

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
– PGECM**

JOEL DE SOUSA GIFFONI

**A ABORDAGEM CTS NA PERSPECTIVA DE DISCIPLINA E OS ESTUDOS DE
NANOTECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA:
METODOLOGIAS E EXPERIMENTOS**

**FORTALEZA/CE
2022**

JOEL DE SOUSA GIFFONI

**A ABORDAGEM CTS NA PERSPECTIVA DE DISCIPLINA E OS ESTUDOS DE
NANOTECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA:
METODOLOGIAS E EXPERIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso

Coorientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

Área de concentração: Ensino de Química

FORTALEZA/CE

2022

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIA MATEMÁTICA (PGECM)

Aos 23 dias do mês de dezembro do ano de 2021, às 14h, através de videoconferência pela plataforma Google Meet, link: <https://meet.google.com/umj-hbxx-bmt>, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada "**A ABORDAGEM CTS NA PERSPECTIVA DE DISCIPLINA E OS ESTUDOS DE NANOTECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA: METODOLOGIAS E EXPERIMENTOS**", de autoria do(a) candidato(a) **JOEL DE SOUSA GIFFONI**, aluno(a) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGCEM/IFCE, em nível de Mestrado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso**, Presidente (orientadora) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), **Profa. Dra. Caroline, de Goes Sampaio** (co-orientadora) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), **Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), **Profa. Dra. Leidy Gabriela Ariza** - Universidade Pedagógica Nacional (UPN) BOGOTA - Colômbia. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o(a) candidato(a) foi **APROVADO(A)** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de **90(noventa) dias**, para o(a) candidato(a) efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso, Presidente (orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Caroline, de Goes Sampaio (co-orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Leidy Gabriela Ariza
Universidade Pedagógica Nacional (UPN) BOGOTA - Colômbia

Candidato(a): **JOEL DE SOUSA GIFFONI**



Documento assinado eletronicamente por **Ana Karine Portela Vasconcelos, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 29/12/2021, às 19:47, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Caroline de Goes Sampaio, Coordenador(a) do PGECM**, em 04/01/2022, às 11:30, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LEIDY GABRIELA ARIZA, Usuário Externo**, em 06/01/2022, às 15:00, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Cleide da Silva Barroso, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 24/01/2022, às 12:35, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Joel de Sousa Giffoni, Usuário Externo**, em 27/01/2022, às 10:46, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3276957** e o código CRC **499B2440**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G458a Giffoni, Joel de Sousa Giffoni.

A ABORDAGEM CTS NA PERSPECTIVA DE DISCIPLINA E OS ESTUDOS DE
NANOTECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA:

METODOLOGIAS E EXPERIMENTOS / Joel de Sousa Giffoni Giffoni. - 2022.

107 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
Campus Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso. Coorientação: Prof. Dr. Caroline de Goes
Sampaio.

1. Abordagem CTSA. 2. A Licenciatura em Química. 3. Nanociência. 4. Nanotecnologia.
5. Disciplina de CTSA. I. Título.

CDD 510.07

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha amada filha Lara, por ser o principal motivo para ter forças dia após dia, e me dar a maior das alegrias por dividir comigo seu sorriso. O segundo agradecimento é a minha amada esposa Sabrina, que esteve ao meu lado em todos os momentos e apesar de todas as crises que a vida tem trazido estamos construindo uma história de força juntos, motivados acima de tudo pelo sorriso de nossa filha.

Agradeço as professoras Maria Cleide por além de me orientar nesse trabalho, ser amiga e ajudar a manter a motivação para concluí-lo, além, de manter a chama da luta por uma educação e vida melhor para os trabalhadores sempre acessa, por mais tenebroso que seja o período. Agradeço também a Co orientação da professora Caroline de Goes, que se mostrou uma voz da razão, com soluções simples e precisas, em muitos momentos de confusão nesse processo.

Agradeço aos colegas que se provaram em muitos momentos os melhores amigos, meus colegas professores e meus amados alunos e ex-alunos: Em especial o meu ex-aluno Yarlei que é um amalgama de filho, irmão e melhor amigo e foi um parceiro não só para mim, mas também para minha esposa e filha. As ajudas da minha amiga e ex-aluna Bianca ajudando minha família que esteve por perto sempre que precisamos. As solicitações ajudas dos meus amigos, e companheiros de luta professores, entre eles destaco Adriana, Adriano, Adriano Cesar, Rogério, Renato, Felipe, Lorena, Lenim, Levi, Henrique, Fatima, Dagmar, Rafael, Paulo Servilho dentre tantos outros que também estão unidos em um propósito, mas esses estão unidos também além disso em coração.

Agradeço aos familiares que estiveram presentes alguns mesmo sendo assombrados por doenças ligadas ao esquecimento, meu pai, minha mãe, minha prima Luciana e seu marido Heriberto, minha prima Emiliana que me acostumei a chama-la de Mili, e meu tio Francisco a que fui acostumado a o chamar de Chida, meu irmão Moises e minha Sogra Enilce.

Agradeço aos amigos que lutaram até o fim, mas a pandemia não permitiu que continuassem ao nosso lado, em especial aos colegas Marcos, Marlucia e Marcio Flavio. Com toda certeza a lição mais difícil aprendida. foi a de continuar lutando, inclusive pelos os que não podem mais.

Adeus amigo Marcio Flavio, seu amor e sua vida não serão esquecidos, agradeço por ter feito parte dela. E é a você que faço essa singela homenagem dedico esse trabalho.

RESUMO

O estudo refere-se a uma análise da construção de uma disciplina de abordagem CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) para o curso de Licenciatura em Química. Para isso, foi feita uma pesquisa com estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará, campus Maracanaú. Foi ofertado aos mesmos um minicurso que abordaria CTSA como uma abordagem de ensino na perspectiva de disciplina, a partir da temática nanociência e nanotecnologia. A partir de um estudo quanti-quali, baseado em questionário e entrevista, os dados foram coletados e interpretados. A pesquisa justifica-se pela relevância de abordar as multifacetadas interrelações da abordagem CTSA nas instituições de ensino para diversos possíveis benefícios.

Palavras-chave: Abordagem CTSA; Licenciatura em Química; Nanociência; Nanotecnologia; Disciplina de CTSA.

ABSTRACT

The study refers to an analysis of the construction of a discipline with a CTSA approach (science, technology, society and environment) for the Licentiate Degree in Chemistry. For this, a survey was carried out with students from the Licentiate Degree in Chemistry at the Federal Institute of Ceará, Maracanaú campus. They were offered a short course that would address CTSA as a teaching approach from the perspective of the discipline, based on the theme of nanoscience and nanotechnology. From a quanti-quali study, based on a questionnaire and interview, data were collected and interpreted. The research is justified by the relevance of addressing the multifaceted interrelationships of the CTSA approach in educational institutions for several possible benefits.

Keywords: CTSA approach; Chemistry graduation; Nanoscience; Nanotechnology; CTSA Discipline.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030.	21
Figura 2 – Logradouro/Município dos Participantes da Amostra	48
Figura 3- Identificação da cor/raça com o qual os participantes se identificam	50
Figura 4 -Identificação da faixa de idade dos participantes da pesquisa	51
Figura 5 - Gráfico indicativo do sexo dos participantes da pesquisa	52
Figura 6 - Gráfico referente ao gênero dos participantes da pesquisa	54
Figura 7 - Gráfico indicativo da orientação sexual dos participantes	55
Figura 8 - Gráfico indicativo do estado civil do público amostral da pesquisa	58
Figura 9 - Gráfico ilustra se o participante possui alguma deficiência	58
Figura 10 - Gráfico indicativo se os participantes estão inseridos no mercado de trabalho.	62
Figura 11 - Gráfico indicativo de que tipo de instituição os participantes cursaram o ensino fundamental	63
Figura 12 - Gráfico indicativo de que tipo de instituição os participantes cursaram o ensino médio	63
Figura 13 - Gráfico indicativo da quantidade de pessoas que moram junto com os participantes da pesquisa	64
Figura 14 - Indicativo da renda familiar em salários mínimos	65
Figura 15 - Gráfico indicando o tipo de atividade a ser feita pelos participantes da pesquisa após o termino do curso de Licenciatura em Química	67
Figura 16 - Gráfico que mostra a opinião dos participantes quanto a importância da química para o cotidiano	68
Figura 17 - Gráfico indicativo do nível de conhecimento que os participantes da pesquisa possuem de CTSA antes do minicurso	69
Figura 18 - Gráfico que indica a opinião dos participantes antes do minicurso quanto a relevância do CTSA na formação cidadã	70
Figura 19 - Gráfico indicando a opinião dos participantes quanto a aplicabilidade da abordagem CTSA	70
Figura 20 - Gráfico que indica a importância do CTSA no curso de Licenciatura em Química	71
Figura 21 - Gráfico referente a intenção de cursar uma disciplina de CTSA antes do minicurso	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO GERAL	14
3	QUADRO TEÓRICO	15
3.1	Conceitos prévios - CTSA	15
3.2	AGENDA 2030 – Considerações e Desenvolvimento Sustentável	21
3.3	Objetivos da abordagem CTS/CTSA nas obras estudadas	28
3.4	Dificuldades na implementação do CTS/CTSA	32
3.4.1	Imagens Distorcidas da Ciência	33
3.4.2	Dificuldades Relacionadas a Rotina Escolar	36
3.5	Origem e Histórico da Nanotecnologia e sua relação com CTSA	40
4	METODOLOGIA	44
4.1	Tipo de estudo	44
4.2	Participantes	45
4.3	Procedimento da pesquisa	45
4.4	Aspectos éticos	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5.1	Dados do questionário e discussões sobre possíveis implementações do CTSA	48
5.3	Análise dos planos de aula	79
5.3.1	Retrato do momento histórico vivenciado pelos participantes no momento da pesquisa	80
5.3.2	Análise do tópico: Conteúdo a ser abordado	81
5.3.3	Análise do tópico: Objetivos a serem alcançados	82
5.3.4	Análise do tópico: Procedimentos metodológicos que serão utilizados	83
5.3.5	Análise do tópico: Descrição do plano de avaliação	85
5.4	Análise das entrevistas	87
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea é caracterizada, dentre outras particularidades, como um coletivo que depende e faz uso das tecnologias. As inovações tecnológicas existentes devido a ampliação do conhecimento científico e tecnológico são fundamentais para a compreensão da natureza e da sociedade em um sentido mais amplo.

As mudanças culturais e estruturais no comportamento social nas últimas décadas foram significativas. Tais transformações influenciaram até mesmo a forma de pensar e agir com relação à política, sociedade e economia (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009).

A forma como a sociedade moderna lida com a imersão no mundo tecnológico e científico é ambígua. Pois, por um lado existe o pensamento que foi desenvolvido durante mais da metade do século XX, e ainda é recorrente em uma parcela da sociedade, de que o avanço da ciência e tecnologia iria solucionar todas as problemáticas da sociedade. Santos e Mortimer (2002, p.111) explicam isso ao escreverem: “As sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade”. Todavia, mesmo com o advento da internet e de outros meios de divulgação que proporcionam uma facilidade na proliferação de informação acerca do conhecimento científico, ou mesmo conhecimento técnico e teórico sobre tecnologias, um quantitativo considerável de pessoas não têm compreensão do assunto. Essa presente falta de conhecimento tem contribuído, entre outros fatores, com uma crescente falta de confiança na ciência pela sociedade. Andrade (2019) analisa este assunto ao expor uma pesquisa feita no instituto Gallup, ele descreve que:

[...] o estudo ouviu mais de 140 mil pessoas e verificou que, no caso dos brasileiros, 73% desconfiam da ciência e 23% consideram que a produção científica pouco contribui para o desenvolvimento econômico e social do país. Tal nível de descrédito não é uma exclusividade do Brasil e afeta nações desenvolvidas como França e Japão, onde 77% dos entrevistados também declaram desconfiar da ciência. (ANDRADE, 2019)

Durante o ano de 2020 as recomendações de pesquisadores, médicos, virologistas e demais autoridades científicas foram em larga escala propagadas pelos mais diferenciados tipos de mídia. Países reagiram de formas variadas a essas recomendações. No Brasil, após controversos embates políticos, foram tomadas

medidas de controle e prevenção da COVID-19 pelas diferentes esferas administrativas (governo federal, governos estaduais e municipais). Apesar das medidas tomadas serem diferenciadas dependendo da região do país, a medida mais difundida pelas autoridades foi o isolamento social (FARIAS, 2020).

