre $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 e polímero polieletrólito aniônico;
- () ... uma das etapas do tratamento do caldo é a floculação das impurezas coloidais como ceras, graxas, proteínas do caldo, entre outras impurezas;
- () ... o tratamento de caldo para produção do açúcar cristal tem acréscimo da queima de enxofre e formação do gás dióxido de enxofre, SO_2 que reage com hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no caldo e forma o sulfito de cálcio, CaSO_3 pouco solúvel, que potencializa ainda mais a floculação das impurezas presentes no caldo;
- ()... o caldo passa por vários tanques e equipamentos, como: aquecedores, balão de flasch (para retirar os gases incondensáveis), decantadores (onde tem-se a separação entre caldo clarificado e impurezas coloidais (lodo));
- ()...o lodo é encaminhado até o filtro prensa onde é recolhido o caldo residual, restando a torta de filtro, que é um resíduo rico em fósforo;
- ()...o caldo clarificado passa por peneiras que retiram os bagacinhos de cana e é bombeado até o pré-evaporador e evaporadores 1,2 e 3, onde ocorre a concentração do caldo até se tornar xarope e após filtração é enviado a fábrica de açúcar;

Q2- (Eixo-2) A sulfitação do caldo também atua na inibição da deterioração do caldo, provocada por bactérias, fungos entre outros. Além disso, você concorda que os produtos químicos da sulfitação constitui um meio muito corrosivo e que provoca ferrugens nos equipamentos metálicos e que também pode gerar desconforto no ambiente de trabalho na usina?

a- discordo totalmente; b- discordo; c-concordo em parte; d- concordo; e- concordo totalmente.

Justifique sua resposta:

Q3- (Eixo-3) Explique de que modo a existência da “torta de filtro” e a possibilidade de sua utilização pode ter influenciado os meios:

- a) científico;
- b) tecnológico;
- c) ambiental.

SA5- Fermentação do mosto

Q1- (Eixo-1) A partir das sentenças abaixo, assinale (F) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Físicos e (Q) para as sentenças onde ocorrem fenômenos Químicos.

- () ... o mosto é preparado por meio da mistura de fontes açucaradas com água, ou caldo com água, ou a mistura dos três;
- () ... no enchimento da dorna de fermentação ocorre a diluição do fermento, resultando em cerca de 25% de fermento biológico (levedura) tratado na cuba e 75% de mosto;
- () ... a fermentação produz etanol e mais de 300 biomoléculas, principalmente glicerol, ácidos orgânicos (ácido succínico, láctico...) biomassa (reprodução das leveduras) e carboidratos de reserva (glicogênio e trealose);
- () ... o processo fermentativo ainda produz resíduos como CO₂, glicerol, biomassa celular “levedura mortas”;

Q2- (Eixo-3). Você considera que o aprimoramento científico e tecnológico dos processos industriais possa contribuir para redução de impactos ambientais e geração de emprego e renda?

a- discordo totalmente; b- discordo; c-concordo em parte; d- concordo; e- concordo totalmente.

Justifique sua resposta:

Q3- (Eixo-2) O fermento, ao longo da safra de cana, passa pelo processo de reciclagem, onde são retiradas as leveduras mortas. Você concorda que esse resíduo possa ser usado como alimento?

a- discordo totalmente; b- discordo; c-concordo em parte; d- concordo; e- concordo totalmente.

Justifique sua resposta:

Q4- (Eixo-3) Em média uma tonelada de cana-de-açúcar resulta em apenas 64 quilos (75 litros) de álcool, mas a produção de cada quilo (1kg) de álcool gera aproximadamente um quilo (1kg) de gás carbônico “CO₂” (ANDRADE & DINIZ, 2007). A Raudi Indústria e Comércio Ltda, de São Paulo, assinou em julho de 2002, em Maringá, com a Coopcana (Cooperativa Agrícola Regional de Produtores de Cana Ltda. de Paraíso do Norte) o primeiro contrato do País para transformar o CO₂ em bicarbonato de sódio “NaHCO₃” a partir do CO₂ liberado durante a fermentação do mosto, obtido da cana-de-açúcar (Jornal do Paraná, Folha de Londrina, julho/2002). A expectativa é que 1kg de CO₂ deva resultar em até 2kg de bicarbonato de sódio. O NaHCO₃ é utilizado no fermento químico; no desodorante; nos extintores de incêndio; nos antiácidos estomacais; nos cremes dentais, entre outros. Desse modo, explique

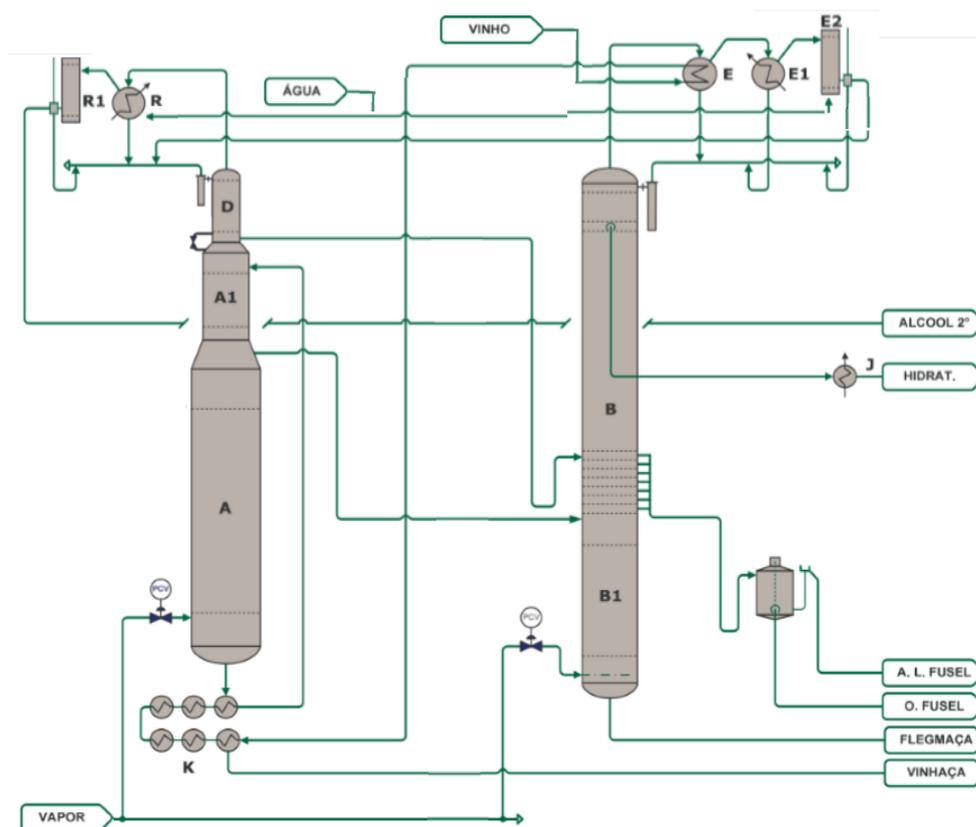
de que forma o desenvolvimento científico e tecnológico citado acima, poderá contribuir positivamente para a sociedade e para o meio ambiente.

SA6- Destilação do vinho de levedurado

Q1- (Eixo -1). Relacione os fenômenos físicos com suas sentenças.

- a-destilação; b- condensação; c- centrifugação.
- ()... processo usado para separar o vinho do fermento;
- ()... processo que se baseia no princípio da diferença de volatilidade entre o álcool “etanol” e os demais componentes do vinho;
- ()... trocadores de calor R e R1, Figura 1, onde se recupera os compostos mais voláteis, principalmente os aldeídos, ésteres e metanol;
- ()... processo que ocorre nas colunas A, A1 e D, de acordo com a Figura 1, onde se obtém a flegma, mistura com até 65% de álcool;
- ()... trocadores de calor E1 e E2, Figura 1, onde se recupera os vapores alcoólicos, o chamado álcool bruto;
- ()... processo que ocorre nas colunas B e B1, Figura 1, onde se obtém o etanol hidratado combustível, EHC;

Figura1 - Esquemática da configuração clássica de uma coluna de destilação para EHC



Fonte: MEIRELLES, 2006 (adaptado).

Q2-(Eixo-3) Para cada 1 litro de etanol produzido são gerados cerca de 13 litros de vinhaça. Explique de que modo a existência da vinhaça e sua utilização pode ter influenciado os meios:

- científico e tecnológico;
- social;
- ambiental.

Leia as sentenças abaixo e responda as questões **3 e 4**:

- queima do bagaço de cana-de-açúcar na co-geração de eletricidade e vapor de água;

- queima de diesel nos motores das máquinas agrícolas e caminhões que trabalham no manejo do solo e no transporte da cana até a usina;

- queima do próprio etanol vendido como combustível para veículos de passeio;

- decomposição da palha de cana deixada no campo, torta de filtro e vinhaça.

Todas as sentenças acima proporcionam emissões de gases estufa, exclusivamente o CO₂, contudo, o setor sucroenergético é visto como um setor que visa a sustentabilidade na produção.

Q4- (Eixo-3). No seu ponto de vista, como o setor sucroenergético tem contribuído no contexto:

- a) científico e tecnológico;
- b) social;
- c) ambiental.

ANDRADE, J. M., & DINIZ, K. M. (2007). *Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão*. Especialização em Gerenciamento Ambiental (Monografia). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

MACHADO, R.M.D., TOLEDO, M.C.F, VICENTE, E. Sulfitos em alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.9, n.4, p.265-275, 2006

APÊNDICE - M

Modalidade de Ensino da Educação de Jovens e Adultos (EJA)

Etapa 2 Questionários final (**Etapa 2, módulo 2**) com o objetivo de obter informações sobre a satisfação e a viabilidade da pesquisa junto aos alunos da EJA.

Como parte desta pesquisa, gostaria de saber sua opinião quanto ao seu nível de satisfação e viabilidade do projeto de pesquisa que propôs um ensino de Química por meio de processos industriais do setor sucroenergético.

Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: _____ Série: _____ Data: _____

Q1- Qual foi o seu nível de satisfação no decorrer do projeto de pesquisa ? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” a menor satisfação e “10” a maior satisfação.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q2- Você acha viável esse tipo de projeto para melhorar o ensino de Química? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” não é viável e “10” é muito viável.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q3- Você acredita que as aulas dos alunos do curso Técnico em Açúcar e Álcool ajudaram na compreensão de processos Químicos e Físicos? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” não ajudou e “10” a máxima ajuda.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q4- Você acredita que o intercâmbio entre alunos de Cursos Técnicos e alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) pode vir a ajudar no aprendizado das diferentes áreas do conhecimento. Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” não pode ajudar “10”. pode ajudar muito.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q5- Ter participado do intercâmbio entre as duas escolas “E.E Jeremias de Paula Eduardo” e “ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral” possibilitou fazer comparações interpessoais que me levaram a perceber que sou capaz de prosseguir nos estudos? Assinale a escala de 0 a 10, sendo “0” não possibilitou “10” possibilitou muito.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

APÊNDICE- N

Quadro : As 6 SAs e os três eixos estruturantes da alfabetização científica

Eixo SAs	I	II	III
Plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar	<p>Pensar nas 6 SAs, a partir das perspectivas do eixo estruturante I e identificar (evidenciar) possíveis fenômenos químicos (transformações Químicas, TQ) e fenômenos físicos (transformações Físicas, TF) que poderão ser abordados.</p>	<p>Pensar nas 6 SAs, a partir das perspectivas do eixo estruturante II, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que fazer com o resíduo vinhaça? Justifique. - O que fazer com o resíduo torta de filtro? Justifique. - O que fazer com o resíduo óleo fúsel? Justifique. - O que fazer com o resíduo melaço? Justifique. - O que fazer com o resíduo palha e bagaço de cana? Justifique. - O que fazer com a resíduo levedura seca? Justifique. - O que fazer com a resíduo CO₂? Justifique. - A produção de eletricidade pela queima do bagaço de cana é um processo que visa a sustentabilidade? O que você acha? Justifique. - O que fazer com o resíduo cinzas da queima do bagaço? Justifique. - entre outros. 	<p>Pensar nas 6 SAs, a partir das perspectivas do eixo estruturante III, e fazer o levantamento de dados científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - evidenciam o setor sucroenergético no contexto de produção que visa a sustentabilidade; - pressupõem o etanol de cana-de-açúcar como combustível de baixo carbono; - pressupõem pontos positivos e negativos da queima do bagaço de cana na co-geração de eletricidade e vapor; - pressupõem pontos positivos e negativos da mecanização de colheita da cana; - pressupõem os pontos positivos e negativos após a utilização dos resíduos de produção; - entre outros.
Extração do caldo de cana-de-açúcar			
Queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica			
Tratamento do caldo			
Fermentação do mosto			
Destilação do vinho de levedura			

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

APÊNDICE - O

A experimentação na EJA

No final do século XIX, por meio do pioneirismo de Inglaterra e Estados Unidos, o currículo escolar passa a incorporar a experimentação. No entanto, foi na década de 1930 que se deu a valorização da experimentação no ensino junto a trabalhos escolares produzidos por alunos. Por outro lado, no Brasil, o enfoque experimental ocorreu no início do século XX e teve por objetivo enfatizar experimentos relacionados ao interesse econômico, a exemplo de processos de extração e transformação de matérias primas (SILVA et al. 2010).