No entanto, mesmo a comunidade científica orientando a permanência do isolamento social, um quantitativo expressivo da população de muitos países, incluindo o Brasil, tem realizado a prática de desrespeitar o isolamento social.

Nesse contexto é pertinente se questionar: Qual é o papel do ensino de ciências? Visto que o ensino de ciências não está sendo relevante para que uma considerável parcela da sociedade se aproprie dos conhecimentos científicos, ao ponto de serem levados em conta na hora de tomarem decisões em suas vidas, mesmo que sejam decisões ligadas à saúde e a manutenção da própria vida. Isto é evidenciado, justamente, pelo não cumprimento do isolamento social na pandemia. E se o conhecimento sobre a ciência não é um fator determinante para tomadas de decisões, quais fatores são?

Ensinar ciências abordando tecnologia não se trata apenas de propagar os avanços tecnológicos, como maravilhas do mundo moderno. a mídia já tem feito isso. Portanto, é necessário, ao ensinar ciência, possibilitar representações que permitam a ação do indivíduo enquanto cidadão e ser social em tomar decisões, compreendendo a amplitude do que se é discutido pelos especialistas. Essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Para ensinar é importante que os professores compreendam o CTS, pois o que o eles entendem por ciência, tecnologia e sociedade, bem como suas Inter-relações, podem influenciar de modo que aproxime ou afaste o aluno da visão do saber científico amplo e embasado, que tenha relevância no cotidiano (FIRME E AMARAL, 2008).

Ao se tratar de tecnologia um assunto muito recorrente na mídia, nos filmes, nos livros, quadrinhos e outros meios culturais é a nanociência e a nanotecnologia. Proveniente da interação de diversas ciências, dentre elas a física quântica, eletrônica, engenharia dos materiais, a biologia molecular e a química (BUZEA C, 2007).

Ao escreverem sobre nanociência e nanotecnologia, Pyrrho e Schramm (2012) descrevem as relações e os promissores avanços entre as diversas áreas que se cruzam ao se tratar da nanotecnociência. As autoras escreveram:

a nanotecnociência estuda e explora as propriedades dos materiais quando manipulados em nível atômico e molecular. Essas novas propriedades são objeto de interesse de diversas áreas, como informática, aeronáutica, química, energia, indústria bélica e quase todos os ramos de indústrias de alta tecnologia atuais (PYRRHO e SCHRAMM, 2012).

A importância da formação CTSA aos professores que ensinam ciências, dentre elas a Química, a amplitude interdisciplinar da nanotecnologia e a nanociência, e a carência de trabalhos que abordem a relação entre esses temas, numa abordagem no ensino superior, foram o que motivaram a execução desse trabalho. O presente estudo ambiciona analisar a construção de uma disciplina de abordagem CTSA para o curso de Licenciatura em Química, estudando as contribuições da nanotecnologia como conteúdo abordado na disciplina de CTSA no ensino de Química. Para tanto, apresentamos a seguir o elenco de objetivos apresentados e escolhidos para a pesquisa.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar a construção de uma disciplina de abordagem CTSA para o curso de Licenciatura em Química.

2.1 Objetivos específicos:

1. Estudar as contribuições da nanotecnologia como conteúdo abordado na disciplina de CTSA no ensino de Química;
2. Efetuar o minicurso para os alunos da graduação em Química sobre a disciplina de CTSA na licenciatura e o assunto de nanotecnologia e nanopartículas.
3. Aplicar instrumentos para a verificação da relevância da construção da disciplina de CTSA e os estudos de nanotecnologia na formação de estudantes licenciados em Química.

3 QUADRO TEÓRICO

3.1 Conceitos prévios - CTSA

A dinâmica do desenvolvimento da sociedade é um processo complexo e está ligado a diversas especificidades, dentre elas, a ampliação e apropriação do saber científico, da qual a importância é fundamental no desenvolvimento de tecnologias,

cujo seu uso implementado na sociedade mudam os hábitos e até mesmo a cultura, ocasionando mudanças significativas nas inter-relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. A maneira como o indivíduo está propenso a se conectar como parte de um todo: a sociedade, amiúde, relaciona-se com as tecnologias usadas, assim, em muitos casos, a relação com a tecnologia forma, ainda, os valores políticos e sociais. Como exemplo, podemos citar uma das tecnologias mais antigas dominadas pela humanidade e usada até a modernidade: a agricultura.

Outrossim, cabe salientar que as primeiras pessoas cujo domínio da agricultura era praticado, passaram a fixar sua moradia em função da terra. Sabe-se que existia o conflito sobre a posse da terra entre outros grupos de indivíduos que não detinham o domínio sobre a tecnologia agrícola e os que a dominavam. Os que dominavam a agricultura compreendiam que a terra cultivada lhes pertencia, já os que não dominavam a agricultura não compreendiam a ideia de posse de terra, dado que eram nômades. Esse conflito foi o princípio do debate político entre a ideia de reforma agrária do socialismo e a ideia de propriedade privada, mesmo antes que pensadores criassem tais conceitos. O fato de a tecnologia existir fez com que o seu uso pela sociedade modificasse a própria sociedade, naquilo que se referem a conceitos, pensamentos, comportamentos e valores culturais.

No decorrer do tempo, outras tecnologias surgiram de diversas formas diferentes, e a sociedade foi criando novos conflitos, novos conceitos, novas formas de interagir com o mundo e até mesmo novas formas de aprender. Podemos entender que o desenvolvimento técnico está ligado à racionalização humana.

O domínio do fogo, o cozimento dos alimentos, a domesticação dos animais, a agricultura, o tear, a cerâmica, a construção de moradias, a fundição de metais... são somente alguns dos elementos significativos da longa cadeia de atos técnicos que têm caracterizado a evolução cultural dos humanos. Por tudo isso, é amplamente aceito que o ser humano é antes de tudo um *homo faber*, e mais (e talvez antes que), um *homo sapiens*. Inclusive cabe estabelecer que a própria racionalidade humana seja, ela mesma, uma consequência do desenvolvimento técnico (PALACIUS *et al.*, 2003, p.37).

O domínio sobre diversas e diferenciadas técnicas, conhecimentos e materiais é um importante fator que fez com que diferentes povos desenvolvessem características singulares que estruturam a cultura e a forma de agir em sociedade. É possível compreender a história e a cultura dos povos antigos pelo uso específico de certas tecnologias e a análise dos produtos criados por elas: conhecimentos

relacionados a engenharia e arquitetura, ferramentas de trabalho, sistema de irrigação, métodos diferenciados de produção e conservação de alimentos, armas e estruturas bélicas são exemplos de técnicas e tecnologias criadas de formas diferentes por diversos povos que ajudam a compreender a história dos mesmos. É relevante salientar que o estudo da astronomia, a invenção da bússola, as grandes navegações entre outros fatores foram fundamentais para que os diferentes saberes da humanidade fossem compartilhados.

Apesar do conhecimento não ser uma construção linear e contínua, por diversos motivos, dentre eles o fato que a maioria dos encontros entre sociedades antigas estruturadas foi feito por conflitos, disputas e guerras. O resultado das conquistas e submissão de um grupo envolve tanto destruição de patrimônios culturais como a apropriação e a miscigenação de culturas. Assim sendo, as diversas invenções chinesas, o conhecimento nos papiros e escritos de diferenciadas sociedades antigas, o conhecimento da matemática arábica, a filosofia grega, e o conhecimento e técnicas para grandes navegações foram aos poucos se espalhando e sendo absorvidos por culturas diferentes, na maioria das vezes de forma não pacífica. Porém é possível notar que na história há uma relação direta entre o comportamento da sociedade e seu conhecimento sobre a natureza e domínio de tecnologias com a forma como a própria sociedade se relaciona entre si e com o ambiente. Para Ribeiro (2000), os diversos conceitos inseridos no cotidiano social se interligam com determinada tecnologia produtiva, esta se relaciona com um processo de ordenação das relações humanas, interpretar e refletir sobre as variadas experiências, construções e consolidação de ideologias. Referente a isso, Siqueira (2010) escreve:

A história da humanidade pode ser compreendida a partir do entendimento de uma sucessão de revoluções tecnológicas e processos civilizatórios em que o homem passa de uma condição generalizada para uma vivência diferenciada. Para realizar uma evolução sociocultural, as sociedades humanas devem passar por dois processos simultâneos e mutuamente complementares: a autotransformação, responsável pela diversificação; e a homogeneização, responsável pela manutenção do patrimônio cultural. Além disso, há três imperativos que as influenciam: o caráter tecnológico, o social e o ideológico, elementos que permitem as formações socioculturais SIQUEIRA (2010).

O avanço científico e tecnológico no século XX trouxe consigo ideias oriundas do período da revolução científica (século XVI a século XVIII). Por conta disso, tornou-

se popular para uma boa parte da sociedade a visão da ciência de uma forma mais elitista e socialmente neutra, detentora da missão de explicar todas as coisas e resolver todos os problemas, e sempre linearmente tendo progresso em tal ação (HEILBRON 2003, p. 741-743).

No entanto, no período pós-segunda guerra mundial, houve abundantes casos de desastres ambientais e surgimento de novas enfermidades, além de novas problemáticas socioambientais, diretamente ligados aos avanços científicos e tecnológicos. A destruição em massa causada por bombas atômicas e armas químicas, a contaminação de pessoas e animais causados por pesticidas, vazamentos de petróleo e outros tipos de poluição industrial, o aumento de doenças como câncer e enfermidades ligadas a contaminação radioativa e outros tipos de materiais descartados em ambientes impróprios. Todos esses eventos e outros mais, ocorridos na época, constataram que os avanços na tecnologia e no entendimento da ciência contavam com poucos feitos para erradicar problemas de cunho social e ambiental. A ciência e a tecnologia tinham dado início a uma série de problemas, além disso, se mostravam ineficientes para resolver problemas de cunho social, como a fome em diversos povos, falta de moradia, desemprego e etc. Todas essas problemáticas em questão geraram movimentos sociais que acarretaram no CTS (ciência, tecnologia e sociedade), posteriormente CTSA (ciência, tecnologia, sociedade, ambiente) (GIL PÉREZ; VILCHES; 2005).

Com o advento da tecnologia, principalmente no período pós-segunda guerra mundial, o bem-estar e enriquecimento da nação são contestados. Os constantes desastres ambientais ligados ao uso de tecnologias, como derramamento de petróleo, acidentes envolvendo radioatividade, excesso de poluição pelas indústrias, a contaminação por pesticidas, dentre outros, fizeram com que se tornasse necessário uma linha de pesquisa na qual se tivesse um olhar crítico para a responsabilidade social e ambiental, necessária para as inovações tecnológicas científicas. (SANTOS, 2002).

As manifestações sociais que acarretaram na criação do movimento CTSA foram inspiradas nos estudos do sociólogo Karl Mannheim sobre a sociologia do conhecimento. Nela Mannheim estabelece as bases da relação entre o pensamento científico e o meio social, no qual esse próprio pensamento científico é desenvolvido, mostrando assim a relação entre o histórico e o social nos pensamentos científicos e nos indivíduos que os desenvolvem. Essa linha de estudo pretende estudar as

relações entre ciência e tecnologia como partes integrantes do social, sendo assim influenciadas por constantes como tempo, espaço e cultura. Desta forma, o surgimento de novos conceitos científicos e novas tecnologias devem ser analisadas levando em consideração as características históricas, culturais e sociais envolvidas.

Nos anos 1970 o movimento CTS é assimilado pela área da educação, inicialmente pelas escolas de países industrializados na Europa, Austrália, Canadá e EUA. No Brasil, a abordagem CTS foi tema da educação nos anos 1990.

O estudo de Bazzo *et al.* (2003), refere-se à abordagem CTS como um campo de atuação que evolui abrangendo tanto políticas públicas, como a pesquisas acadêmicas na área das tecnologias, ciências e educação. Os autores citam duas linhas de estudo em CTS e CTSA, a americana e a europeia. Embora ambas discorrerem sobre os mesmos temas, a ênfase da tradição europeia é o afastamento da visão distorcida elitista e tradicional da ciência e da tecnologia, já a tradição americana enfatiza as consequências sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico. Por este motivo, dependendo do elo da literatura estudada com essas respectivas linhas de estudo, utiliza-se CTS ou CTSA. Como o fator ambiente terá uma importância significativa para essa pesquisa será usado a sigla CTSA.

No campo educacional é importante compreender que o CTSA não é uma metodologia pedagógica, nem uma fórmula didática. A abordagem de ensino do CTSA é um processo de ensino-aprendizagem, que segue a orientação dos ideais de um movimento social que enxerga a ciência não mais como a entidade a qual retém todas as respostas das problemáticas humanas, mas classifica a ciência e a produção e o uso de tecnologias como algo que pode influenciar e ser influenciado pela sociedade (SANTOS, 2002).

A abordagem CTSA se relaciona com uma formação cidadã do estudante. O aluno que aprende o conteúdo de ciências através dessa abordagem, desenvolve um senso crítico sobre as problemáticas sociais e ambientais, que se relacionam com os conceitos científicos, uso e produção de tecnologias. O aluno com o aprendizado baseado na perspectiva CTSA entende que a ciência não é neutra, e que o conhecimento quando colocado em prática deve ser feito com responsabilidade.

É comum em salas de aulas a ciência ser apresentada como uma área de conhecimento a ser dominada, memorizada, compreendida e, ocasionalmente, aplicada ao mundo real. Estudos mostram que existe um quantitativo insuficiente de

ações para transmitir aos alunos que a ciência é uma atividade humana, social e carregada de valores e convenções, encontrados em determinado contexto, época e cultura (PEDRETTI, 2006; AULER e DELIZOICOV, 2006).

Por isso, torna-se necessário compreender os objetivos da abordagem CTSA no ensino e na sua importância no processo de elucidar os meios de desenvolver ciência e abdicar de imagens distorcidas de uma ciência neutra.

É importante compreender que o movimento CTSA se relaciona diretamente com as políticas públicas, tendo em vista que certos movimentos sociais no início do século XXI alertavam a importância da participação da população nas decisões pertinentes à sociedade industrial e ao meio ambiente. Todavia, não pode esquecer-se que a parcela da sociedade que exige e participa de tais decisões é uma elite que tem posse do conhecimento científico e possuem relações significativas de negociação com os donos dos meios de produção, embora que ainda existam tentativas de grupos para democratizar o conhecimento e ampliar a participação da população (Schnorr e Rodrigues, 2014).

Para compreender como o CTSA pode se relacionar com políticas públicas é pertinente considerar a Agenda 2030 das Organizações das Nações Unidas, haja vista que é um documento que lista objetivos que norteiam as políticas públicas de 193 países que se comprometeram em realizar políticas públicas baseadas no desenvolvimento sustentável, inclusive o Brasil. O próximo tópico irá fazer uma exposição e considerações sobre a Agenda 2030.

3.2 AGENDA 2030 – Considerações e Desenvolvimento Sustentável

A Agenda 2030 consiste em um acordo estabelecido no ano de 2015, institucionalizado pela ONU (Organização das Nações Unidas), no qual as lideranças mundiais de 193 países se comprometeram em cumprir 17 objetivos e 169 metas globais para os 15 anos futuros. O acordo foi sancionado pela assinatura no documento Resolução 70/1.

Figura 1 - Objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030.



Fonte: site undp.org acesso 05/03/2021

O Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, define Desenvolvimento Sustentável como: “[...] satisfazer as necessidades das gerações presentes, levando em consideração as necessidades das gerações futuras” (Comissão 1991, p 46). No entanto, para ampliar a compreensão desse conceito é necessário entender a quais “gerações futuras” estão sendo consideradas.

Na agenda 2030 é primeiramente definido que os países participantes se comprometem a não deixar “ninguém para trás”, que “a dignidade da pessoa humana como algo fundamental” e os objetivos desejamos e metas deverão ser cumpridos para “todos os povos e nações e para todos os segmentos da sociedade”. (agenda 2030, p. 3)

É relevante considerar que a Agenda 2030 foi criada, estruturada e pretende ser aplicada dentro de uma sociedade capitalista. Embora em seu texto seja definido que o caminho para o “crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável é essencial para a prosperidade, e também que isso só será possível se a riqueza for compartilhada e a desigualdade de renda for combatida” (p.7), tal citação, e todas as outras referente a compartilhar riquezas, estão sempre acompanhadas de uma dimensão social e de uma dimensão econômica. No texto oficial da Agenda 2030 é documentado que se deve fornecer empregos justos e decentes (onde não é definido o que isso significa), emprego dos jovens e o empoderamento econômico das mulheres em particular, e o trabalho decente para todos, e isso acarretaria no bem econômico dos países pois teriam mão de obra disposta, saudável, habilitada e bem

educada. Ou seja, o texto passa a mensagem que não basta tirar da pobreza, é preciso para além disso, aumentar a oferta de mercado de trabalho, aumentar o poder de consumo da população, e com a força do trabalho desses trabalhadores enriquecer a economia dos países. No entanto, diante da lógica capitalista, surge uma questão: Como fazer os países produzir riquezas e aumentar a economia sem explorar a força de trabalho e produção do cidadão pobre? Isso é possível em uma lógica capitalista?

Segundo a ONU, no documento “Declaração do Milênio”, erradicar a pobreza extrema é o equivalente a diminuir pela metade o número de pessoas que vivem com menos de 1 dólar americano por dia. No ano 2000, isso seria o quantitativo de 2 bilhões e 200 milhões de pessoas, entretanto, tal meta não foi cumprida.

No artigo de Jimenez e Segundo (2007), é mostrado o histórico documental que entidades como o Banco mundial, as Nações Unidas dentre outras têm traçado metas, planos, objetivos e datas marcadas para a erradicação da pobreza extrema, mesmo antes da Agenda 2030 e da declaração do Milênio, mas, sistematicamente através de novos acordos, o prazo para isso tem sido constantemente adiado. De fato, desde de movimentos nos anos 60, como o programa “guerra à pobreza” lançado pelo presidente dos EUA Lyndon Johnson, passando pelo “projeto do milênio” da ONU, a própria Agenda 2030 e os variados projetos políticos de diversos países que atuaram na linha do combate à pobreza extrema têm falhado continuamente (AZEVEDO, 2003), (Jimenez e Segundo 2007).

A grande problemática encontrada no fracasso das políticas relacionadas ao combate à extrema pobreza pode ser avaliada a partir de uma contradição estrutural do sistema capitalista. Tal contradição se consiste na informação que estruturalmente no capitalismo, seja em uma vertente ideológica mais voltada ao bem-estar social ou em uma ideologia mais voltada ao livre comércio, o principal objetivo é o lucro a partir do controle e posse dos meios de produção.

Por esse motivo, quando as metas e objetivos das políticas públicas de um sistema capitalista se tornam abrangentes no campo do bem estar social, do desenvolvimento sustentável e no combate à pobreza, encontram uma barreira e não conseguem ser integralmente consolidadas, pelo fato que as ações necessárias para realizarem tais objetivos repetidas vezes resulta em uma diminuição dos lucros. Ou seja, no conflito entre lucro e bem estar social, o sistema capitalista irá sempre beneficiar o lucro.

É possível observar isso através do aumento do lucro de várias categorias de empresas e grupos empresariais em determinados períodos históricos de crise econômica. Guerras e conflitos movimentam o mercado de armas, combustível e até inovação tecnológica. Dados do IBGE mostram que as indústrias ligadas aos consumos diários, como a alimentícia, de produtos químicos e farmacêuticos cresceram durante a crise de 2008 no Brasil de forma significativa. Durante a crise econômica oriunda da Covid-19, empresas ligadas ao setor do comércio eletrônico tiveram lucros bilionários (FORTES E GAMBARATO, 2021). Esses são só alguns exemplos que mostram que no capitalismo existe lucro com a exploração das necessidades básicas da população, podendo até mesmo gerar os meios e processos que serão os causadores da extrema pobreza.

Esse problema é ainda mais dramático quando relacionado à educação. Considerando a educação uma tecnologia de organização social (BAZZO, 2003), e considerando a educação, e principalmente o conhecimento adquirido oriundo dela, como um meio de produção segundo a teoria marxista, temos uma contradição na própria função da escola dentro da lógica capitalista. Nesse sentido, vale lembrar com Mészáros (1981, p.272-273),

Que a 'contestação' da educação no sentido mais amplo é o maior desafio para o capitalismo, pois afeta diretamente os processos mesmos de 'interiorização' através dos quais a alienação e a reificação puderam até agora predominar sobre a consciência dos indivíduos.

Pois, se por um ângulo de análise a escola tem carácter reprodutor do status quo da sociedade, por outro referencial a escola está socializando conhecimentos que podem ser considerados meios de produção entregues aos mais pobres. Surge a seguinte questão: Qual a forma de um órgão institucional de educação, como é a escola, conseguir transmitir conhecimentos, meios de produção e até mesmo ampliar a visão crítica e social de indivíduos que podem politizar e revolucionar a forma de pensar e agir da sociedade, e, ainda assim, manter a lógica capitalista em preservar o lucro daqueles que já lucram? Tal problemática tem sido sistematicamente resolvida pelo sistema capitalista, e a favor do mesmo, a partir da gestão da educação pelo Banco Mundial.

O Banco Mundial possui múltiplas funções, atuando na esfera política, financeira e intelectual. Além de ter as funções pertinentes a um banco, ele também

atua como um produtor de conformação e convencimento de como devem ser as políticas econômicas contemporâneas dentro da lógica do sistema capitalista. Através do processo de elaboração de dados estáticos únicos sobre a economia, sociedade e política de diversos países, o Banco Mundial produz o conhecimento de como deve ser a educação no mundo contemporâneo, além de ter os meios e recursos para encaminhar e até mesmo convencer quais e as políticas públicas serão tomadas e como serão geridas por diversos países, sobretudo aqueles em desenvolvimento. Desta forma, através da capacidade de articular com diversas correlações de forças políticas de cada país, da produção conhecimento socioeconômico, dos empréstimos e demais negociações financeiras pertinentes ao banco e do poder de convencimento usando todos esses fatores, o Banco Mundial se torna um autor de políticas mundiais hegemônicas (PEREIRA, 2010).

O Brasil se comprometeu a fornecer a educação inclusiva e equitativa de qualidade em todos os níveis, para “Todas as Pessoas”. O texto fornecido pela CGDES (2016) chega a detalhar tanto os níveis de educação a serem ofertados como os grupos sociais a não serem esquecidos, sugere uma política de implementação com um olhar social que supera e desconstrói preconceitos, sendo também citado que para existir uma educação equitativa é necessário dar atenção “especialmente aqueles de situação de vulnerabilidade”. No entanto, o principal modelo de gestão dos recursos ligados a educação para o Brasil e outros países da América Latina é proveniente do Banco Mundial, que a partir do projeto Educação Para Todos (EPT), consolidado em primeira instância na Conferência Mundial de Educação Para Todos, em Jomtien, Tailândia, em 1990, organiza suas metas a pelo menos, burocraticamente, estarem mais alinhadas com a ideologia adotada no texto da agenda 2030.

Todavia, é importante salientar que uma estrutura como a de um banco ao lidar com qualquer problemática trilha caminhos que apontam para soluções, visando o crescimento econômico e o lucro. Porém, quando se trata de temáticas tão amplas e multifacetadas como a educação e a saúde, não é possível deixar em segundo plano questões sociais, culturais e até mesmo ambientais. O lucro, apesar de ser o principal fator da lógica capitalista, não pode ser o fator determinante na luta contra a pobreza extrema e na implementação de uma política de desenvolvimento sustentável. Tratando-se de educação, na qual os investimentos são altos e o retorno geralmente

é a médio ou longo prazo, o Banco Mundial tem adotado uma postura de redução de recursos. Rabelo e Segundo (2011) escreveram sobre isso:

“todas as alternativas do Banco para a melhoria da educação vão no sentido de redução dos recursos destinados à educação, buscando a solução no gerenciamento eficiente dos recursos mínimos em detrimento do aumento de recursos, indicando como alternativa a prioridade da gestão autônoma dos municípios e das escolas, com o envolvimento da comunidade e dos conselhos fiscais na busca de parcerias de diversas ordens, inclusive, apelando ao discurso do voluntariado na escola.” (RABELO E SEGUNDO, 2011).

Observar os 17 objetivos da Agenda 2030 no direcionamento e comprometimento da enorme conquista que é o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza extrema, apesar de ser animador, principalmente para quem possui uma visão mais humanística do trabalho, da saúde e educação, é também desestimulante perceber a contradição que é depender do Banco Mundial para atingir a maioria de tais objetivos.