A experimentação no ensino de Ciências, segundo DUARTE (2014), deve abordar processos relacionados ao contexto social e histórico do aluno, de modo a tornar o aprendizado significativo para ele.

Com esse enfoque, a partir de demonstrações de experimentos simples no estudo de termoquímica na EJA, FIGUEIREDO et al. (2017) argumentam que foi regularmente possível ascender hipóteses a partir do senso comum dos estudantes sobre os fenômenos observados. Logo, coube ao professor mediar o diálogo entre os estudantes e conduzir as argumentações de senso comum para o senso científico. Contudo, cita o autor, que se deve ter prudências ao conduzir as argumentações referentes às evidências químicas, pois estas terão que fazer a ponte que conecta a Química macroscópica (fenomenológica) com a Química microscópica para ocorrer a alfabetização científica, AC.

A pesquisa de FIGUEIREDO et al. (2017) reforça a importância da experimentação no processo de ensino de Química, pois através dos experimentos e discussões sobre as hipóteses, os estudantes da EJA alcançaram um olhar crítico sobre os fenômenos químicos, e aproximaram a Química de seu cotidiano.

De acordo com SASSERON e MACHADO (2018), essa metodologia ainda pode ser melhorada se os estudantes tiverem mais liberdade para elaborar seus próprios experimentos, pois isso engaja o estudante na proposição de conceitos, procedimentos, atitudes, debates e reflexões próprias que reforçam os aspectos da AC.

A pesquisa realizada por RAMOS e SÁ (2013), sobre a AC por meio da experimentação, obteve boa participação dos estudantes e resultados satisfatórios quanto aos indicadores de AC. Contudo, os autores afirmam que a baixa estima dos

estudantes da EJA e a falta de familiarização com a metodologia de estudo pode vir a dificultar a aprendizagem.

Ademais, CHASSOT (2018) e ALMEIDA et al. (2012) salientam que o ensino de Química deve engajar os discentes no estudo e na experimentação de um processo químico de importância regional e/ou do dia-a-dia; assim também se facilita a AC, de modo que o discente perceba a aplicabilidade dos conceitos científicos de forma mais específica e também tenha preparação para o mercado de trabalho.

Também é importante ressaltar segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, OCEM (BRASIL, 2006b) que as atividades práticas não sejam usadas apenas com o propósito de testar a teoria, mas que possam vir acompanhadas de discussões e construções de novos argumentos que, a partir da compreensão teórico-conceitual da situação estudada, evidencie a AC.

Assim, a experimentação no ensino de Química na EJA reforça a atividade prática de buscar evidências de fenômenos macroscópicos (observar), propor hipóteses, argumentar e construir novas conclusões a partir dos conhecimentos prévios. Esse procedimento vai de encontro com a visão de mundo dos estudantes da EJA, já que eles (BRASIL, 2006a, p.5) “[...] trazem uma noção de mundo mais relacionada ao ver e ao fazer, uma visão de mundo apoiada numa adesão espontânea e imediata às coisas que vê”.

Por fim, aulas práticas que se refiram a fatos tecnológicos e/ou fenômenos naturais que tenham relação com a realidade dos estudantes da EJA podem engajá-los na investigação e problematização do experimento ou fatos tecnológicos, ao ponto deles se sentirem capazes e participarem das exemplificações dos fenômenos observados (BRASIL, 2002).

APÊNDICE - P

As etapas produtivas do setor sucroenergético

A etapa-1 referente à Situação de Aprendizagem 1, SA1, consiste no plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar. Porém, antes do plantio da cana, o solo precisa ser preparado físico, químico e biologicamente para garantir a brotação, o crescimento e o estabelecimento da cultura (União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA , 2016).

Logo, as ações físicas consistem basicamente em atenuar ou eliminar a compactação, adensamento e encharcamento do solo através de arações, subsolagens, gradagens leves, medias e pesadas, entre outras, de acordo com a União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA (2016).

De acordo com SOUZA et al. (2012) o maior grau de compactação do solo diminui o desenvolvimento radicular e a produtividade da cultura de cana-de-açúcar. Desse modo, uma das alternativas para diminuir a pressão dos pneus sob o solo e reduzir a compactação do solo é aumentar a área de contato dos rodados (pneus) com o solo, ou seja, usar pneus mais largos (KELLER, ARVIDSSON, 2004).

As ações químicas consistem resumidamente na atenuação ou eliminação dos baixos teores de nutrientes e elevados teores de alumínio, manganês e sais de sódio, por meio da aplicação de (SEGATO et al. 2006 e União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA , 2016):

- torta de filtro, que contém 1,2 a 1,8% de fósforo e outros macronutrientes como o cálcio e boa quantidade de micronutrientes;
- calagem, que consiste na aplicação de calcário “cálcio e magnésio” para corrigir a acidez e pH do solo, além de fazer a neutralização do alumínio e manganês que podem ser tóxicos para as plantas;
- fosfatagem, que consiste na aplicação de fósforo “P₂O₅”, que entre vários fatores, auxilia no desenvolvimento radicular da planta, por isso deve ser muito bem incorporado no solo;
- gessagem, que não corrige o pH e acidez do solo, mas faz a percolagem de cálcio, magnésio, potássio e outros cátions para camadas mais

profundas do solo, atuando como um condicionador de nutrientes nos solos, o que ajuda no aprofundamento das raízes das plantas;

- a aplicação de vinhaça, resíduo da produção de etanol e rico em nutrientes com destaque para o potássio.

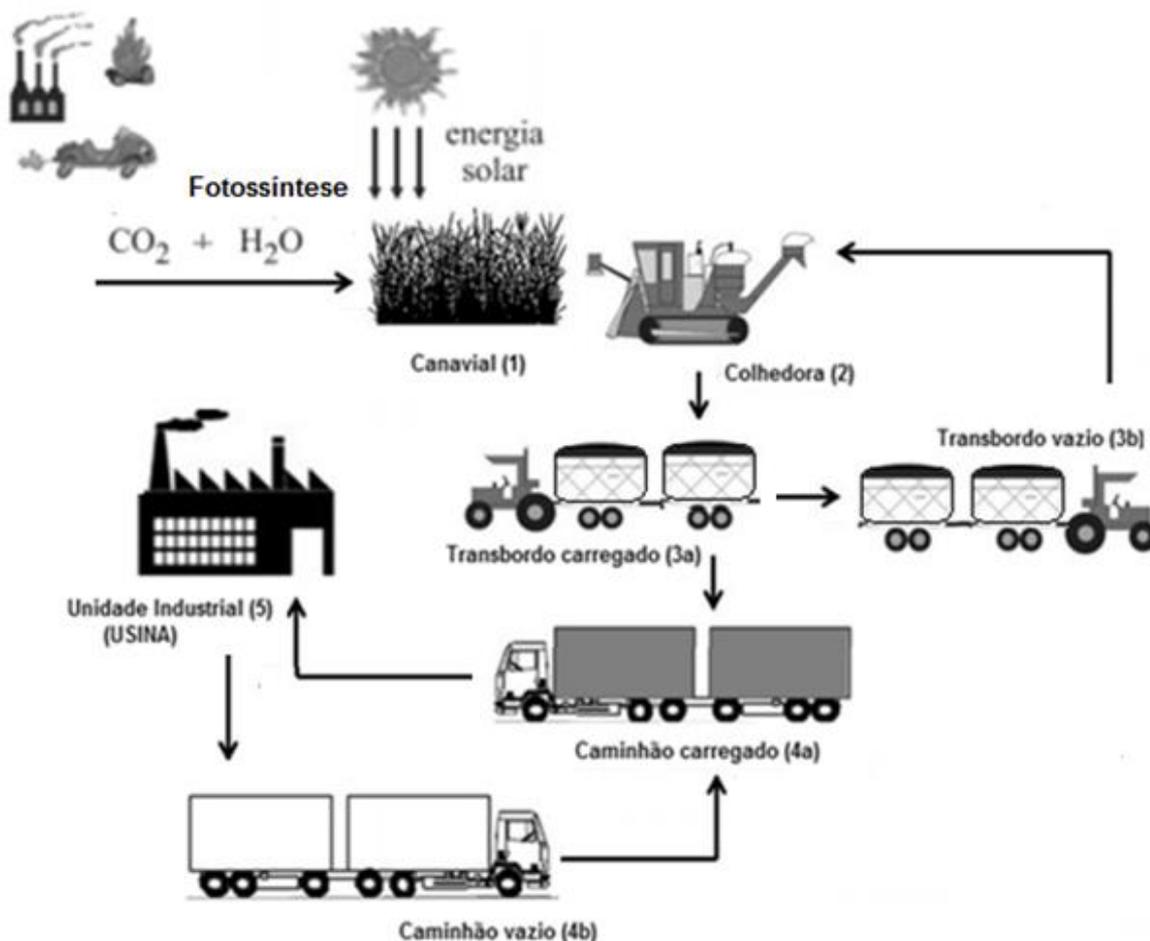
A ação biológica consiste basicamente em aplicação de nematicidas, controle de plantas daninhas e pragas do solo.

O plantio da cana pode ser manual ou mecanizado e são processos físicos que envolvem corte, carregamento e transporte de mudas de cana do viveiro até o local de plantio. Em ambos os casos, manual ou mecanizado é necessário fazer a sulcação/adubação do solo. A sulcação/adubação consiste simultaneamente na abertura de sulcos no solo e adição de fertilizantes antes da acomodação das mudas (SEGATO et al. 2006 e União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA , 2016).

As mudas podem ser cana inteira (plantio manual) ou toletes, pequenos pedaços do colmo da cana (plantio mecanizado), e após serem colocadas nos sulcos, estes são cobertos com solo. Um fato importante durante todo o manejo é o de evitar a destruição das gemas da cana, pois as gemas são os locais onde se dará a brotação (SEGATO et al. 2006 e União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA , 2016).

No decorrer do crescimento da cana, nos tratos culturais, ocorrem processos químicos devido à aplicação e ação de herbicidas, fertilizantes, inseticidas e maturadores químicos. Logo, a colheita, especificamente mecanizada, ocorre por meio de colhedoras que fazem a desponta da cana, o corte basal e picam o colmo da cana em toletes separando-os de parte das folhas. As folhas podem ou não serem deixadas no campo, de acordo com a política agrícola e econômica da empresa. Já os toletes de cana são lançados mecanicamente para dentro dos transbordos (carretas puxadas por tratores), os quais levam a cana colhida da colhedora até o local onde estão os caminhões, vide esquema da Figura 1. Estes farão o transporte rodoviário da cana até a usina (SEGATO et al. 2006 e União dos Produtores de Bioenergia, UDOP e Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, IEA , 2016).