O que se constata é que os meios adotados não resultaram nos resultados esperados, mas não por um motivo de mal planejamento, e sim por uma intenção de manutenção do status quo. Pois o objetivo principal, apesar do que dizem os documentos, não é a erradicação da pobreza extrema e nem o desenvolvimento sustentável, mas sim a permanência, ampliação e o constante desenvolvimento do lucro. Gimenez e Segundo (2007) constataam isso ao escreverem:

o princípio que move as ações de proclamar o apoio do Banco Mundial em favor da educação como instrumento de alívio da pobreza (Leher, 1998), integra-se à preocupação primordial com a manutenção da estabilidade política, diante das medidas de ajuste às dificuldades de reprodução do lucro implementadas pelo capital que vêm avançando de forma crescentemente invasiva sobre o trabalho e a experiência social em geral, aí incluída a própria atividade educacional, agravando as condições de vida para a imensa maioria da humanidade (Gimenez e Segundo, 2007).

Diante de todos esses fatos, a educação não deve ser considerada uma causa perdida, é importante reconhecer o papel dela como um dos possíveis fatores de conscientização e transformação social. A implementação de uma luta radical, no sentido que se tenha como perspectiva a superação do capital, passa necessariamente pela construção do combate teórico e ideológico, e para isso a educação possui função fundamental, visto que ela está ligada diretamente à formação humana. Como é explicitado por Rabelo e Segundo (2011):

tomando como base a perspectiva marxiana, podemos denunciar que a ruptura da atual situação de desigualdade não provém da proclamada boa vontade ou empenho por parte dos governos dos países pobres, mas de iniciativas revolucionárias capazes de prover uma verdadeira formação humana (RABELO E SEGUNDO, 2011).

Existem abordagens de ensino que podem se aproximar da construção de um saber científico e técnico mais interligado com as questões sociais ambientais. Tais abordagens podem ser usadas para a formação de um aluno com responsabilidade social e senso crítico da realidade. Inclusive para a conscientização de problemáticas discutidas na Agenda 2030 e na inclusão no processo de formação de debates e ações que possam aproximar o cumprimento dos seus 17 objetivos, apesar da lógica de gestão da educação pelo banco mundial não contribuir para isso.

No entendimento do autor dessa dissertação, a abordagem CTSA de ensino é uma abordagem que pode ser utilizada nesse sentido.

3.3 Objetivos da abordagem CTS/CTSA nas obras estudadas

Medina e Sanmartin (1990), descrevem alguns objetivos do enfoque CTS no contexto educacional, são eles:

1 - Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.

2 - Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático – assim como sua distribuição social entre 'os que pensam' e 'os que executam' – que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.

3 - Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.

4 - Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

O primeiro Objetivo apontado por Medina e Sanmartin (1990), mostra a importância de repetidas vezes reavaliar as maneiras de se compreender, analisar e agir sobre a natureza. Enfatizando que essas ações devem ser feitas no ambiente

educacional institucional, de forma a ter legitimidade. Essa reavaliação proposta deve focar numa perspectiva que amplie a compreensão da ciência para além de uma visão determinista e tecnicista. Uma forma de enxergar a ciência que inclua problemáticas sociais e ambientais. Uma reflexão que contraponha a ideia da neutralidade e superioridade científica. Um rompimento com uma visão tradicionalista. Uma ampliação para compreender as complexidades das plurais relações existentes entre sociedade, o saber científico e as tecnologias. Sendo assim, estudar avaliar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza inclui confrontar as formas de ensino que reproduzem uma visão unidimensional do saber científico permitido.

O segundo objetivo do enfoque CTSA citado por Medina e Sanmartin (1990), consiste em uma análise crítica sobre a visão tradicional das paredes abstratas que separam o conteúdo desenvolvido teoricamente e o uso prático no seu cotidiano pela sociedade através de alguma tecnologia.

Educadores que planejam usar a abordagem CTSA não devem reproduzir a ideia de uma sociedade empresa, onde cada indivíduo possui uma função única. Alguns com a função pensar e desenvolver ciência e tecnologias, outros com a função de utilizar tais tecnologias no trabalho e na vida cotidiana, revelando um olhar social que enxerga a ciência e a tecnologia, mantendo o status quo da sociedade e da própria ciência e tecnologia. O professor, ao abordar CTSA, deve ter como um dos objetivos produzir o desenvolvimento de uma análise que aponte o poder transformador de cada indivíduo, de grupos sociais e da sociedade sobre a ciência e tecnologia, além de também apontar o poder de transformar da ciência sobre a sociedade e tecnologia, e o poder de transformar da tecnologia sobre a sociedade e a ciência.

O terceiro objetivo de Medina e Sanmartin (1990), trata-se de um combate, um confronto contra uma ideologia de conhecimento segmentado.

A separação do conteúdo a ser estudado nas disciplinas escolares tem causado diversos danos para a educação. Mesmo no contexto individual da disciplina específica, o conhecimento é separado em conteúdos relativamente herméticos, principalmente por serem apresentados de forma desconexa e desvinculada. A fragmentação do conhecimento a ser ensinado provoca uma perda de significância dos conteúdos para os alunos, que reagem com repúdio e negação a determinados saberes. Demonstrando a não habilidade de visualizar a inter-relações dos múltiplos saberes entre os conteúdos estudados e na vida cotidiana (GERHARD, 2012).

As formas de pensamento, os processos intelectivos indispensáveis à compreensão da realidade natural e social para além das aparências, são processos que não se desenvolvem nos indivíduos, se os mesmos não se apropriarem do conhecimento em suas formas mais desenvolvidas (Martins, 2011).

Para lutar contra a segmentação do conhecimento é necessário a apropriação do conhecimento em sua forma totalitária. Esse processo de apropriação inclui a visão não segmentada do conhecimento, que implica numa visão ampla, levando em consideração as diferentes áreas de ensino e os diferentes campos das ciências a se correlacionarem de forma multidisciplinar com as ações e consequências cotidianas, políticas, sociais e civilizatórias dos sujeitos em níveis individuais e coletivos.

A interdisciplinaridade das ciências da natureza com as ciências humanas, sendo avaliadas de forma histórica, filosófica e social, é uma ferramenta que pode ser usada para o exercício da abordagem CTSA. Expor as transformações da sociedade ocorridas na história, e suas inter-relações de mão dupla com as tecnologias e ciência, podem ajudar o aluno a ter uma visão mais ampla sobre as consequências e responsabilidades das ações de cada indivíduo ou grupo social, sejam tais ações transformadoras ou não.

O quarto objetivo da perspectiva CTSA no contexto educacional segundo Medina e Sanmartín (1990), é a democratização do ensino científico e tecnológico em um nível que, além de se expandir, inclua os saberes aprendidos no cotidiano das comunidades de uma maneira crítica.

A democratização do ensino está ligada a diversos fatores, alguns deles são: Políticas públicas, hábitos culturais, acesso da população a tecnologias de informação, eficácia da divulgação de conhecimento científico.

Na escola, a democratização do conhecimento está ligada a transmissão do conhecimento de forma que ele possa transpassar os muros da sala de aula e da escola, atingir todo o ambiente escolar e ir além, atingir a comunidade. A interdisciplinaridade, as relações entre conhecimentos variados e a pesquisa têm um papel fundamental para se atingir esse objetivo. Como é ressaltado nos PCNS do ensino médio.

A interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para resolver às questões e aos problemas sociais contemporâneos (Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Brasília: MEC, 2002, p. 34).

O processo em que um indivíduo possa identificar as problemáticas ligadas ao entendimento superficial do conhecimento científico, ao uso das tecnologias sem responsabilidades sociais e aos próprios conflitos sociais que a comunidade possa vivenciar está ligado à pesquisa.

A pesquisa investiga o mundo em que o homem vive e o próprio homem. Para esta atividade, o investigador recorre à observação e à reflexão que faz sobre os problemas que enfrenta, e à experiência passada e atual dos homens na solução destes problemas, a fim de munir-se dos instrumentos mais adequados à sua ação e intervir no seu mundo para construí-lo adequado à sua vida (CHIZZOTTI, 2005, p.11).

Para que se consolide o processo de ensino-aprendizagem com enfoque CTSA é importante que o estudante seja incentivado a pesquisa. O objetivo deve ser a construção de um senso crítico fundamentado na ciência, no qual o aluno seja capaz de argumentar usando uma fundamentação teórica cientificamente baseada, levando em conta as consequências sociais e ambientais que tais fundamentos científicos podem acarretar.

A pesquisa realizada na escola deve trabalhar não somente o aprendizado dos conteúdos, mas a divulgação desses. O que se relaciona diretamente com as tecnologias e com as relações sociais do mundo digital. A abordagem CTSA pode ser usada como base para criar estratégias de divulgação do conhecimento aprendido para toda comunidade, inserindo-a no papel de apropriação do conhecimento para melhorar a compreensão da realidade.

No próximo tópico será abordado algumas das dificuldades em consolidar uma abordagem CTSA no ensino educacional.

3.4 Dificuldades na implementação do CTS/CTSA

A falta de vivência com a pesquisa na formação e cotidiano escolar dos professores, pode ser uma problemática que venha a acarretar impedimentos na implementação do CTSA.

A maneira como os professores compreendem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, bem como suas inter-relações, pode ter influências tanto para a aproximação quanto para o afastamento do cumprimento dos objetivos do enfoque

CTSA. Por isso é fundamental que o professor tenha clareza sobre os conceitos e as relações a serem abordadas no CTSA (FIRME; AMARAL, 2008).

O estudo de Auler e Delizoicov (2006), feito com professores de Santa Maria/Brasil, procurou identificar a forma como os professores de ciências compreendem as inter-relações existentes no CTSA, analisando os níveis de proximidade e afastamento com os seguintes padrões:

- Superação do modelo de decisões tecnocráticas;
- Superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência e Tecnologia;
- Superação do determinismo tecnológico.

Os resultados mostraram um não entendimento do papel da ciência e tecnologia na sociedade. Muitos professores ainda reproduzem a ideia da ciência e tecnologia neutra e isenta de posições políticas e sociais. Todavia, o entendimento dos professores estudados sobre neutralidade e não neutralidade da ciência se misturam gerando uma visão ambígua. Observando a maioria dos professores estudados, Auler e Delizoicov (2006), não atribuíram à sociedade civil o poder de tomada de decisões. E além disso, o poder das decisões tomadas por especialistas ou órgãos competentes seria neutra e isenta de influências políticas e econômicas.

3.4.1 Imagens Distorcidas da Ciência

O artigo de Perez et al (2001), retrata um estudo de literatura onde se catalogam sete formas equivocadas de caracterizar a ciência. São elas: 1. concepção empírico-indutivista e atórica, 2. visão rígida, 3. visão aproblemática e a a-histórica, 4. visão exclusivamente analítica, 5. visão acumulativa de crescimento linear, 6. Visão individualista e elitista, 7. socialmente neutra da ciência.

A visão empírica indutivista é uma forma de conceber ciência de forma vinculada a uma observação “neutra” dos fatos, relacionando-se com experimentação, gerando uma compreensão do real existente na natureza. Nessa visão, o entendimento é que a experimentação é isenta de opiniões e conceitos prévios, nunca interferindo no andamento da pesquisa. Os motivos ao qual levam essa concepção ser distorcida é que a observação do método científico está relacionada com uma interpretação prévia da realidade de quem observa, logo a observação no processo científico não será neutra, além disso os trabalhos científicos não estão

necessariamente ligados a uma experiência, muitos são análises de outros trabalhos já realizados.

A visão rígida, consiste na perspectiva de que o método científico é um processo algorítmico e infalível para se construir o conhecimento científico. Onde, o que o pesquisador científico precisa fazer é seguir de forma mecânica o passo a passo do método. A rigidez desse entendimento de ciência faz com que aspectos como as ambiguidades existentes no desenvolvimento do conhecimento científico, sejam negadas. Essa visão é equivocada porque o método científico é flexível. De acordo com a pesquisa que estiver sendo feita, o pesquisador pode optar por pular passos do método, inserir novos passos e modificá-los. A ciência que se propõe a entender a realidade, deve considerar os mais plurais aspectos da percepção da realidade estudada, incluindo a ambiguidade.

A visão aproblemática e ahistórica da ciência consiste em uma visão fora de contexto dos saberes científicos. Onde se repassa o conhecimento científico presente sem levar em conta as problemáticas que foram necessárias para gerá-lo. Ao ignorar as dificuldades e problemáticas que acarretaram a evolução do conhecimento, e desconsiderar o contexto histórico em que o conceito científico foi desenvolvido, a visão aproblemática e ahistórica limita o processo de compreensão e racionalização do saber científico.