FIGURA 1. Esquema simplificado da colheita, transbordo e transporte até a usina.



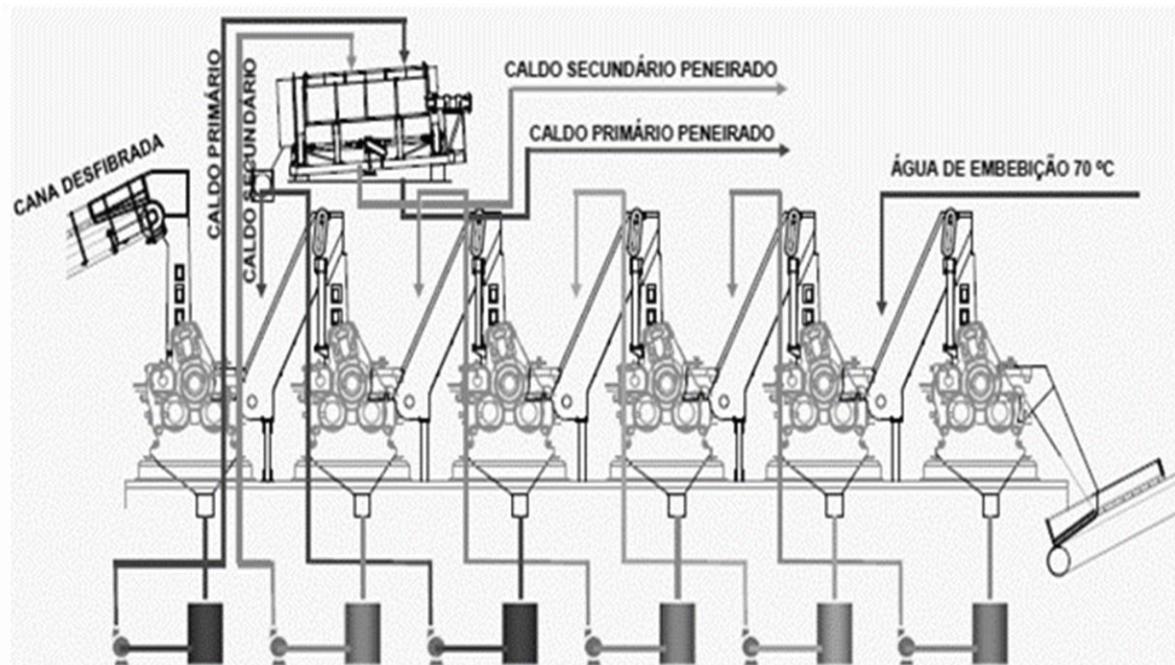
Fonte: Adaptado a partir do esquema de MILAN e ROSA (2015)

A etapa-2 referente à Situação de Aprendizagem 2, SA2, refere-se à extração do caldo de cana-de-açúcar. Dessa forma, antes do caldo ser extraído nas moendas, a cana passa por dois processos preliminares, a recepção e o preparo. A recepção consiste nos processos físicos de pesagem da cana, amostragem, estocagem (se for necessário) e limpeza a seco. Já o preparo tem por objetivo os processos físicos necessários para diminuir o tamanho da cana e romper suas fibras expondo as células parenquimáticas (células que armazenam o açúcar) para facilitar a extração do caldo. Isso ocorre por meio de ação mecânica do picador e desfibrador (UDOP e IEA, 2016; SEGATO et al. 2006).

A extração consiste em outro processo físico, o de separação das fibras da cana (bagaço) do caldo por meio da moagem, onde a cana desfibrada passa entre dois rolos, os quais exercem pressão sobre o colchão de cana desfibrada fazendo o

caldo sair. Esses dois rolos compõem juntamente com outros rolos o que se denomina de terno da moenda, como ilustrado na Figura 2. (UDOP e IEA, 2016).

FIGURA 2. Esquema simplificado da moenda e o conjunto de ternos.



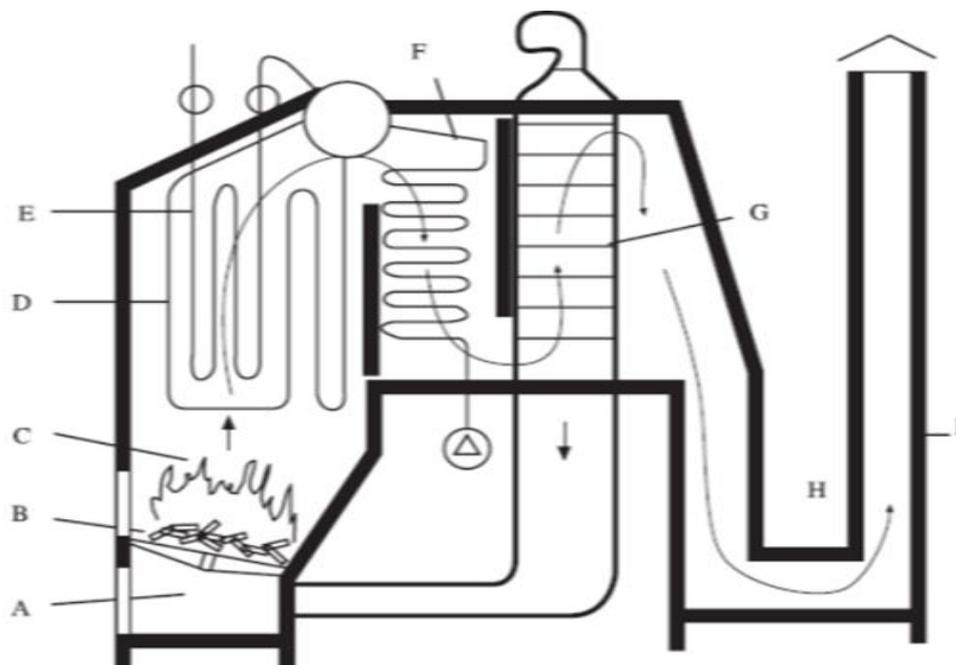
Fonte: BAPTISTA, A. S. ESALQ/USP, LAN 685, 2017 a.

A cana desfibrada passa por uma sequência de seis ternos, Figura 2, sendo que apenas no primeiro terno não ocorre a embebição. A embebição consiste na injeção de água que irá dissolver o açúcar ainda preso nas células parenquimáticas e assim facilitar a extração do restante do caldo. Por fim, o bagaço com cerca de 50% de unidade e pH aproximado de 5,6 é levado por esteiras mecânicas até a termelétrica, onde sofre a combustão e se tem a co-geração de energia. Já o caldo irá para as etapas de clarificação (UDOP e IEA, 2016).

A etapa-3 referente à Situação de Aprendizagem 3, SA3, consiste na queima do bagaço de cana-de-açúcar na termelétrica. Assim, logo que o bagaço sai do último terno da moenda, ele vai para a fornalha da termelétrica, onde sofre o processo químico de combustão e o calor liberado faz a transformação física da água líquida no interior das tubulações em água no estado de vapor. O vapor é, então, direcionado para a turbina acoplada ao gerador para conversão de energia mecânica em energia elétrica.

A termelétrica é um equipamento conhecido como gerador de vapor, pois produz o vapor d'água superaquecido necessário para movimentar as palhetas da turbina. Assim, com mais especificidade, de acordo com BIZZO (2003) a termelétrica é constituída basicamente por nove compartimentos, de acordo com a Figura 3, são:

FIGURA. 3 Esquema simplificado da caldeira (termelétrica)



Fonte: BIZZO W. A. Campinas (SP): Unicamp: Apostila. 2003.p.15

A- cinzeiro, local abaixo da fornalha, onde se depositam as cinzas da queima do bagaço;

B- fornalha, local onde se tem o início da queima do bagaço;

C - câmara de combustão, local onde se conclui a combustão do bagaço;

D - tubos evaporadores são tubos com água pressurizada, e que, ao receberem calor, a água líquida no seu interior transforma-se em vapor d'água;

E- superaquecedor, tubulação responsável por transformar o vapor saturado em vapor superaquecido;

F- economizador, local onde ocorre a troca térmica entre a água líquida que irá abastecer a termelétrica e o calor residual da fumaça e dos gases da combustão que irão sair pela chaminé;

G- pré-aquecedor de ar, local onde ocorre a troca térmica entre a fumaça e os gases de combustão e o ar que irá alimentar a queima do bagaço;

H- e por fim, os canais de gases e chaminé são os trechos por onde irão passar os gases e fumaça da combustão do bagaço.

Além do bagaço, também é possível queimar a palha da cana e aumentar a co-geração. Logo, de acordo com COELHO (1999), a co-geração é a geração simultânea de energia térmica e mecânica, a partir de um mesmo combustível, ou seja, no caso específico das usinas do setor sucroenergético, temos a produção de vapor e eletricidade.

A eletricidade produzida pode suprir parcialmente o sistema elétrico na época de estiagem, quando os reservatórios de água das hidrelétricas estão baixos (TROMBETA, CAIXETA FILHO, 2017; PAOLIELLO, 2006). De acordo com PAOLIELLO (2006) e SOUZA, AZEVEDO (2006) também é possível o uso do bagaço na produção de papel, plásticos, matéria-prima para compensados e para indústria química em geral. Há também o uso do bagaço para produção de etanol de segunda geração (CATELAN, PINOTTI, 2019) e alimentação de bovinos (LEME, et al. 2003).

De acordo com CASTRO e MARTINS (2016), as cinzas da queima do bagaço de cana-de-açúcar, produzidas nas termelétricas do setor sucroenergético, podem ser utilizadas na produção de argamassas. Assim, o aproveitamento desse resíduo se dá a partir da substituição parcial de areia por cinza do bagaço e, também pela substituição de uma pequena porcentagem do cimento. Segundo os autores supracitados, o aproveitamento desse resíduo pode reduzir a necessidade de áreas para destiná-lo e, ao mesmo tempo, utilizar menos areia e cimento, o que ajuda a mitigar os impactos ambientais de extração desses minerais.

Segundo REBELATO, MADALENO e RODRIGUES (2016) as cinzas do bagaço de cana-de-açúcar podem apresentar cerca de 60% de dióxido de silício (SiO_2) e menor porcentagem de óxido de potássio, óxido de magnésio, óxidos de fósforo e óxido de cálcio. Assim, os autores argumentam que muitas usinas destinam essas cinzas à lavoura, e que esta prática é considerada ambientalmente correta, desde que atendam aos parâmetros de controle ambiental.

A queima do bagaço libera gases constituídos basicamente por monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de carbono (CO_2) e baixa quantidade de dióxido de enxofre (SO_2). Segundo REBELATO, MADALENO e RODRIGUES (2016) existem tecnologias para evitar o escape de 100% desses gases. Contudo, é uma tecnologia ainda economicamente inviável e as usinas acabam por não utilizá-la.

A etapa-4 referente à Situação de Aprendizagem 4, SA4, nela, ocorre o tratamento do caldo, cujo principal objetivo é a eliminação máxima de impurezas visando obter um caldo claro, límpido e brilhante. Desse modo, o tratamento é dividido em duas fases: a primeira fase consiste nos processos físicos de remoção de sólidos insolúveis (areia, argila, bagacilho de cana etc.) através de peneiras.

A segunda fase é o tratamento químico que visa à eliminação das demais impurezas coloidais insolúveis e impurezas solúveis, numa sequência de processos com vista na coagulação, floculação e precipitação desses coloides e demais substâncias corantes a serem removidas por decantação e filtração (ALBUQUERQUE, 2009; UDOP e IEA, 2016). Esse é o tratamento mais completo do caldo com os processos químicos de sulfitação, caleagem e adição de polímeros.

Assim, a sulfitação é um processo químico que tem início com a queima de enxofre na enxofreira e produção do gás dióxido de enxofre (SO_2). Este gás é dissolvido no caldo aquecido a 60°C e reduz o pH de valores entre 5 e 5,5 para 3,8 e 4,3. Esse processo tem por objetivo fazer a coagulação de coloides, formar o precipitado sulfito de cálcio, CaSO_3 (principalmente após a calagem), diminuir a viscosidade do caldo e xarope, entre outros (ALBUQUERQUE, 2009; UDOP e IEA, 2016; BAPTISTA, 2017b).