Estudos mostram que tanto os professores em suas aulas como a literatura didática em ciência não se preocupam em demonstrar os problemas que deram início aos conceitos científicos. Reproduzindo uma ciência que reforça a omissão (FERNÁNDEZ, 2000).

A visão exclusivamente analítica se caracteriza por uma forma de ver a ciência que pensa nos experimentos e processos científicos de forma isolada, onde a ciência analiticamente estuda ponto a ponto do conhecimento científico separadamente. Essa visão se torna distorcida por desconsiderar que constantemente o trabalho do cientista vai se construir ao organizar e reunir uma série de dados de pesquisas diferenciadas. Formando uma nova linha de conceito científico, por criar uma nova relação dos conceitos científicos previamente conhecidos, gerando assim um novo conceito.

A visão acumulativa de crescimento linear é uma concepção simplória da evolução dos conhecimentos científicos, na qual a ciência sempre estará num processo de desenvolvimento contínuo, nunca havendo um retrocesso na forma de compreender os conceitos científicos. Essa visão é distorcida pelo motivo que,

historicamente, a ciência diversas vezes teve que retomar um conceito ultrapassado em detrimento a um conceito tido como moderno, buscando uma significância e uma nova compreensão da natureza.

A visão individualista e elitista da ciência entende o crescimento científico efetuado por gênios reclusos e excêntricos, em laboratórios isolados, com pouco, ou nenhum, contato social. Porém, essa visão é distorcida pelo motivo que a produção científica comumente é efetuada por grupos que necessitam de contatos com outros grupos de cientistas e pesquisadores.

Para a educação a visão elitista da ciência, pode gerar um distanciamento do interesse do aluno pelo conhecimento científico. Pois dificilmente a imagem de alguém sem relações sociais, e dedicada de forma exclusiva a um trabalho, vai parecer interessante ao estudante. É importante que os professores e livros didáticos não reproduzam essa distorção. Ademais, é primordial mostrar que o convívio social é uma parte importante da produção e divulgação do conhecimento científico.

A visão socialmente neutra da ciência negligencia as relações abordadas pelo CTSA, dando uma visão que a ciência tem todas as respostas para todas as problemáticas, e traz apenas soluções e nunca problemas para a sociedade. Uma visão que entende que progresso científico é necessariamente progresso para a sociedade, e se exime de todas as relações que o conhecimento tem com o bem-estar social e as problemáticas ambientais que causam prejuízos à sociedade. Essa visão se mostra distorcida por não levar em conta uma série de problemas ligados às relações políticas, sociais, culturais, econômicas, ambientais com o conhecimento científico e com as tecnologias utilizadas, produzidas e difundidas à sociedade.

Essas visões distorcidas não são necessariamente isoladas entre si, podendo-se relacionarem e somarem simultaneamente. Elas também não são absolutas, no sentido que naturalmente existem diversas outras visões distorcidas da ciência. Sobre isso Perez escreveu:

É preciso chamar a atenção para o fato de essas visões deformadas não constituírem uma espécie de “sete pecados capitais” diferentes e autônomos; antes, pelo contrário, é lógico supor que se existe uma série de visões deformadas acerca da ciência, essas visões não constituem concepções absolutamente autônoma (PEREZ *et al.*, 2001)

A relevância em se analisar estas imagens distorcidas sobre ciência, dentre possíveis outras, estão ligadas a uma série de problemas associados à

implementação da abordagem CTSA na educação. Um desses problemas é a formação dos professores das áreas de ciências, que em sua maioria ainda abordam um currículo técnico sem pesquisas mais aprofundadas sobre as inter-relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (AZEVEDO et al, 2013).

3.4.2 Dificuldades Relacionadas à Rotina Escolar

Tendo em vista todas as considerações citadas, uma formação de professores que aborda em seu currículo conceito, relevância e estratégias para a abordagem CTS se torna importante para que as imagens distorcidas da ciência não se propaguem tanto, principalmente no meio educacional. O caráter social do desenvolvimento científico não pode ser desprezado pelo currículo. Como afirma Santos:

Os currículos de ensino de ciências, sobretudo, os restritos à preparação para o acesso ao ensino superior, muito pouco têm contribuído para a formação da cidadania e sem dúvida esses currículos não têm propiciado um avanço na qualidade da aprendizagem (SANTOS, 2012).

Nesse sentido, o movimento CTSA tem a contribuir para a superação desses desafios. No entanto, como salientou Guilbert e Meloche (1993), “Uma melhor compreensão da parte dos docentes sobre as formas de construção do conhecimento científico [...] não é um debate unicamente teórico, mas também eminentemente prático”. Como a escola é o espaço onde a prática educacional é institucionalmente aplicada e socializada de forma sistemática. (Penin & Vieira, 2002) E os professores são agentes que irão incentivar, mediar e orientar o desenvolvimento da aprendizagem. Para que os professores tenham sucesso em suas funções é necessário um planejamento pedagógico que pretenda estruturar-se em uma abordagem CTS, devendo ser feito de forma coletiva, buscando a interdisciplinaridade, organizado e bem estruturado que direcione a atuação da instituição de ensino. Haja vista, é na prática do planejamento, durante o cotidiano escolar que aparecem outras dificuldades para o desenvolvimento da abordagem CTSA.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Lei 9.394/96) destina aos professores da rede pública período para estudos, planejamento e avaliação dentro da carga de trabalho, sem delimitar o tempo de jornada dessas atividades.

Art. 13. Os docentes incumbir-se-ão de:

V - Ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional;

Art. 67. Os sistemas de ensino promoverão a valorização dos profissionais da educação, assegurando-lhes, inclusive nos termos dos estatutos e dos planos de carreira do magistério público:

V - período reservado a estudos, planejamento e avaliação, incluído na carga de trabalho; (LDB, Lei 9.394/96)

É importante salientar sobre a existência de estudos e pesquisas que enfatizam o período reservado a planejamento e avaliação, organizado e conduzido pela coordenação pedagógica, como algo comumente focado apenas no trabalho individual do professor e nas obrigações administrativas e burocráticas. Deixando a coletividade e a colaboração entre os professores cada vez mais longínqua, tanto na prática como na formação docente (SANTOS, 2006).

Para que se cumpra os objetivos de uma abordagem CTSA na educação é preciso planejamento com interdisciplinaridade. O diálogo entre a coordenação pedagógica e os professores, para a formação de uma coletividade focada na melhoria das condições de ensino, deve ser efetuado de forma explicitada.

As informações a serem analisadas para efetuar a abordagem CTSA vão além dos conteúdos técnicos e formais dos livros didáticos. Problemáticas sociais da comunidade em que se encontra a escola, informações sobre as características socioculturais dos estudantes, relação dos estudantes e da comunidade com as tecnologias e os problemas ambientais locais, sendo todas essas temáticas informações pertinentes para o planejamento de uma abordagem CTSA. A congregação de professores usando o tempo de planejamento apenas para o preenchimento da documentação administrativa presente na rotina escolar e programar avaliações de forma individual e corrigir essas mesmas avaliações, dificilmente terá êxito em uma abordagem CTSA (Fernandes e Strieder, 2017).

Existe ainda uma necessidade de realizar em conjunto com os professores, discussões relacionadas à educação CTSA e à interdisciplinaridade para o cotidiano efetivo no contexto escolar. Ações para formação, tornam-se necessárias para desenvolver as temáticas envolvidas na prática pedagógica e no processo de desenvolvimento de uma proposta de ensino. Sobre isso, Angotti e Auth (2001) escreveram:

O desafio é envolver/comprometer os professores em atividades colaborativas, para inquietá-los e desafiá-los em suas concepções de ciência,

de “ser professor” e em suas limitações nos conteúdos e nas metodologias (ANGOTTI e AUTH, 2001, p. 23).

Existem vários outros desafios e dificuldades no processo de implementação da abordagem CTSA na educação.

Placco, Souza e Almeida (2012) apontam várias adversidades enfrentadas pela coordenação pedagógica no cotidiano escolar, problemas relacionados ao acúmulo excessivo de atividades em pouco tempo para realizá-las, problemáticas ligadas a remuneração insatisfatória, problemas ligados à deficiência de formação específica.

Martinez (2002) explica alguns obstáculos na implementação do CTSA na escola, a autora divide tais obstáculos em três eixos para os expor e descrevê-los. O primeiro eixo é o professor, sua formação, suas concepções, crenças e atitudes; O segundo eixo se trata dos programas – sua lógica interna e sua articulação longitudinal e transversal; O terceiro eixo aborda os recursos didáticos. A autora deixa claro que os três eixos são uma forma de organizar a explicação sobre o assunto, na prática do exercício da educação escolar eles se relacionam diretamente, ou seja, a dificuldade encontrada em um eixo vai influenciar outro.

Sobre a problemática relacionada ao professor e sua formação, Martinez (2002) relata uma dificuldade relacionada com a economia e com a forma como os países investem em educação. Mesmo nos países de maior desenvolvimento econômico, os investimentos em educação ainda estão aquém do esperado. A autora coloca o professor na posição de agente-chave do sistema educativo. Ela escreve o seguinte:

Os professores são os agentes-chave de todo o sistema educativo e tudo aquilo que se vier a alcançar com qualquer ciclo de estudos dependerá sempre da sua vontade e ação (condicionadas pelas suas concepções e crenças). (MARTINEZ, 2002)

Martinez (2002) escreve sobre a formação dos professores. É relatado por ela um obstáculo na aplicação de uma abordagem CTSA no ensino ligado à formação dos professores. É citado que em Portugal, os conteúdos abordados ao longo da formação dos professores licenciados, são normalmente ministrados por professores formados em áreas de pesquisa sem formação específica em ensino. Além disso, as disciplinas que tratam da didática dos conteúdos específicos de ciências têm carga horária menor que as disciplinas de ciências convencionais, por esse e outros motivos, a dedicação dos alunos nas disciplinas de didática e didática das ciências específicas

(Biologia, Química, Física, Geografia, dentre outras), tendem a ser menores. A autora também aponta uma dificuldade da falta de disciplinas de aspecto mais amplo que relacionam saberes variados com temáticas de relevância social, dificultando a compreensão, interpretação e execução da abordagem CTSA para os futuros professores.

Quanto aos programas educacionais, a autora cita a dificuldade que é uma mudança efetiva na estrutura e prática deles, pois existe uma resistência tanto por parte dos professores, como por parte dos alunos, a querer aplicar mudanças nos programas quando solicitado. O motivo apontado pela autora é que as temáticas sociais abordadas nos programas sofrem de duas inconstâncias: ou se afastam demais dos conteúdos abordados pelos professores ou são desconexas às problemáticas sociais enfrentadas pelos alunos. Citando o estudo de Mannassero *et al.* (2001), a autora enfatiza a importância de escolher temáticas mais pertinentes aos conteúdos, professores e alunos, para que se possa organizar um programa de ensino em ciências com orientação CTSA.

Sobre os recursos didáticos, Martinez (2002, p. 36) argumenta que “os recursos didáticos dever-se-ão incluir todos os meios que podem, de algum modo, mediar os processos de ensino e de aprendizagem.” Ela ressalta que ainda não foram produzidos de forma ampla e abrangente recursos didáticos com abordagem CTSA de forma que educadores e estudantes possam ter acesso variado.

As problemáticas apontadas por Martinez (2002) são observadas em diversos países que se propõem a utilizar da abordagem CTSA no ensino de ciências, incluindo o Brasil, como diversos estudos relatam. (SCHNETZLER, 2002, AULER; DELIZOICOV, 2006, VIEIRA, 2003, ZEIDLER *et al.*, 2005).

3.5 Origem e Histórico da Nanotecnologia e sua relação com CTSA

Há mais de 2500 anos, alguns filósofos gregos se perguntavam se tudo que constituía o universo poderia ser reduzido a formas mais simples e menores da matéria. Dentre esses filósofos, Demócrito estipulou a ideia de átomo. O átomo seria indivisível e seria a menor parte da matéria, constituindo todo o universo.

O termo “nano” significa anão. O termo “tecnologia” significa ciência aplicada a produção em geral. Dessa forma, se conclui que nanotecnologia é a ciência aplicada produção de processos e materiais na escala “anã”. A escala “anã” ou escala nano é 0,000000001 metros, ou 10^{-9} m.