De acordo com ARAÚJO (2017), durante a queima do enxofre na enxofreira é emanado quantidades relativamente altas do gás SO_2 para o meio ambiente. Por sua vez, a principal via de exposição humana ao dióxido de enxofre, SO_2 é a inalatória, e os efeitos adversos da exposição são dificuldade respiratória, alteração na defesa dos pulmões, agravamento de doenças respiratórias e cardíacas, também irrita o nariz, garganta e pulmões causando tosse e falta de ar, chiado no peito, crises de asma, entre outros (CETESB, 2017).

ARAÚJO (2017) cita que o enxofre, além de ser muito tóxico, asfixiante, ter odor sufocante e irritante, é também corrosivo. Além de tudo, o gás anidrido sulfúrico (SO_3) também poderá ser produzido durante a queima do enxofre. Isso ocorre quando o ar de combustão contém umidade, levando a formação de ácido sulfúrico, H_2SO_4 que provoca corrosão em tubulações e equipamentos.

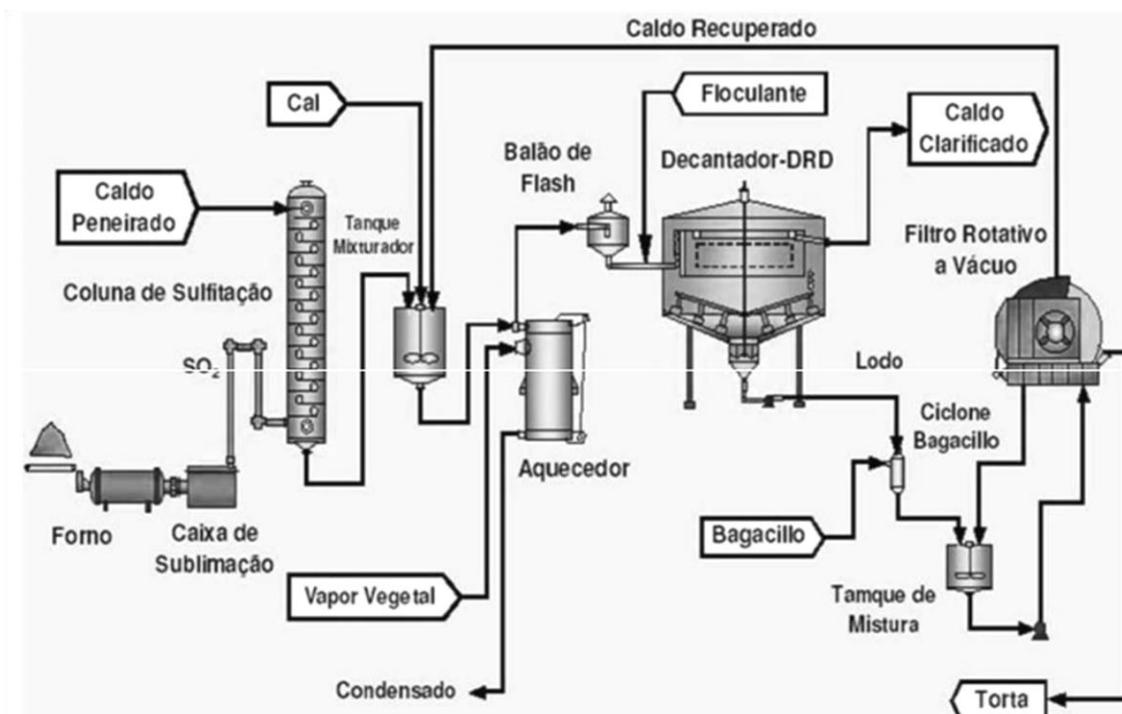
A calagem é o processo químico que consiste na hidratação da cal (97 a 98% de CaO e 1% de MgO) formando basicamente o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) o chamado “leite de cal” que é dissolvido junto ao caldo sulfitado, onde se tem início a floculação e precipitação das impurezas coloidais como ceras, graxas, proteínas,

entre outras impurezas, muito pela formação do CaSO_3 . A calagem eleva o pH do caldo a valores entre 7,2 e 7,4 diminuindo a ação corrosiva nas tubulações e evitando a inversão de sacarose a açúcares redutores (glicose e frutose) (ALBUQUERQUE, 2009; UDOP e IEA, 2016; BAPTISTA, 2017b).

Nos casos onde o teor de fósforo no caldo é baixo, inferior a 250 ppm de P_2O_5 , é recomendado a fosfatagem com ácido fosfórico até valores entre 300 e 400 ppm, para melhorar a clarificação do caldo por meio da formação de flocos com sais de fósforo e cálcio. Em seguida, de acordo com a ilustração da Figura 4, o caldo sulfitado e caleado (calagem) é aquecido a temperaturas entre 105°C e 110°C . Isso faz acelerar as reações químicas que darão origem à coagulação e floculação, além de esterilizar o caldo. Posteriormente se retira os gases incondensáveis e se adiciona um polímero (floculante) junto ao caldo já no interior do decantador (ALBUQUERQUE, 2009; UDOP e IEA, 2016).

Logo após a sedimentação das impurezas (o lodo) nos decantadores, o caldo clarificado segue para os evaporadores até o ponto de xarope, e o lodo segue para filtração a vácuo, onde são retirados o caldo filtrado e a torta de filtro, como ilustrado na Figura 4 (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016; ALBUQUERQUE, 2009; UDOP e IEA, 2016).

FIGURA 4- Esquema simplificado do tratamento do caldo de cana



Fonte: BAPTISTA, A. S. ESALQ/USP, LAN 1458, 2017.

A torta de filtro também pode ser utilizada na produção de biogás. Logo, estudos realizados por BARROS (2017) revelaram bons resultados experimentais na produção de gás metano (CH_4) a partir de vinhaça suplementada com torta de filtro em biodigestores anaeróbios.

Ademais, em relatório anual 2018/2019, a empresa Raízen informou a implantação da primeira planta industrial de produção de biogás a partir da digestão anaeróbia de torta de filtro e vinhaça no município paulista de Guariba. Segundo a empresa, o biogás será usado na geração de energia elétrica.

A etapa-5 referente à Situação de Aprendizagem 5, SA5, consiste na fermentação do mosto, porém é necessário o preparo do mosto, um líquido pronto para ser fermentado. O mosto, de acordo com LIMA et al. (2001), pode ser constituído de caldo clarificado ou melaço diluído com água ou do tipo misto (melaço diluído com caldo clarificado). Já o melaço ou mel final é um subproduto extraído durante a centrifugação da massa cozida B, etapa intermediária da produção de açúcar, e que pode conter em média até 62% de açúcares (dentre estes 62%, cerca de 30% são de sacarose) (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2011).

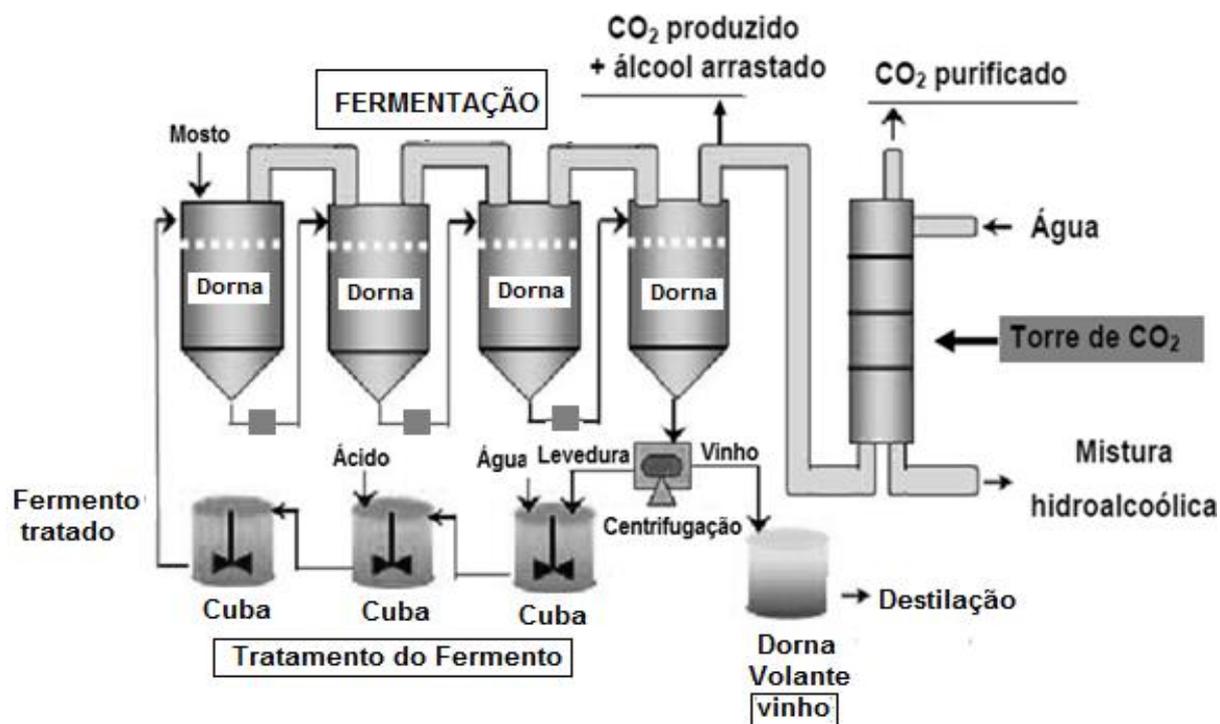
Assim, o mosto preparado nas destilarias brasileiras é normalmente uma mistura de melaço diluído em água com teor de sólidos solúveis entre 18 a 20%, ou seja, 18 a 20° Brix (LIMA et al. 2001; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012).

Por outro lado, se o mosto for de caldo de cana-de-açúcar, denominado de caldo misto (caldo extraído a partir do processo de embebição do bagaço) é normalmente clarificado por meio de aquecimento, decantado e filtrado, e posteriormente resfriado a cerca de 32°C e pH 4,5. Em média, esse mosto deverá apresentar um Brix de 12%, ou seja, 12g de sólidos solúveis por 100g de mosto (LIMA et al. 2001; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012).

Após o preparo do mosto inicia-se a alimentação da dorna de fermentação, a qual, já se encontra o fermento em um volume útil de 20 a 25% da dorna, de acordo com a ilustração abaixo, Figura 5. A partir de então, por cerca de 8 horas ocorrerá à fermentação alcoólica, um processo biológico que usa a levedura *Sacharomices cerevisae* para converter o açúcar contido no mosto em etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) e dióxido de carbono (CO_2). A fermentação alcoólica consiste em um processo químico exotérmico que produz $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CO_2 e muitas outras biomoléculas em menor quantidade. O CO_2 produzido é normalmente coletado, lavado e lançado na atmosfera através da torre de lavagem de CO_2 , equipamento anexo à dorna de

fermentação, como ilustrado na Figura 5 (LIMA et al. 2001; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012; UDOP e IEA, 2016; REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016).

FIGURA 5 Esquema das dornas de fermentação alcoólica contínua com reciclo de levedura.



Fonte Adaptado de Usina Vale do Paranaíba.

Após o término da fermentação, o mosto fermentado recebe o nome de vinho levedurado. Este é filtrado e enviado às centrifugas para separação do vinho e levedura, Figura 5 acima. Após a separação, o vinho com teor alcoólico entre 7 a 10% é acondicionado em dornas volantes e aguardará a destilação. Já a levedura é encaminhada até as cubas para o tratamento com água, ácido sulfúrico, antibióticos e/ou bactericidas em pH 2,2 a 3,0 e agitação constante por cerca de 3 horas, retornando a outra dorna de fermentação após esse tempo (SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012; UDOP e IEA, 2016).