É possível dizer que quando foram teorizadas as estruturas chamadas átomos, ali era também o início da nanotecnologia. Pois o tamanho aproximado dos átomos é conhecido desde 1811, quando Amedeo Avogadro (1776-1856) estimou seu tamanho para 1 angstrom, algo que equivale a 10^{-10} m. A manipulação de materiais em escala nanométrica permite desempenhar trabalhos em produtos de escala atômica. Os objetos de estudo da Nanociência são os princípios fundamentais de moléculas e estruturas nas quais pelo menos uma das dimensões está compreendida entre 1 a 100 nm, essas são as chamadas nanoestruturas. A nanotecnologia, por sua vez, consiste na aplicação técnica destas nanoestruturas em dispositivos utilizáveis (RATNER, 2003).

A primeira vez que o termo Nanotecnologia foi utilizado aconteceu em 1974, mediante o professor Norio Taniguchi, ao descrever sobre tecnologias em escala nano. Entretanto, cerca de 24 anos antes, o físico Richard Feynman, em sua palestra, em dezembro de 1959, descreveu o espaço praticamente infinito em áreas muito pequenas. Nessa palestra, Feynman afirmou que “os princípios da física não falam contra a possibilidade de se manipular as coisas átomo por átomo”. As ideias de Richard Feynman são consideradas percussoras da Nanotecnologia (RAMOS, 2010).

Todavia, a manipulação de processos químicos utilizando partículas nanométricas existiu desde a Idade Média. Em geral, sais de ouro e prata foram utilizados para colorir vidros utilizados nas igrejas medievais. A prata, na escala nanométrica, refletia a luz amarela e o ouro, na escala nanométrica, refletia a luz vermelha. Assim, foi possível pigmentar vidros e artefatos de barro usando os sais de ouro e prata (JACOBI, 2014).

Em mecânica quântica, considera-se que uma partícula pode possuir um comportamento ondulatório, o que significa que a partícula-elétron pode ser descrita como uma função de onda. Essa característica permite a partícula-onda “atravessar” uma barreira de potencial, mesmo tendo uma energia inferior à energia necessária para contornar a barreira da forma conhecida pela física clássica, o que não seria possível dentro dos parâmetros físicos clássicos, porém é possível nos termos da física quântica. Isso implica que o quanto menor for uma barreira potencial, maior será a probabilidade de uma partícula-onda de valor energético menor do que a barreira em questão apareça do lado oposto dessa barreira. Esse fenômeno é conhecido como tunelamento ou efeito túnel (NOVAES; STUDART, 2016).

Na década de oitenta, começou-se a produzir materiais na escala nano, e a nanotecnologia ganhou um aspecto prático muito presente e notável na comunidade científica. Tudo isso foi possível graças à manipulação do microscópio de efeito de túnel (STM ou Scanning Tunneling Microscope), criado em 1981 pelos cientistas Herinrich Rohrer e Gerd Binnig, ganhadores do prêmio Nobel de Física em 1986.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a nanotecnologia está presente em diversas áreas da sociedade e está sobretudo na indústria de vários seguimentos tecnológicos (ABDI, 2010). Dentre as possíveis aplicações da nanotecnologia, destacam-se: indústria automobilística e aeronáutica; indústria farmacêutica, biotecnológica e biomédica; indústria química e de materiais; indústria eletrônica e de comunicações; meio ambiente; produtividade agrícola; setor energético; e, por fim, setor de fabricação de aparelhos de laboratório, pesquisa e inovação tecnológica.

A existente viabilidade de transição da nanotecnologia nos mais diferenciados setores da indústria, além da fácil interligação aos avanços científicos e acadêmicos, dentre muitos outros motivos, destacou a interdisciplinaridade do tema de nanociência e nanotecnologia. Romero *et al.* (2018), expõe tal ideia ao escrever: “A nanotecnologia é um campo interdisciplinar emergente, com alto poder para revolucionar cada área onde seja explorada e utilizada”.

A nanotecnologia tem sido apontada como uma das áreas de grande potencial para atender os objetivos do Milênio das Organizações das Nações Unidas (ONU). O caráter interdisciplinar e multidisciplinar garante a nanotecnologia a característica de uma tecnologia totalmente inovadora, trazendo benefícios às áreas de estudo científicas (GOMES *et al.*, 2015).

As características de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade dão a garantia de se constituir um segmento inovador, benéfico para uma multiplicidade de áreas do conhecimento. No seguimento financeiro, por exemplo, a nanotecnologia tem se mostrado um mercado promissor. Desse modo, ABDI (2010) comenta em sua cartilha:

“Há várias previsões para o mercado global da nanotecnologia envolvendo a produção e a comercialização de produtos e equipamentos. Das mais às menos otimistas, todas convergem para o valor de mais de um trilhão de dólares, em 2015. Os mais otimistas chegam a falar em US\$ 3,5 trilhões, em 2015, como é o caso de Josh Wolf, da Lux Capital (USA). Segundo a Lux, o

mercado global de nanotecnologia faturou, em 2007, cerca de US\$ 146,4 bilhões.” (ABDI p. 29, 2010).

Esses fatores associados a uma ampla potencialidade econômica, tecnológica e acadêmica são alguns dos motivos que influenciam a nanotecnologia e nanociência. É, por isso, que essas áreas têm se destacado como lócus potenciais para atender aos objetivos do Milênio estipulado pela ONU (GOMES *et al.*, 2015). Dito isto, é possível constatar uma literatura considerável que relaciona o ensino CTSA com a nanociência e nanotecnologia. Alguns exemplos são:

Bernadinelli (2014) defende uma proposta para utilizar as inovações tecnológicas atreladas à interdisciplinaridade existente na nanociência e nanotecnologia, discutindo conceitos escolares e analisando as possíveis implicações dessas inovações na sociedade e ambiente, fazendo o uso das relações CTSA para produzir alfabetização científica. Nesse sentido, Rebello *et al.* (2012) estrutura uma abordagem CTSA para a disciplina de Química no Ensino Médio, utilizando a produção de nanopartículas magnéticas a partir de materiais de baixo custo.

Para Macedo e Iribarren (2012), fatores combinados como as diversificadas aplicabilidades da nanotecnologia geram uma observação palpável na vida cotidiana dos estudantes, na perspectiva de sua multidisciplinaridade. Assim, influências causadas das mudanças derivadas da inserção de novas tecnologias nas esferas econômicas, sociais e culturais tornam a nanociência e a nanotecnologia temáticas que proporcionam aprendizados nas aulas de ciências em perspectivas CTSA. Aliás, também defendem a ideia de que é preciso desenvolver ações concretas que trabalhem a temática nanotecnologia nas aulas de ciências, utilizando-se de atividades pedagógicas que abordem conceitos científicos pertinentes, questionem ônus e bônus da nanotecnologia para a sociedade e ambiente. Dessa forma, a formação para a cidadania resulta em indivíduos mais preparados para lidar com um mundo tecnológico, elemento que contribuiria para a participações sociais mais democráticas.

Uma revisão de literatura produzida por Siqueira-Batista *et al.* (2010), discutiu a implementação da nanotecnologia pela abordagem CTSA para o ensino de ciências. Esse estudo dividiu a temática em quatro eixos: nanomateriais; nanobiotecnologia e saúde; nanotecnologia e meio ambiente; bem como nanotecnologia ética e política. A discussão desses eixos gerou uma contribuição didática para diversos conteúdos

específicos de Química, Física, Biologia e Filosofia por meio de temas contemporâneos.

Presume-se o entendimento de que a abordagem CTSA, estando na formação de professores, deve trabalhar temáticas que se aproximem do cotidiano social e ambiental da comunidade, a fim de formar profissionais que tenham compromisso com a formação cidadã e crítica. Desse modo, foi escolhida a temática nanociência e nanotecnologia para ser trabalhada nessa dissertação, a fim de exemplificar a abordagem CTSA numa perspectiva de disciplina no curso de Licenciatura em Química. No capítulo seguinte, aborda-se o processo metodológico realizado nesta investigação.

4 METODOLOGIA

Nesta seção discute-se sobre a metodologia norteadora para o desenvolvimento desta pesquisa. Portanto, ela encontra-se dividida em quatro subseções: tipo de estudo (4.1), participantes (4.2), procedimentos da pesquisa (4.3) e aspectos éticos (4.4). Em linhas gerais, este estudo focalizou na análise da construção de uma disciplina de abordagem CTSA para o curso de Licenciatura em Química.

4.1 Tipo de estudo

A pesquisa realizada foi um estudo de caso aplicado de característica descritiva-exploratória. Quanto a sua abordagem, consistiu em quanti-qualitativa. Foi uma análise realizada com alunos do curso de Licenciatura em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*.

A pesquisa descritiva caracteriza um objeto de estudo e a existência de relações entre suas variáveis (Gonçalves, 2008 p. 65). O aspecto que torna a esta pesquisa um estudo descritivo é a análise bibliográfica sobre CTSA, ensino de Química e Nanotecnologias efetuada de modo a descrever e interpretar as informações coletadas para uma análise da abordagem CTSA, dificuldades e potencialidades na construção de ementa da disciplina para a Licenciatura em Química.

Os atributos que apontam esse estudo como exploratório são os instrumentais aplicados através de uma pesquisa para a verificação da relevância da construção da disciplina de CTSA e os estudos de nanotecnologia na formação de estudantes licenciados em Química. Esses instrumentais serviram para o esclarecimento das ideias no que diz respeito a uma possível implementação da disciplina de CTSA que aborde assuntos referentes a Nanotecnologia.

A forma de análise dos dados foi em partes qualitativa e partes quantitativa. Os aspectos que caracterizam o estudo como qualitativo são os elementos descritos sobre a literatura analisada e os dados obtidos de forma contextualizada e reflexiva, de acordo com as peculiaridades analíticas inseridas no contexto social e crítico da pesquisa e do pesquisador. Dessa forma, produzindo uma contribuição bibliográfica em ensino CTSA e Nanotecnologia com uma estrutura interpretativa que construirá relações hermenêuticas entre os conhecimentos apresentados. As características

quantitativas são oriundas da análise estatística da amostra com relação as perguntas efetuadas no instrumental de coleta.

Quanto à finalidade, este estudo é de categoria aplicada, uma vez que, além de contribuir com o conhecimento literário sobre ensino CTSA e Nanotecnologias, estrutura um modelo de abordagem de ensino a ser desenvolvido em conjunto com a disciplina de CTSA do curso de Licenciatura em Química do IFCE. A pesquisa foi constituída de uma revisão documental teórica e aplicada no estudo de caso com os estudantes da disciplina de Didática de Ensino de Química.

4.2 Participantes

A pesquisa foi realizada com a participação nove (09) estudantes, alunos do curso de Licenciatura em Química do IFCE – *Campus* Maracanaú. Os alunos foram convidados a participar desta pesquisa desde que estivessem cursando a disciplina de Didática do Ensino de Química.

4.3 Procedimentos da pesquisa

Para escolha da amostra, nove (09) alunos foram convidados a participar de um minicurso sobre a temática nanotecnologia e CTSA. Onde foi proposto aos participantes, criar um plano de aula de Química abordando o assunto nanotecnologia. Esse plano foi entregue no início do minicurso. Além do plano de aula, os participantes responderam um questionário anterior ao minicurso, elaborado e aplicado na plataforma digital do aplicativo de gerenciamento de pesquisa *Google Forms*.

O minicurso foi realizado de forma remota através da plataforma *Google Meet*, em um período de quatro (04) dias. No minicurso foram abordados os tópicos:

- Explicação sobre o conceito de abordagem CTSA
- Histórico da abordagem
- Crise na confiabilidade da ciência
- Visões distorcidas sobre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.
- Desenvolvimento da inter-relacionado CTSA
- Importância das interrelações CTSA no desenvolvimento de uma aprendizagem crítica e responsável
- Histórico Nanotecnologia
- Nanotecnologia no Cotidiano

- Relações da Nanociência e nanotecnologia com outras ciências
- Influência da Nanotecnologia e nanociência na sociedade e ambiente.
- CTSA no ensino do Brasil
- Documentos oficiais
- Onde se ensina CTSA e como se ensina
- Importância do CTSA no ensino de Química
- Importância de uma disciplina de CTSA em um curso de licenciatura
- Projeções futuras do ensino em Química e da abordagem CTSA

Ao final do minicurso foi realizada uma entrevista, onde foram pontuadas questões referentes à relevância e eficiência da abordagem CTSA no ensino de Química, além dos possíveis elementos que seriam importantes para a abordagem de uma disciplina de CTSA durante o curso de Licenciatura em Química do IFCE de Maracanaú.