O melaço, de acordo com REBELATO, MADALENO e RODRIGUES (2016), também pode ser utilizado como fertilizante e como alimento para animais. Contudo, também é muito poluente, já que possui até 85° Brix e elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A multiplicação das leveduras, junto ao processo fermentativo e de tratamento do fermento, faz com que o excedente do fermento seja retirado e desidratado para se obter a levedura seca, subproduto rico em proteínas e vitaminas do complexo B, utilizado na composição de ração animal e na indústria alimentícia (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016).

De acordo REBELATO, MADALENO, RODRIGUES (2016), há levantamentos de que para cada 92g de C_2H_5OH produzidos durante a fermentação alcoólica são emitidos 88g de CO_2 . Apesar da grande maioria das usinas desperdiçarem esse resíduo, ele pode ser capturado em processo de produção do fertilizante carbonato/bicarbonato de amônio, $(NH_4)_2CO_3/NH_4HCO_3$ (FUZATO, GARCIA, ROSSELI, 1988). De acordo com BERNARDI et al. (1999) o processo consiste na carbonatação da aquamônia, ou seja, reação química envolvendo o CO_2 , amônia (NH_3) e água (H_2O) formando o bicarbonato de amônio (NH_4HCO_3) e carbonato de amônio ($(NH_4)_2CO_3$).

A etapa-6 referente à Situação de Aprendizagem 6, SA6, a destilação do vinho, que ocorre logo após a centrifugação do vinho levedurado. Assim, a destilação é um processo que se baseia no princípio da diferença de volatilidade dos componentes do vinho, produzido durante a fermentação alcoólica, o qual é constituído basicamente por água, etanol e também pequenas frações de outros componentes divididos nos estados sólido, líquidos e gasosos (MEIRELLES, 2006; UDOP e IEA, 2016).

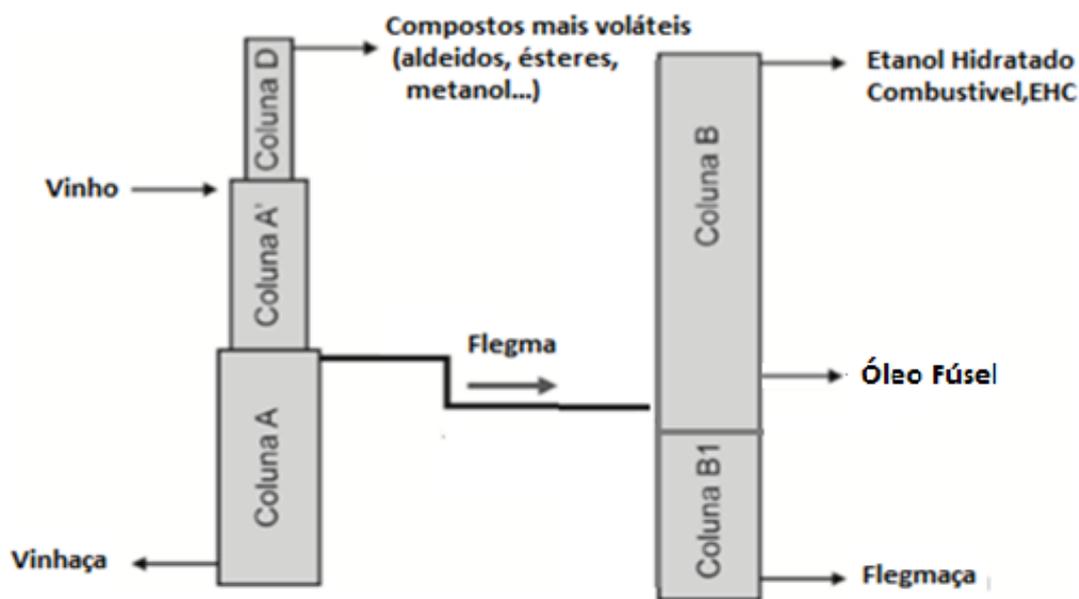
A destilação, segundo SANTOS, BORÉM, CALDAS (2012), UDOP e IEA (2016) e LIMA et al. (2001), ocorre com auxílio de colunas usadas quando se deseja separar uma mistura em duas outras misturas, utilizando calor como agente de separação, assim, a mistura mais volátil é chamada de destilado, enquanto a mistura menos volátil é chamada de resíduo.

O interior das colunas contém bandejas ou pratos perfurados que facilitam o contato entre o vapor d'água saturado (a fonte de calor que chamamos de agente de separação) que sobe pela coluna em contracorrente com o vinho que desce. Isso estabelece o processo de destilação do álcool.

Portanto, a destilação por meio de colunas denominadas A, A' e D, Figura 6, tem por objetivo eliminar a vinhaça (mistura menos volátil) na coluna A, aumentar a concentração de etanol na coluna A' e eliminar parte das impurezas leves, ou seja, as substâncias de menor temperatura de ebulição (mistura mais volátil) na

coluna D, principalmente aldeídos, ésteres e metanol. Na coluna A', com o aumento da concentração do etanol, se obtém a flegma, mistura com até 65% de álcool que deixa o topo da coluna A e entra na base da coluna de retificação B. (MEIRELLES, 2006; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012).

FIGURA 6. Esquema das colunas de destilação e retificação de etanol.



Fonte: Adaptado de Lopes, Gabriel e Borges (2011)

Na base da coluna A, Figura 6, sai a vinhaça, um efluente com elevada carga orgânica (20 a 35g/L) e pH na faixa de 5 a 5,5 (REBELATO, MADALENO, RODRIGUES, 2016). Contudo é um efluente rico em nutrientes, principalmente o potássio, e tem grande potencial poluidor. Mas como dito anteriormente, ela é usada como fertilizante nas lavouras de cana e também nos reatores anaeróbios para produção de biogás.

Nas colunas B1 e B, Figura 6, ocorre o processo de retificação, que consiste em concentrar ainda mais o etanol, com o uso de calor como agente de separação, até se obter o etanol hidratado combustível, EHC, na coluna B, com teor alcoólico de 92,5% e 94,6% m/m, e a flegmaça (fração menos volátil) na base da coluna B' (MEIRELLES, 2006; SANTOS, BORÉM, CALDAS, 2012).

De acordo com os autores supracitados, o óleo fúsel é um efluente composto basicamente pelos álcoois isoamílico, isobutílico, n-amílico, n-butílico e isopropanol, além de aldeídos e ácidos graxos. Ele é extraído da coluna B e pode ser vendido para indústrias químicas com finalidade de se obter outros produtos. Já o

efluente flegmaça que sai na base da coluna B1 é composto basicamente por água e traços de óleo fúsel. Estima-se que para cada litro de etanol são gerados aproximadamente 2,8 L de flegmaça e, de acordo com os autores supracitados, ela é destinada nas lavouras de cana e/ou retornam-na à cabeça da coluna A.

APÊNDICE – Q

Descrição das observações da feira tecnológica

A equipe SA2 seguiu rigorosamente o planejado no design thinking e fez as explicações abordando a TF e TQ no decorrer da extração do caldo, apresentou a solução para o problema de desgaste dos rolos da moenda, explicou o aproveitamento do resíduo bagaço, citou fatores econômico e sociais referentes ao emprego do bagaço na co-geração de energia e sua utilização na produção de eletricidade.

As alunas (E32, E46 e E52) dessa equipe fizeram as apresentações por meio do diálogo com demonstrações de imagens e fotos do processo de extração do caldo. Também apresentaram amostras de cana inteira, picada, desfibrada, bagaço, caldo primário e caldo secundário; além disso, enfatizaram o fim da lavagem de cana e a redução no descarte de resíduos.

A equipe SA3 (dos alunos E36, E40, E42, E43 e E45) construiu uma termelétrica usando panela de pressão, manômetro, tubos de cobre, fogareiro a gás, cooler de computador e lâmpada de led. Também apresentou amostras de bagaço e cinzas do bagaço de cana. Em síntese, apesar da entrega da ideia final ter sido sucinta, o diálogo com os visitantes da feira resultou na demonstração prática de funcionamento da termelétrica com co-geração de energia, apontamentos de TQ e TF que ocorrem durante a co-geração, aproveitamento do resíduo bagaço para produção de papel, plástico, alimentação animal e produção de etanol de segunda geração.

Os alunos dessa equipe também enfatizaram o uso das cinzas do bagaço na substituição parcial da areia na constituição do concreto. Também fizeram apontamentos sobre a absorção do dióxido de carbono, CO₂ da queima do bagaço pela cana-de-açúcar no processo de fotossíntese.

A equipe SA4 (alunos E38, E41, E53 e E56) apresentou slides com fotos, imagens e fluxograma do processo de tratamento do caldo. Também trouxe muitas amostras doadas pela Usina Santa Adélia, tais como, caldo primário, caldo secundário, caldo sulfitado, caldo caleado, xarope, enxofre em pó, cal, polímero, torta de filtro, caldo filtrado, caldo clarificado, entre outros.

As explicações do processo de tratamento eram intercaladas com apresentação da matéria- prima ou resíduo relacionado àquela etapa do processo. Os alunos também fizeram demonstrações do processo de decantação do lodo que dá origem à torta de filtro, elencaram as principais etapas que envolvem TQ e TF,

explicaram a queima do enxofre e a ação corrosiva dos gases e ácidos formados no processo. Também explicaram o uso da torta de filtro como fertilizante da cana.

A equipe SA5 (alunos E36, E37, E39 e E49) que não tinha participado do design thinking, fez sua apresentação no laboratório de açúcar a álcool, onde preparou mosto de fermentação e fez a fermentação. Os alunos usaram microscópios para visualização das leveduras, e centrífugas para simular a separação do vinho e leveduras. A aluna E37 surpreendeu a todos com ótimas explicações sobre o processo, elencando o aproveitamento de resíduos como as leveduras secas e o CO₂, respectivamente na produção de ração animal e bicarbonatos. O aluno E36 explicou as etapas físicas de filtração, centrifugação, trocadores de calor e elencou as etapas químicas de tratamento das leveduras e fermentação alcoólica.

A equipe SA1, que estava fora de sintonia durante o design thinking, trouxe inovações que superaram as expectativas com apresentação de uma maquete que simula a fertirrigação com vinhaça, e um vaso semelhante ao vaso de xaxim feito do aproveitamento de resíduos torta de filtro e bagaço de cana acrescido de porções de argila. O vaso feito de materiais reciclados foi o projeto de pesquisa de TCC dos alunos E33, E44, E48, E50, E51 e E54, os mesmos alunos que formaram a equipe SA1.

A maquete de fertirrigação foi construída com vasos de flores num total de 0,6m² de área irrigada por gotejamento, a partir do uso de mangueiras perfuradas, reservatório de vinhaça e minibomba de água submersível.

O diálogo com os visitantes consistiu na apresentação do plantio, crescimento e colheita mecanizada da cana, explicações sobre o sistema de fertirrigação com vinhaça e o aproveitamento de resíduos para confecção de vasos e tijolos, além da apresentação de amostras de cana com e sem ataques de pragas, como também, a ação química e física da utilização da palha de cana na cobertura do solo.

Também foi abordado o problema da compactação do solo por meio do tráfego de máquinas pesadas e o tombamento da cana pela ação de fortes chuvas e ventos. Assim, os alunos fizeram cultivo de toletes de cana em água para mostrar o crescimento das raízes da cana e explicar a necessidade de um solo não compactado para o crescimento adequado das raízes. Dentre outros, os alunos também enfatizaram a perda ou dificuldade de extração de sacarose de cana saporizadas.

Por fim, os alunos (E34, E35, E47 e E55) da equipe SA6 não desenvolveram a ideia planejada no design thinking. Eles utilizaram o laboratório de açúcar e álcool para explicar os processos físicos de destilação, condensação e centrifugação que ocorrem desde a obtenção do vinho até o etanol combustível.

Eles trouxeram amostras de etanol hidratado, etanol anidro, flegmaça, corante de etanol anidro, vinhaça, vinho e óleo fúsel, doadas pela Usina São Martinho, e fizeram uso do microdestilador e de uma maquete de colunas de destilação e retificação de álcool para explicar os processos físicos de obtenção do etanol hidratado. Além disso, fizeram apontamentos da utilização dos subprodutos, vinhaça e óleo fúsel na fertirrigação e indústria química respectivamente.

APÊNDICE - R

Descrição das observações das apresentações das equipes SA1, SA2 e SA3 que ocorreram na E.E Jeremias de Paula Eduardo

a) Resumos das falas de cada membro da **equipe SA1**.

O aluno E51 fez uma breve apresentação dialogada com demonstrações de imagens das etapas físicas de preparo do solo, aragem e gradagem, e etapa química de aplicação de calcário e/ou cal para correção do pH e acidez do solo. Ele também explicou a aplicação química dos agrotóxicos via aérea e terrestre e fez demonstração a partir de uma maquete, do funcionamento e aplicação de vinhaça em um sistema de fertirrigação por gotejamento.

A aluna E50 explicou sucintamente o crescimento da cana, juntamente com o processo químico da fotossíntese, desde a formação de brotos, folhas, colmos até o estágio de cana madura. Em seguida, a aluna convidou os alunos da EJA para se levantarem e se aproximarem da carteira onde ela estava. Em seguida, começou a explicar sobre o xaxim (planta que faz o vaso de xaxim), pois segundo a aluna, o vaso que eles fizeram não deveria ter o nome "xaxim", pois ele é feito de bagaço de cana, torta de filtro e argila. Ela também explicou que é proibido explorar a planta xaxim para fazer o vaso, e que o vaso similar feito de fibra de coco é mais barato, porém faz muita sujeira e não supre as necessidades nutricionais das plantas como o xaxim supre.

Na sequência, os alunos E50 e E51 explicaram que a massa do vaso, que eles fizeram, ficou firme devido a adição de argila, e argumentaram que o vaso feito a partir de bagaço de cana, torta de filtro e argila pode conter mais nutrientes que o vaso feito de fibra de coco.

As explicações dadas pela aluna E50 e complementada pelo aluno E51 expõem ação que evidencia capacidade de formular ideias e criar modelos para resolver o problema com iniciativa, liberdade e compromisso, e que segundo COSTA (2001a) refere-se à ação de protagonismo estudantil.

O aluno E44 explicou e mostrou fotos sobre duas das principais pragas da cana, a cigarrinha da raiz e a broca da cana. Ele argumentou que a cigarrinha da raiz é um inseto que fica na raiz da cana alimentando-se dos nutrientes da planta, a ponto de deixar a cana isoporizada, ou seja, com espaços sem açúcar no interior do colmo. Também explicou e mostrou fotos da presença de espuma no solo ao redor

dos colmos da cana, pois segundo o aluno, trata-se de uma evidência química e biológica do ataque da cigarrinha. A outra praga muito conhecida, segundo suas explicações, é a broca da cana, pois ela entra no colmo da cana por meio de um furo que não é visível a olho nu, e vai nutrindo-se de tudo que a cana tem. Logo, para verificar o possível ataque dessa praga, é necessário evidenciar a presença de vermelhidões no interior do colmo. Segundo o aluno, essas vermelhidões são as fezes que a broca deixa no colmo.

Na sequência, a aluna E50 disse que as pessoas que já beberam caldo de cana possivelmente já ingeriram as fezes da broca.

A aluna E33 mostrou imagens ilustrativas e explicou que antigamente a cana era queimada para fazer o corte manual com facões; assim, poluía muito o ar com fuligem “carvãozinhos”, gases estufa e as pessoas trabalhavam de baixo do Sol forte. Já hoje, se usa colhedoras de cana que proporcionam mais precisão e rapidez na colheita. Além disso, os funcionários recebem salários melhores e tem uma melhor qualidade de vida no trabalho com a cana, mas segundo a aluna E33 aqueles que não se qualificaram perderam o emprego.

Em seguida, os alunos E50 e E51 complementaram dizendo que antigamente a queima deixava a cana mais vulnerável à perda de sacarose. Já a cana colhida pelas colhedoras vai direto para a moagem e não é mais estocada, assim, ela perde menos sacarose. Por fim, a aluna E50 argumentou que a queima da cana deixava o solo mais pobre e mais fácil de sofrer erosão devido à falta de cobertura vegetal. Porém, a colheita mecanizada deixou o canavial mais sujeito ao ataque de pragas.

O aluno E54 mostrou fotos de máquinas e equipamentos e explicou a diferença entre o carregamento e transporte da cana antes e após a colheita mecanizada. Segundo o aluno, hoje com o aumento do tráfego de máquinas no campo, estas precisaram usar pneus mais largos e melhor distribuição do peso da máquina para não afundar a terra, e assim, aumentar a compactação do solo a exemplo dos transbordos que são puxados por tratores e percorrem as linhas de cana junto às colhedoras para receber a cana colhida.

b) Resumos das falas de cada membro da equipe SA2.

A aluna E46 fez uma fala rápida com apresentações de fotos e imagens sobre as etapas físicas de paisagem e amostragem da carga de cana. Também

salientou algumas das análises físico-químicas para se obter o teor de sacarose por tonelada de cana.

Em seguida, a aluna E52 apresentou amostras de cana colhida pela colhedora e explicou detalhadamente as etapas físicas de descarregamento, limpeza e preparo da cana, a partir de fotos e esquemas com imagens do funcionamento do guindaste hilo, mesa alimentadora, picadores, desfibradores e niveladores da cana. Na sequência, a aluna E38 apresentou amostras de cana picada e desfibrada e explicou o funcionamento do eletroímã e a entrada da cana nas moendas.

Os alunos da EJA estavam de pé e defronte às alunas E32, E38, E46, E52 e perguntaram “*A cana não perde açúcar quando ela é desfibrada?*”, “*E a cana limpa com água não seria melhor?*”. Nesse instante, as alunas E32 e E38 explicaram que o caldo só sai da cana por meio da pressão exercida pelos rolos dos ternos da moenda, pois a moenda espreme o colchão de cana com muita força, o que faz o caldo (basicamente feito de água e açúcar) sair; já os picadores e desfibradores apenas trituram a cana. Por fim, a segunda pergunta foi respondida com alegação de que a água retirava muito açúcar da cana picada e produzia resíduos.

A aluna E32 também usou fotos e imagens com esquemas para explicar a extração do caldo de cana. Ela explicou que os rolos dos ternos da moenda causam uma grande pressão sob o colchão de cana e faz o caldo sair. Porém, são necessários vários ternos da moenda para retirar todo o açúcar. Em seguida, ela explicou o que vem a ser o “terno da moenda” e o processo de embebição do bagaço. Logo, segundo a aluna, o caldo extraído a partir da embebição (caldo secundário) é mais pobre em açúcar e por isso é usado na fermentação para obter etanol. Já o caldo extraído no primeiro terno (caldo primário) é mais rico em açúcar, e com ele, se faz a cristalização do açúcar. No decorrer das explicações, as alunas E32 e E38 foram apresentando as amostras de caldo primário e caldo secundário.

A aluna E32 também explicou que a presença de areia e pedras junto à cana provocam maiores desgastes nos frisos dos rolos da moenda, e estes precisam ser reparados com o chapisco que é um processo físico-químico que resulta na formação de liga metálica para repor o metal desgastado.

Nas explicações seguintes, a aluna E32 ressaltou que além do caldo, também é obtido o bagaço, o qual é queimado para gerar eletricidade e vapor. Assim, a usina não perde nada da cana, tudo é aproveitado, e o excedente de energia da

queima do bagaço é vendido para a companhia de energia, e a usina fatura muito com isso.

No final das explicações, alguns alunos da EJA perguntaram se todos os tipos de açúcares são formados pelo caldo primário. Eles também perguntaram se o açúcar mascavo era escuro porque não tinha química, já que o caldo é sujo e com a química o caldo passou a ficar limpo para fazer o açúcar branco.

Em seguida a aluna E32 explicou que o açúcar cristal e mascavo são feitos do caldo primário, e que o açúcar mascavo é escuro devido à ausência do processo de sulfitação do caldo, porém ambos têm química, só que o açúcar mascavo é produzido com menos processos químicos.

A aluna E32 também explicou que a extração do caldo é um processo físico, já que só extrai o açúcar que a cana tem, mas o chapisco nos rolos da moenda é um processo químico porque tem reação química. Em seguida o aluno E17 da EJA perguntou como seria essa reação química, e na resposta, a aluna E32 disse que não se lembrava muito bem, mas que se tratava de uma transformação química com produção de uma liga metálica de ferro.

Durante a apresentação ocorreram muitos questionamentos, tais como: *“Se existisse mais plantio de cana a usina poderia produzir mais energia e, a energia poderia ficar mais barato”*; *“Se a usina não perde nada da cana, porque ainda produz álcool e açúcar que é tão caro?”*; *“Se for à usina que cuida da cana, como é feito o pagamento de cana para o dono da terra?”*.

A aluna E32 respondeu a primeira pergunta dizendo que seria bom se a usina produzisse mais eletricidade, até porque as hidrelétricas desabrigam muitos ribeirinhos.

No início de sua fala, a aluna E32 até concordou com o fato, porém, em seguida, ela argumentou que não saberia dizer com certeza se a cana seria capaz de fazer com que a eletricidade ficasse mais barato. Não houve resposta para o segundo questionamento. Já sobre a questão do pagamento de cana, a aluna E32 explicou que o produtor rural, dono da cana, irá receber pelo teor de açúcar que chega à usina e não pelo teor de açúcar que a cana tem quando está no campo. Ela também explicou que não pode ir terra junto à carga de cana, pois irá danificar as moendas, causar problema na fermentação, no tratamento de caldo, também irá dar cor no açúcar cristal e isso gera mais manutenção.

No final da apresentação da SA2, a equipe mostrou um vídeo do funcionamento da moenda, e posteriormente, a aluna E32 fez um resumo explicando que na extração do caldo é gerado um resíduo, o bagaço, e que ele é queimado na termelétrica (caldeira) para gerar vapor e produzir eletricidade, e as cinzas do bagaço podem ser usadas para fazer tijolos entre outras coisas. Já o excedente de bagaço também pode ser usado na alimentação animal.

Por várias vezes, a aluna E32 perguntou se os alunos da EJA estavam aprendendo, e se eles tinham alguma dúvida. Ela também falou que os estudantes precisam vestir a máscara da “desvergonha” e perguntar quando tem dúvida para aprender mais. Em seguida, uma aluna da EJA disse que agora sabe que o bagaço da cana produz energia; já outra aluna exclamou que não era interessada na cana, mas que agora está gostando.

Em certos momentos ocorreram diálogos pertinentes envolvendo a colheita mecanizada, o fim da lavagem de cana com água, a presença de impurezas minerais no desgaste dos equipamentos e contaminações do caldo com microrganismos. Tais fatos evidenciaram o eixo III da AC, pois relacionaram o efeito da nova tecnologia que proporcionou o fim da colheita manual e da lavagem da cana com água, com efeitos positivos na redução de impacto ambiental. Porém, a mitigação do problema levou a outro problema, o de aumento de contaminantes e impurezas que desgastam mais rapidamente os equipamentos da usina.

Em outras situações, os alunos da EJA fizeram muitas perguntas, e os estudantes da equipe SA2, ao tentar respondê-las todas ao mesmo tempo, fez com que a comunicação entre os participantes fosse incompreensível ou parcialmente compreensível. No fim, os alunos da EJA agradeceram pelas explicações e fizeram muitos elogios aos integrantes da equipe SA2.

c) Resumos das falas de cada membro da **equipe SA3**

A aluna E40 explicou que a queima do bagaço e palha é um processo químico que libera muito calor e que faz a água do interior das tubulações da termelétrica entrar em ebulição, e com mais calor, o vapor fica superaquecido e tem mais energia para mover as pás da turbina, igual ocorre com o cooler de computador. Porém lá na usina, o eixo da turbina está acoplado no gerador, o qual transforma a energia do movimento da turbina em energia elétrica. Ela também explicou que a co-

geração produz vapor e muita eletricidade que as usinas vendem para as companhias de energia elétrica.