Os dados coletados foram analisados e estão apresentados no corpo deste trabalho em forma de gráficos. Os dados tabulados, usando uma planilha de organização do Microsoft Office Excel, estão apresentados em forma de gráficos para uma melhor visualização.

4.4 Aspectos éticos

Aos participantes da pesquisa foram explicitados os objetivos do estudo e solicitada sua participação. Foi fornecido a cada um deles um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que os participantes tivessem total ciência dos objetivos, riscos e benefícios desta pesquisa. Aos sujeitos do estudo foi garantido o anonimato, de acordo com as normas éticas da investigação científica. Os nomes dos entrevistados não foram declarados nos questionários. Os participantes foram esclarecidos que não teriam qualquer forma de gratificação, nem prejuízos e/ou ressarcimentos por estarem compondo parte deste estudo, ressaltando que todas as despesas materiais referentes ao estudo ocorreriam por parte do pesquisador.

Existindo formas distintas para obtenção dos resultados desta pesquisa, o método de estudo de caso se adequou para coletar todas informações necessárias para o estudo. Os participantes foram informados sobre a relevância deste projeto para os estudos acadêmicos das diversas áreas das ciências naturais, visando um conhecimento melhor sobre a importância desta atividade para seus praticantes.

Ademais, ressaltou-se aos participantes que se esperava com os resultados deste trabalho o surgimento e o aprofundamento de estudos acadêmicos sobre o assunto de nanotecnologia.

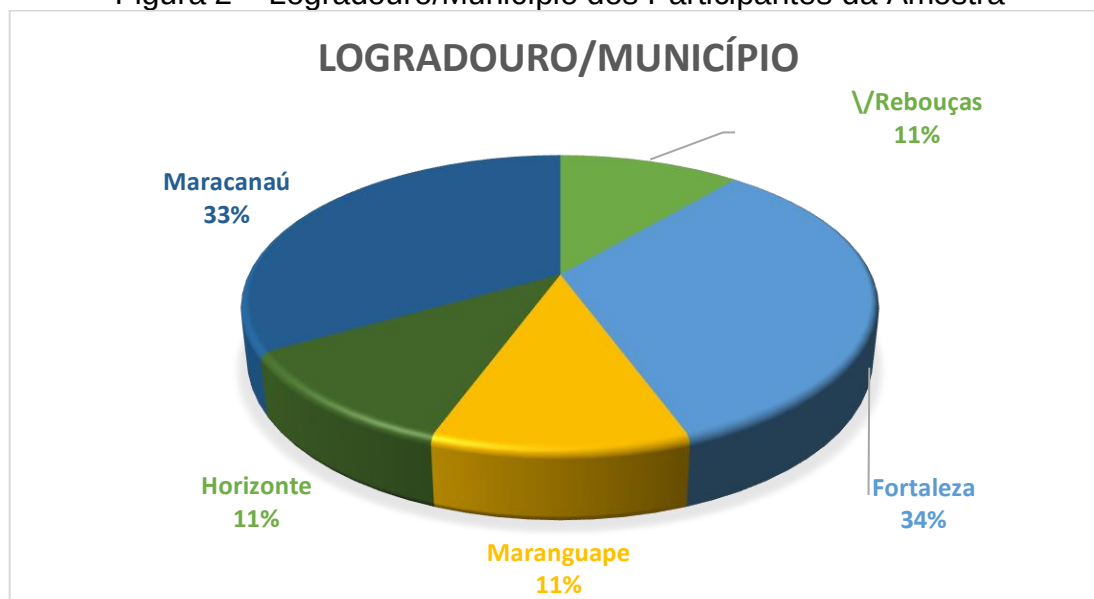
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo da dissertação serão expostos os dados obtidos na pesquisa, bem como das análises quantitativas e qualitativas.

5.1 Dados do questionário e discussões sobre possíveis implementações do CTSA

Os nove (09) participantes da pesquisa responderam no dia 11 de junho de 2021 um questionário com o objetivo de traçar seu perfil socioeconômico e quantificar sua importância dada ao CTSA no ensino de Química antes da experiência do minicurso ofertado. Além disso, cada pergunta do questionário gerou informações que foram úteis para se abordar o ensino CTSA de forma concreta. Desse modo, a seguir estão as análises gráficas do resultado obtido.

Figura 2 – Logradouro/Município dos Participantes da Amostra



Fonte: Elaborado pelo Autor

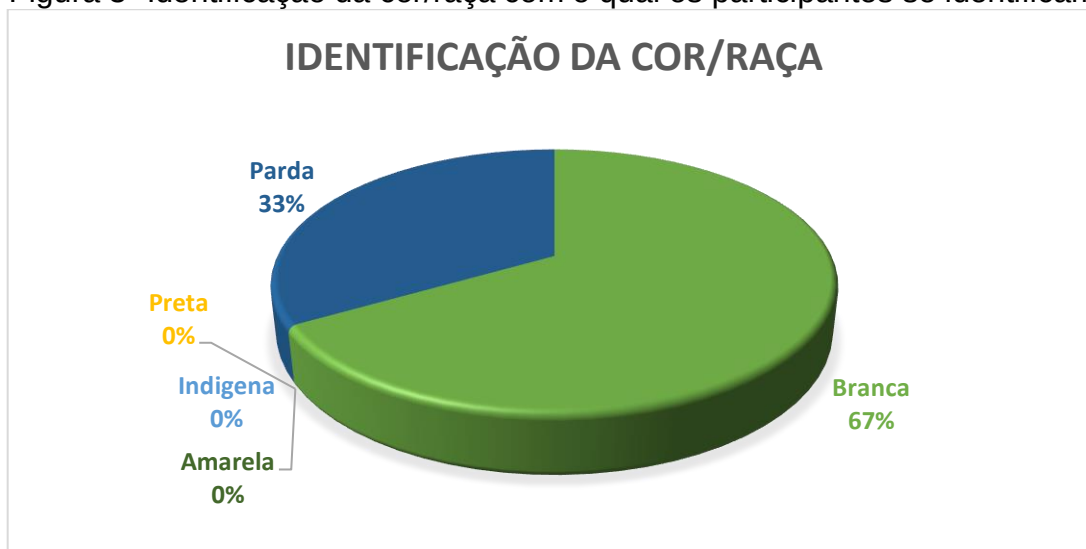
A figura 2 mostra o gráfico referente ao município onde residiam os participantes. Nesses dados, é notável que, embora todos os participantes fossem estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará – Campus Maracanaú, apenas 33% moravam no mesmo município em que cursavam a faculdade. Enquanto 34% moravam no município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará. Além disso, é possível observar que 11% residiam no município de Maranguape, 11% no município de Horizonte e 11% no Estado de Paraná, município de Curitiba, na Região Sul do país.

Uma observação a ser feita é que os 11% que residiam em Curitiba/Paraná é o equivalente a um (01) estudante que viajou de Curitiba para Fortaleza no intuito de cursar Licenciatura em Química no IFCE de Maracanaú. Com efeito, o advento das aulas remotas devido a pandemia da Covid-19, permitiu que esse estudante voltasse para Curitiba e continuasse seus estudos de forma remota.

Esses dados demonstram uma realidade que aproximadamente um terço dos estudantes da amostra residiam no mesmo município da instituição, a maior parte, precisamente dois terços, advêm de outros municípios, isto é, passa por um desgaste físico considerável no deslocamento até a instituição. Ademais, é importante salientar que as diferenças socioculturais entre os municípios podem ser perceptíveis. Fator que implicará em uma pluralidade cultural dentro da sala de aula e no ambiente educacional, inclusive sendo útil ao professor que deseja empregar uma abordagem de ensino CTSA.

Entende-se que questionar fatores como as características das tecnologias de transporte, das políticas públicas relacionadas a locomoção urbana e intermunicipal, dos fatores biológicos que o desgaste físico do deslocamento até a instituição pode acarretar ao desenvolvimento da aprendizagem, das diferentes vertentes culturais que podem ser desenvolvidas em ciência e tecnologia, dentre muitos outros possíveis elementos, são pontos que se inter-relacionam diretamente ao que propõe a temática CTSA.

Figura 3- Identificação da cor/raça com o qual os participantes se identificam



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os dados mostram que 67% dos participantes se identificavam com a cor/raça branca e 33% com a parda. Essas informações podem ser importantes para salientar algumas reflexões sobre o acesso ao Ensino Superior.

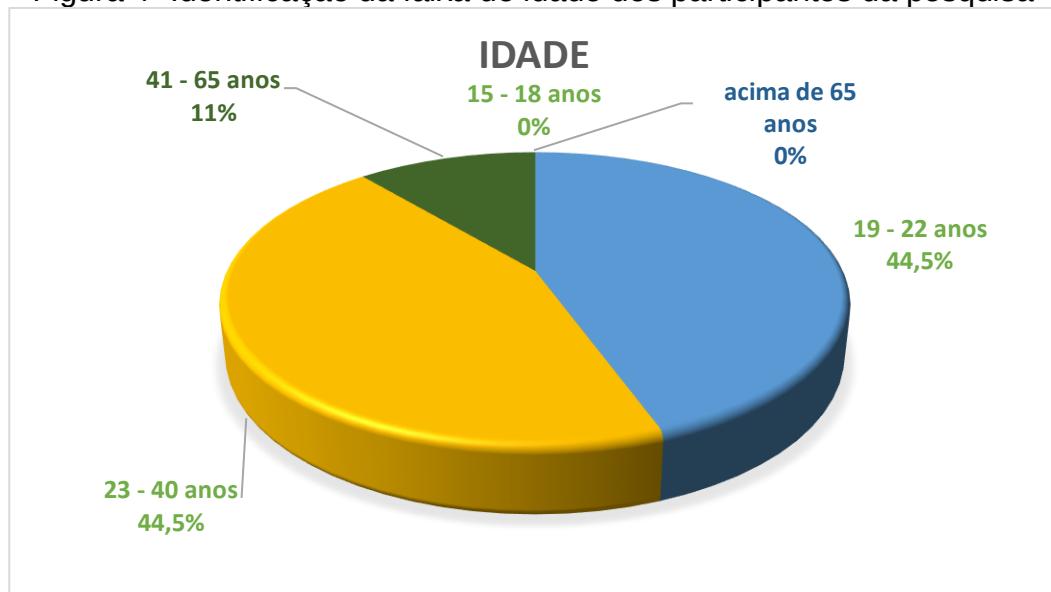
A história da educação brasileira é repleta de injustiças e desigualdades sociais e estruturais. Os negros são a maioria populacional do Brasil. Todavia, na última década, observou-se que a população negra ainda constitui minoria do alunado nas universidades. É importante salientar que valores culturais dentro das instituições de nível superior ainda são hegemonicamente valores da população branca, reforçando a ideia de que outras culturas como a negra e a indígena precisam ocupar mais espaços de discussão nesses ambientes.

Além disso, vale salientar, que o número de professores negros e indígenas nas instituições ainda é muito pequeno. E que, apesar da política de cotas raciais ter sido bem-sucedida, no sentido que houve um aumento considerável do acesso ao povo negro nas universidades, é possível perceber que aspectos de permanência, sejam eles econômicos ou ligados a vivência cotidiana na universidade, ainda precisam ser minuciosamente observados (ARTES *et al.*, 2016).

Um dos pontos abordados pelo ensino CTSA, entre outros, é trabalhar a inter-relação entre ciência e sociedade. Destaca-se o fato de que a ciência do CTSA não é exclusiva da área das Ciências da Natureza, mas o ensino de toda e qualquer ciência pode e deve ser analisada a partir da sua interação com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Se um dos objetivos do CTSA é “promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico”, desejando superar a proliferação de uma imagem elitista e distorcida da ciência, os aspectos sociais dos estudantes precisam ser analisados, sobretudo ao se tratar de ações e estratégias que promovem a justiça social.

No caso dos participantes desta pesquisa, não houve a presença de nenhuma autoafirmação de cor/raça negra, assim como de indígenas, sendo um terço composto por pardos e dois terços por brancos, considerando se tratar de um curso de licenciatura de uma instituição pública. A reflexão sobre o contraste entre o retrato cultural e social dos professores em formação deve ser algo questionado. Na perspectiva CTSA, afirma-se que a defesa do ambiente e patrimônio cultural faz parte do ambiente social. Portanto, preservar culturas e fomentar ações que gerem justiça social devem ser atitudes discutidas nos ambientes escolares, principalmente se o objetivo é uma formação crítica dos estudantes.