A aluna E40 também explicou que a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico geram empregos, pois com a descoberta do uso do bagaço e palha na co-geração de energia, outras pessoas puderam trabalhar. Ela também explicou que a queima do bagaço e palha é um processo químico, pois tudo que envolve queima é processo químico, bem como a formação de alguns tipos de incrustações e ferrugens; já a ebulição da água é um processo físico.

Ao longo do diálogo com os participantes, alguns alunos da EJA fizeram perguntas como: (1) *“E os gases que sai da termelétrica?”* (2) *“A termelétrica fica ligada o tempo todo?”* (3) *“O que acontece com o emprego dessas pessoas quando a termelétrica desliga?”* (4) *“Para trabalhar na termelétrica tem que ter algum tipo de curso?”* (5). *“É perigoso trabalhar na usina?”*.

A medida que as perguntas eram feitas, a aluna E40 ia respondendo uma a uma: (1) *“O gás carbônico que sai pela chaminé pode ser absorvido pela cana que faz fotossíntese e isso ajuda a diminuir o aquecimento global também”*; nessa questão a aluna não citou a liberação de outros gases, apenas argumentou sobre o CO₂, (2) *“Não, existem momentos que eles param o processo e fazem manutenção para prevenir incrustações e outros desgastes que podem ser causados por ferrugens também”*, (3) *“Os trabalhadores contratados para trabalhar na safra, quando a safra termina eles são dispensados”*, (4) *“Depende, tem gente que entra para trabalhar sem saber nada, mas agora as usinas pedem um curso técnico, e se vocês fizerem o curso técnico em açúcar e álcool vocês podem trabalhar no laboratório, na produção e caldeira também”*, (5). *“Tem setor que é, como a termelétrica, moenda, mas agora é bem mais seguro”*.

Em seguida foi a vez da aluna E42. Ela apresentou o bagaço e as cinzas do bagaço e explicou que é possível fazer outras coisas como o bagaço, além de produzir vapor e eletricidade. É possível fazer etanol, móveis, papel e muitos outros. As cinzas do bagaço também podem ser usadas para compor o concreto e fazer tijolos e até rodovias, pois as cinzas também têm areia.

Na sequência, a aluna E40 complementou dizendo que com a colheita mecanizada tem muita palha deixada no campo e algumas usinas estão usando a palha junto ao bagaço para gerar mais energia.

A aluna E43 apresentou um vídeo que mostrou o processo inteiro, desde a esteira de alimentação com o bagaço até a turbina e o gerador de eletricidade. Ela usou o vídeo para fazer uma revisão, enquanto ia explicando algumas das etapas.

Ela também informou que cada uma das usinas da região pode ter duas, três ou mais termelétrica como essa. Em seguida, um aluno da EJA perguntou “*Onde fica a cinza do bagaço quando ele é queimado?*” Na sequência, a aluna E40 tentou mostrar no vídeo o local denominado cinzeiro, onde as cinzas ficam depositadas. Ela também argumentou que antigamente a usina descartava os resíduos de forma inadequada, mas finalizou dizendo que hoje isso mudou para melhor.

No final da aula os alunos da equipe SA3 perguntaram se mais alguém tinha dúvida. Em seguida, os alunos da EJA agradeceram muito pela aula e disseram que não tinham mais perguntas, mas que queriam tirar fotos todos juntos.

O aluno E45 ajudou na montagem e transporte dos equipamentos, porém não participou das apresentações, pois alegou ter muita dificuldade para explicar.

APÊNDICE - S

Descrição das observações das apresentações das equipes SA4, SA5 e SA6 que ocorreram na ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral

a) Resumos das falas de cada membro da **equipe SA4**

A aluna E53 iniciou apresentando slides sobre o tratamento do caldo. Ela explicou que o tratamento consiste em processos físicos e químicos com finalidade de eliminar parte das impurezas, como terra, bagacilhos (material residual oriundo da extração do caldo por moendas), materiais corantes, resíduos insolúveis, cinzas entre outros. Ela disse que o caldo secundário que vem dos cinco últimos ternos da moenda, por ser um caldo diluído com água, é utilizado para compor mosto de fermentação que irá ser fermentado para se produzir o álcool. Já o caldo do primeiro terno, mais rico em açúcar, é tratado para se obter açúcar cristalizado.

Em seguida, ela deu início às explicações sobre a etapa química de sulfitação. Nesse momento, o aluno E56 mostrou o enxofre em pó e a aluna E53 apresentou slides mostrando a queima do enxofre para produzir o gás dióxido de enxofre que, dissolvido no caldo, tem por finalidade reduzir o pH (para 3,8 a 4,2), a viscosidade do caldo e diminuir a cor do açúcar.

Na sequência o aluno E56 mostrou a cal virgem e a aluna E53 explicou resumidamente o processo químico de caleagem do caldo, onde ocorre a elevação do pH para valores entre 6,8 e 7,4 e formação do sulfito de cálcio, por meio da reação química entre o ácido sulfuroso e a cal hidratada. A aluna também comentou que, mais adiante, será adicionado outro produto no caldo, o polímero, e este irá ajudar o sulfito de cálcio na remoção das sujeiras do caldo. Por fim, ela encerrou com uma breve explicação das etapas físicas de aquecimento do caldo e remoção de gases e impurezas no equipamento denominado balão de flash.

No decorrer da fala da aluna E53 não ocorreram perguntas e a apresentação continuou com a aluna E41, que conduziu explicações sobre a adição do polímero e entrada do caldo nos decantadores. Segundo as falas da aluna E41, o polímero age quimicamente junto às impurezas do caldo formando partículas de sujeiras mais densas que o caldo, e pela ação da gravidade, estas partículas sólidas tendem a depositar no fundo dos decantadores formando um lodo que ainda tem açúcar, e por isso, será posteriormente filtrado; já o caldo limpo é drenado pela parte superior do decantador.

Em seguida o aluno E56 demonstrou a decantação das impurezas do caldo em uma proveta, e a aluna E41 explicou que o objetivo é remover as impurezas como areia, argila, entre outros e deixar o caldo limpo para posterior ação física de filtração e evaporação, até se tornar o xarope usado para fazer açúcar. Já o lodo, disse a aluna E41, sai do decantador e passa pelas etapas físicas de peneiração e filtração nos filtros prensa e rotativos, onde são separadas as fases sólida e líquida. A fase sólida é denominada torta de filtro, e a fase líquida é filtrada e passa a ser chamada de caldo filtrado.

Dando continuidade às explicações, a aluna E38 apresentou um vídeo feito na usina, o qual mostrou as etapas de filtração com remoção da torta de filtro e caldo. No final do vídeo, a aluna E38 perguntou se os alunos da EJA tinham entendido o processo, e um aluno da EJA perguntou “*O caldo que sai do lodo é usado para fazer açúcar?*”. Em seguida o aluno E56 explicou que esse caldo filtrado retorna para o tanque misturador ou tanque de caldo misto, e passa novamente pelo processo de sulfitação, caleação e decantação, por isso, pode ser usado para fazer álcool ou açúcar.

Na sequência o aluno E56 assumiu diálogo com os alunos da EJA, iniciando explicação do processo químico de preparo da cal hidratada. O aluno mostrou um vídeo que ele próprio tinha feito no local de trabalho e foi narrando cada etapa do processo. Após explicar as etapas supracitadas, ele também fez uma revisão geral de todo o processo de tratamento de caldo e respondeu a todas as perguntas feitas pelos alunos da EJA.

Algumas das perguntas foram: (1) “*Que tipo de cal é esse?*” (2) “*O que é Brix?*” (3) “*O xarope é puro açúcar?*” (4) “*Para chegar até esse açúcar branquinho foi necessário fazer tudo isso que você falou e onde tem química nisso tudo?*”.

O aluno E56 explicou que a cal usada na usina (1) “*É cal virgem, CaO*”, (2) “*Brix é a porcentagem de sólidos dissolvidos no caldo*”, (3) “*O xarope contém muito açúcar, mas ainda precisa passar por outras etapas para virar o açúcar que nós compramos*”, (4) “*A química está presente em todo o processo, no caldo, no enxofre, na cal, no polímero, em tudo isso tem química*”.

Em seguida ele pede para os alunos da EJA se aproximarem das carteiras onde estão as amostras doadas pela usina, e afirmou que todos poderiam pegar os recipientes para olhar. A partir desse momento ele fez um resumo da

aplicação e da forma de obtenção do caldo misto, caldo filtrado, caldo primário, caldo secundário, xarope, enxofre, cal, bagacinho de cana, polímero e torta de filtro.

Quando o aluno E56 explicou sobre o uso do enxofre na sulfitação do caldo, afirmou que a concentração do enxofre no caldo não pode ser muito alta, pois pode prejudicar a saúde das pessoas. Ele argumentou que a queima do enxofre produz gases que são muito corrosivos e que deixam os equipamentos enferrujados ao longo da safra. Além disso, comentou que quando a usina começa a queimar enxofre, muitos funcionários (as) ficam reclamando do cheiro e evitam chegar perto da enxofreira.

O participante E56 também explicou que a torta de filtro é usada como adubo no campo e está sendo usada junto da vinhaça em processos fermentativos para produzir biogás.

Em seguida um aluno da EJA perguntou “*Como é feito o biogás com torta de filtro?*”. O aluno E56 explicou que “*é feito uma mistura de torta de filtro com vinhaça e micro-organismos dentro de um tanque, e os micro-organismos vão se alimentando de tudo isso e produzem o biogás*”.

Em alguns momentos, quando muitas pessoas conversavam ao mesmo tempo, foi impossível entender o que estava sendo falado. Entretanto, em uma dessas conversas paralelas é possível ouvir o aluno E56 explicando o processo de fabricação do açúcar. Ele também participou de outra discussão em que é dito que o açúcar VHP “um tipo de açúcar bruto” é exportado para fazer pavimentação com concreto e concreto para prédios.

Como visto, as alunas E41 e E53 deram explicações a partir da leitura de slides, e nesse momento os alunos da EJA se colocaram na posição de ouvintes. Já o aluno E56 chamou os alunos da EJA para perto e estabeleceu um diálogo não formal, assim os alunos tiveram mais abertura para fazer perguntas.

b) Resumos das falas de cada membro da equipe SA5

A aluna E37 deu início às explicações sobre a fermentação do mosto, explicando o que é mosto, vinho, levedura e fermentação. As explicações foram intercaladas com demonstrações práticas, onde os alunos da EJA puderam ver as leveduras nos microscópios e fazer a centrifugação do vinho levedurado a partir da ajuda dos alunos da equipe SA5, como também dos alunos E50 e E51 da equipe SA1.

Os alunos da EJA puderam acompanhar a liberação do gás dióxido de carbono durante a fermentação do mosto no interior de uma garrafa PET, além de manusear recipiente com leveduras secas e também perceber o odor de álcool no interior dos tubos de ensaio após a centrifugação do vinho levedurado.

No decorrer dessas práticas, ocorreram muitas conversas paralelas, pois os alunos do TAA se dividiram para explicar e ajudar no manuseio dos microscópios e centrífugas. Por isso, muitas das perguntas e respostas ficaram incompreensíveis no áudio. Entretanto, aqueles alunos que ficaram mais próximos do gravador (celular) fizeram perguntas como: (1) *“Porque aqui está saindo bolhar?”* (2) *“O fermento é usado várias vezes?”* (3) *“A levedura não morre nesse processo?”*

A aluna E37 explicou que a (1) as bolhas são decorrentes da fermentação alcoólica, pois as leveduras metabolizam o açúcar e produzem principalmente álcool e gás carbônico que formam as bolhas.

O aluno E36 explicou que o (2) fermento (leveduras) passa por processo químico de reciclagem, onde são aplicados ácido, água e antibióticos para diminuir a contaminação por bactérias. Na sequência, o fermento é novamente introduzido no mosto para retomar a fermentação alcoólica.

A aluna E37 e o aluno E36 explicaram que (3) o fermento não pode ficar parado por muito tempo, pois isso acarreta a morte das leveduras. Já no período de safra da cana, as leveduras também vão morrendo no decorrer da fermentação nas dornas ou no tratamento químico em cubas, e nesses casos são retiradas do processo junto com parte do fermento que vai se multiplicando ao longo da safra, e são desidratadas e vendidas para indústria alimentícia como fonte de proteína.

O aluno E36 explicou que o próprio álcool produzido durante a fermentação alcoólica é tóxico para a levedura. Ele diz que é difícil conduzir uma fermentação onde se pode chegar a 10% ou mais de etanol, pois nessas condições a levedura começa a desidratar e morrer.

Na sequência, o aluno E36 mostrou alguns slides com fotos do processo de fermentação e iniciou explicações das etapas de preparo do mosto e do fermento. Os alunos E36 e E37 explicaram alguns dos parâmetros físico-químicos de controle da fermentação, como teor alcoólico, Brix, pH e temperatura. Eles também mostraram os tipos de matéria-prima que podem ser usados para compor o mosto, e explicaram as formas de fermentação, e o processo de separação do fermento do vinho.

Em seguida, a aluna E37 explicou que a centrifugação que os alunos da EJA tinham acabado de fazer é um processo físico semelhante ao que é feito pelas centrífugas da usina.

O aluno E36 também ressaltou que antigamente as leveduras mortas eram descartadas, mas atualmente, com novas tecnologias, as usinas empregam pessoas só para trabalhar no reaproveitamento de leveduras. Até o gás carbônico liberado durante a fermentação pode ser aproveitado para fazer bicarbonatos, isso dá mais oportunidade de trabalho para as pessoas, disse o aluno.

No decorrer das explicações, os alunos E36 e E37 explicaram que as leveduras não conseguem metabolizar a sacarose, e por isso, ela produz uma enzima chamada de invertase para quebrar a molécula de sacarose em moléculas menores de glicose e frutose para metabolizá-las. Nesse instante um aluno da EJA perguntou “*O gás carbônico liberado na fermentação faz mal para as pessoas?*”.

A aluna E37 apenas disse que ele não faz mal, porém, em um segundo momento, ela se confunde e disse que o gás que faz mal é do dióxido de carbono. Talvez a intenção da aluna fosse a de fazer referência ao monóxido de carbono, mas no momento acabou falando errado. Em outro momento, ela também se confunde ao citar que o etanol é produzido na destilação, sendo que é a fermentação alcoólica que produz essa substância.

Em seguida as alunas E39 e E49 explicaram o uso das leveduras e bactérias no dia-a-dia. Elas elencaram alguns dos produtos que esses microorganismos transformam, e/ou que têm relação indireta, como queijos, pães, iogurtes, cerveja entre outros. Durante a fala da aluna E49 um aluno da EJA perguntou “*Como as leveduras fermentam o amido do pão?*”. A aluna E37 argumentou que no interior da massa do pão, as leveduras também produzem enzimas, que quebram o amido em açúcares menores que podem ser fermentados e o processo se completa com a liberação de gás carbônico que é o responsável pelo crescimento do pão. A aluna E49 completou a explicação afirmando que a massa do pão cresce devido ao aumento de volume do gás carbônico e é produzido álcool.

Por fim, a aluna E39 encerra sua fala levantando os benefícios dos alimentos fermentados como os que possuem lactobacilos, entre outros. Ela também deu dicas de canais em redes sociais que falam sobre os benefícios dos fungos.

c) Resumos das falas de cada membro da equipe SA6

O aluno E55 usou o aparelho de destilação para explicar como ocorre a vaporização do álcool no interior da coluna, a partir do contato do vapor d'água com o vinho obtido após a fermentação do mosto. Na sequência uma aluna da EJA pergunta "*Isso aí é uma estufa?*" referindo-se à coluna de destilação encapada com isolante térmico. Logo, os alunos E47 e E55 explicaram que se tratava de uma coluna de destilação que separa o álcool do vinho.

Em seguida o aluno E55 explicou que o álcool etanol é mais volátil que a maioria dos outros componentes do vinho. Por isso, o calor faz o etanol vaporizar e subir coluna acima; com isso, os componentes menos voláteis vão descendo até saírem na base da coluna e recebem o nome de vinhaça, a qual é usada na fertirrigação do canavial.

O aluno E55 explicou que os compostos mais voláteis sobem até o topo da coluna e são condensados nos trocadores de calor R e R1. Em seguida, uma parte desses condensados retorna para o topo da coluna, e outra parte vai para a dorna de vinho. Em seguida o aluno E47 explicou que, antes do vinho adentrar na coluna de destilação, ele é aquecido em outros dois trocadores de calor, recebendo calor dos vapores que saem no topo da coluna de retificação e da vinhaça que sai na base da coluna de destilação.

Na sequência o aluno E34 explicou que o álcool que sai da coluna de destilação tem baixa quantidade de etanol, por isso, segundo o aluno E55, é necessário fazer outra destilação, denominada de retificação, para aumentar a graduação alcoólica e obter o etanol hidratado combustível. Em seguida, o aluno E55 explicou que a retificação é feita na segunda coluna, denominada de coluna B, onde são obtidos etanol combustível que sai no topo coluna, óleo fúsel que sai mais abaixo na coluna, e o resíduo flegmaça que sai na base da coluna. Por fim, o aluno E55 explicou a origem do vapor d'água que alimenta as colunas, e também explicou com mais detalhe a função de outros acessórios que compõem as colunas de destilação e retificação.

Os alunos E55 e E35 também explicaram que o óleo fúsel pode ser vendido para indústria química, e que, o etanol anidro é produzido em outra coluna, chamada de coluna C, onde se faz a desidratação do etanol retificado para se obter o etanol sem água (etanol anidro). E segundo a fala do aluno E47, posteriormente é adicionado um corante para inviabilizar seu uso para outros fins, senão para mistura

com gasolina. Nessa etapa das explicações, os alunos E55 e E35 dão uma informação equivocada, pois o etanol anidro ainda tem uma pequena percentagem de água, que pode ser de até 0,4% em volume, como apontam PEREIRA, SARAN, MADALENO (2012).

Em seguida uma aluna da EJA perguntou “*Por que tem esse algodão envolvendo a coluna?*”. Na sequência, o aluno E47 explicou que é lã de vidro e funciona como isolante para manter o calor no interior da coluna e também evitar que as pessoas queimem as mãos ao tocar na coluna. Outros alunos da EJA perguntaram se lá na usina o processo é igual ao que acontece na maquete; logo, os alunos E55 e E47 disseram que é muito parecido.

Em alguns momentos ocorreram muitas conversas paralelas e era possível ouvir alguns alunos da EJA falando como eles tinham entendido o processo de destilação e retificação. Em seguida, o aluno E55 voltou a explicar e responder algumas dúvidas sobre a aplicação do vinho, vinhaça, vapor d’água e água de resfriamento dos condensadores.

O aluno E35 também complementou as explicações do aluno E55, e apresentou amostras de óleo fúsel, vinhaça e etanol combustível, e explicou que o óleo fúsel é bastante usado na indústria química, como também pode ser misturado com o álcool combustível, “pois isso é feito lá na usina”, diz o aluno E35, assim, nada é desperdiçado. Já a vinhaça também chamada de “garapão” é usada como adubo na lavoura.

Na sequência o aluno E35 mostrou o etanol anidro e explicou que esse combustível é adicionado à gasolina. Os alunos da EJA também perguntaram sobre a diferença entre o álcool anidro e o álcool hidratação, e os alunos E47 e E55 explicaram que o álcool anidro tem cerca de 99,7% em volume de álcool e o álcool hidratação cerca de 96% em volume de álcool.

ANEXO - 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Alfabetização científica e protagonismo: relação entre alunos da Educação de Jovens e Adultos e do Técnico em Açúcar e Alcool por meio da educação não formal

Pesquisador: ADRIANO RIBEIRO PEREIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20396619.8.0000.5504

Instituição Proponente: Departamento de Química

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.731.903

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de mestrado profissional cujo objetivo é investigar a alfabetização científica de alunos da 3ª série do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o protagonismo estudantil de alunos do 4º módulo do curso Técnico em Açúcar e Alcool (TAA). A abordagem da pesquisa envolve Alfabetização Científica de alunos de EJA e de um curso técnico em Açúcar e Alcool. É de natureza qualitativa e deve envolver duas etapas principais: I- A primeira será realizada com o Ensino Técnico (TAA), e se desenvolverá uma sequência de aprendizagem a partir do tema gerador: "Da fotossíntese até o etanol". Concomitantemente, trabalhar-se-á com os estudantes da EJA, destacando a importância do setor sucroenergético como agronegócio que visa a sustentabilidade. II - A segunda etapa será realizada com os estudantes da EJA e TAA, onde pretende-se aplicar as Sequências de aprendizagem produzidas como ensino não-formal de Química, dando ênfase nos fenômenos químicos e físicos que ocorrem nas etapas citadas anteriormente. Pretende envolver 60 sujeitos. Os dados serão obtidos por meio de respostas de questionários diagnóstico, inicial e final; observação participante junto aos alunos da EJA serão analisados e seus pressupostos serão categorizados de acordo com os três eixos estruturantes de alfabetização científica.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos já apresentados e avaliados.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.731.903

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios já apresentados e avaliados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Cronograma em acordo com a análise do CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Cronograma: está em acordo.
2. Folha de rosto encontra-se assinada e carimbada pelo dirigente da instituição
3. Orçamento: o pesquisador apresentou os custos aproximados do projeto a partir dos orçamentos dos transportes.
4. TCLE e TALE: esses documentos foram refeitos e estão em acordo com as recomendações
5. Carta de autorização: em acordo

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1398376.pdf	15/10/2019 17:06:52		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto de MP Adriano_15_10.pdf	15/10/2019 16:35:40	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_especifico_anexo_ao_TCLE_EJA.pdf	15/10/2019 16:35:04	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_especifico_anexo_ao_TALE_TAA.pdf	15/10/2019 16:34:40	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	Termo_especifico_anexo_ao_TCLE_TAA.pdf	15/10/2019 16:34:11	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.731.903

Ausência	Termo_especifico_anexo_ao_TCLE_TAA.pdf	15/10/2019 16:34:11	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_Livre_e_Esclarecido_EJA_2.pdf	15/10/2019 16:27:39	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_Livre_e_Esclarecido_TAA_2.pdf	15/10/2019 16:26:27	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_TAA_2.pdf	15/10/2019 16:25:02	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Adriano3.pdf	08/09/2019 22:25:58	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Outros	declacaodevinculoempregaticioBentoCarlosdigitalizar0013.pdf	17/07/2019 20:10:50	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Outros	declacaodevinculoempregaticioJeremiasdigitalizar0012.pdf	17/07/2019 20:09:52	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Outros	declaracaoBentoCarlosdigitalizar0014.pdf	17/07/2019 20:08:26	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Outros	declaracaoJeremiasdigitalizar0011.pdf	17/07/2019 20:05:12	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Orçamento	transportealunosTAAaJeremiasdigitalizar0010.pdf	17/07/2019 19:58:50	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Orçamento	transportealunosEJAaETECdigitalizar0009.pdf	17/07/2019 19:57:15	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito
Orçamento	transportealunosTAAusinadigitalizar0008.pdf	17/07/2019 19:54:57	ADRIANO RIBEIRO PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 28 de Novembro de 2019

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador(a))

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Universidade Federal de São Carlos
 Departamento de Química
 Núcleo Ouroboros de Divulgação Científica



CERTIFICADO

Certificamos que _____ participou do projeto: "*Alfabetização científica e protagonismo: relação entre alunos da Educação de Jovens e Adultos e do Técnico em Açúcar e Alcool por meio da educação não formal*" de agosto a novembro de 2019, totalizando _____ horas de atividades.

São Carlos, 19 de dezembro de 2019.

Prof. Dra. Karina Omuro Lupetti
 Diretora geral do Ouroboros

Prof. Adriano Ribeiro Pereira
 Responsável pelo projeto