Figura 4 - Identificação da faixa de idade dos participantes da pesquisa

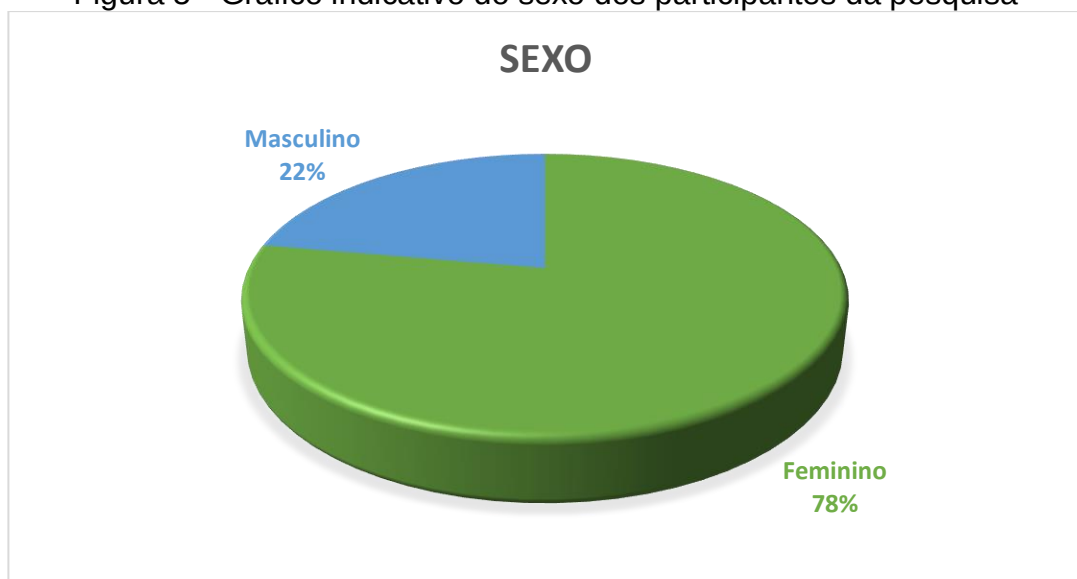


Fonte: Elaborado pelo Autor

Os participantes desta pesquisa possuíam uma faixa etária entre 19 e 65 anos, sendo que 44,5% estava na faixa de 23 e 40 anos, 44,5% na faixa de 19 e 22 anos e 11,1% na faixa de 41 e 65 anos.

As faixas de idade foram escolhidas pensando em diferentes características provenientes das diferenças etárias. Esse fator é fundamental durante uma análise de uma sala de aula que utilizou a abordagem CTSA, entendendo relações entre o sujeito social e o uso das tecnologias digitais.

Figura 5 - Gráfico indicativo do sexo dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quanto ao sexo, os dados mostram que 22,2% dos participantes da pesquisa eram do sexo masculino e 78% do sexo feminino. Assim, ressalta-se que um dos objetivos para um desenvolvimento sustentável apontados na Agenda 2030, coordenada pela ONU, é a igualdade de gênero (ODS 5). E, para atingir tal objetivo, o texto da Agenda 2030 propõe medidas para alcançar as metas:

- Promover a igualdade de direitos aos recursos econômicos, propriedade e serviços financeiros para as mulheres;
- Promoção do empoderamento das mulheres por meio da tecnologia;
- Adotar, fortalecer políticas e fazer cumprir a legislação para a igualdade de gênero.

É de conhecimento dos órgãos de pesquisa que mulheres são maioria populacional, bem como maioria presente nos cursos de Ensino Superior do Brasil. Contudo, a problemática referente ao gênero, é a questão socioeconômica, isto é, a falta de prestígio social e econômico que algumas carreiras majoritariamente femininas têm em detrimento a outras masculinas. Ricoldi *et al.* (2016) descreve muito bem essa problemática:

O comparativo IBGE e INEP indica que as mulheres têm ampliado sua participação nas áreas masculinas, como as engenharias: se no grupo de formados para cada 100 homens temos 20 engenheiras, nos cursos de graduação a proporção cai de 38 mulheres para 100 estudantes de engenharia. Porém, o movimento inverso, de ingresso masculino em carreiras predominantemente femininas é discreto, resultado do pouco prestígio dessas carreiras (RICOLDI *et al.*, 2016).

Referente aos dados coletados e descritos, surgem algumas reflexões:

1 – A carreira de professor é desvalorizada, esse fato, somado ao machismo estrutural, ocasiona em aspectos que tecem explicações sobre o porquê de grande parte do público nos cursos de Licenciatura e outros cursos envolvendo a educação ser composta por mulheres.

2 – A pesquisa acadêmica se mantém desprestigiada, pois a produção de textos acadêmicos e pesquisas científicas goza de um quantitativo de autores predominantemente feminino, esse desprestígio é gerado de um machismo estrutural.

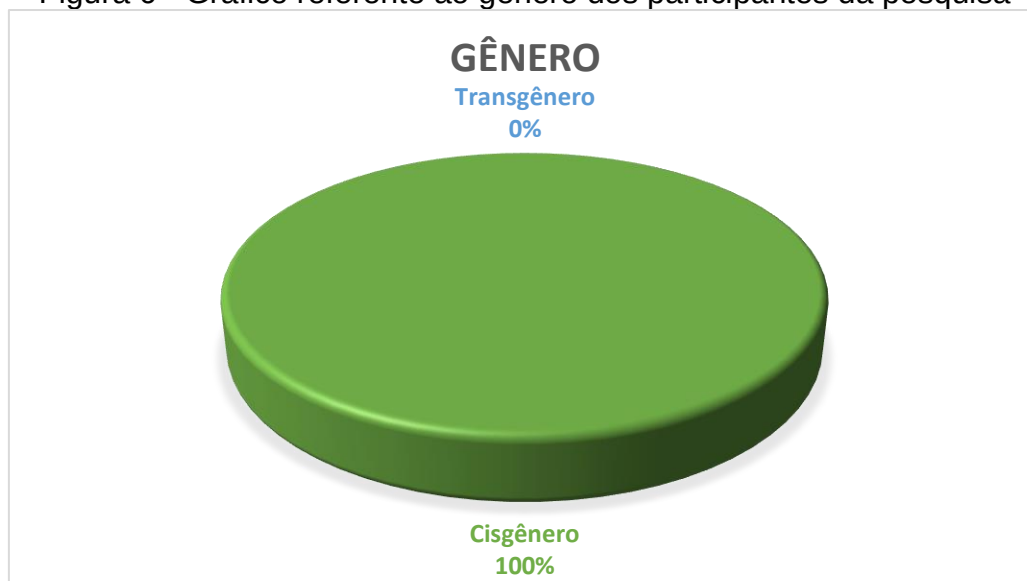
3 – Qual o papel do professor, do estudante de um curso de Licenciatura e do pesquisador na luta pela valorização e reconhecimento da categoria de docente e pesquisador?

4 - Como proceder para atingir a valorização e reconhecimento da carreira de professor e pesquisador conservando a maioria feminina?

Ao deparar-se com a questão do machismo, um professor que pretende utilizar a abordagem CTSA, deve considerar a importância de relacionar essas questões sociais às características da produção científica elaborada, a fim de cumprir um objetivo da abordagem CTSA: “uma autêntica democratização do conhecimento científico”, bem como o intuito de formar profissionais conscientes e críticos.

A seguir faz-se uma reflexão que aborda as duas temáticas das figuras 6 e 7.

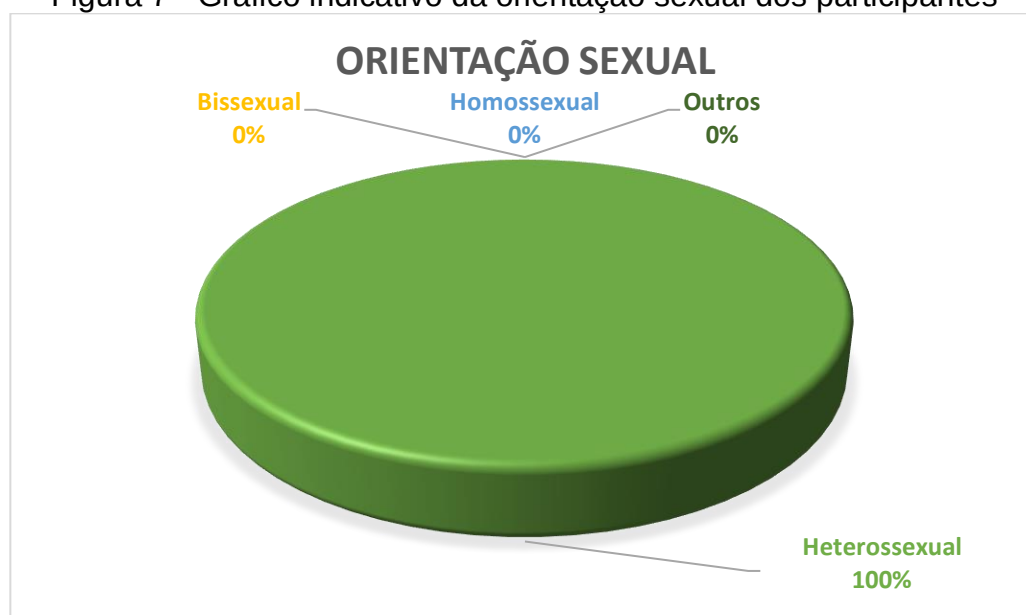
Figura 6 - Gráfico referente ao gênero dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor

Quanto ao gênero, 100% dos participantes se declarou cisgênero.

Figura 7 - Gráfico indicativo da orientação sexual dos participantes



Fonte: Elaborado pelo Autor

No tocante à orientação sexual, 100% dos participantes se declarou heterossexual. Para comentar as informações descritas nos gráficos 6 e 7, é necessário compreender os conceitos de orientação sexual e identidade de gênero. Para isso, foi consultado os princípios de Yogyakarta (2007).

Os princípios de Yogyakarta tratam de um mapeamento feito por especialistas em associação com o objetivo de mapear e averiguar os tratados de direitos humanos, sobretudo em casos de experiências de violações sofridas a esses direitos por pessoas de orientações sexuais e identidades de gênero distintas do padrão normativo heterossexual (O'FLAHERTY; FISCHER, 2008).

A definição de orientação sexual e identidade de gênero, segundo os princípios de Yogyakarta (2007), são respectivamente:

Orientação sexual como uma referência à capacidade de cada pessoa de ter uma profunda atração emocional, afetiva ou sexual por indivíduos de gênero diferente, do mesmo gênero ou de mais de um gênero, assim como ter relações íntimas e sexuais com essas pessoas.

Compreendemos identidade de gênero a profundamente sentida experiência interna e individual do gênero de cada pessoa, que pode ou não corresponder ao sexo atribuído no nascimento, incluindo o senso pessoal do corpo (que pode envolver, por livre escolha, modificação da aparência ou função corporal por meios médicos, cirúrgicos ou outros) e outras expressões de gênero, inclusive vestimenta, modo de falar e maneirismos (YOGYAKARTA, 2007).

A definição de “identidade de gênero” se difere do termo “gênero” usado na Agenda 2030 e por alguns autores citados na descrição da Figura 5 deste trabalho. Apesar da Agenda 2030 ter como um dos objetivos “igualdade de gênero”, ela não faz menção a problemáticas envolvendo a comunidade LGBTQIA+.

A partir dessas definições, pode-se considerar a dimensionalidade dos espaços ligados às instituições de ensino, espaços que são ocupados por pessoas com orientação sexual em sua maioria heterossexual, enquanto uma minoria de estudantes é composta por pessoas de orientações distintas.

Historicamente, o ambiente escolar se mostra como espaço de ação elitista e de comportamentos sociais excludentes, tais como: excluir grupos específicos da sociedade para que não tenham acesso aos níveis educacionais e dividir agrupamentos rebeldes através de ordenamentos e hierarquias estabelecidas de forma sistemática. Nesses mecanismos, a escola, mesmo na atualidade, padroniza e distingue corpos e mentes dos estudantes. É perceptível o padrão binário rígido

(homem e mulher) e, em muitos casos, a questão da sexualidade nem sequer é abordada de forma transparente (LOURO, 2018).

Tratando-se do Ensino Superior, as instituições públicas, apesar da conservação de um padrão histórico elitista, são locais de movimento para a integração de melhorias ao acesso e permanência dos estudantes. Nesse sentido, um exemplo disso é o direito ao nome social da resolução nº 12 de janeiro de 2015 da Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SCOTE).

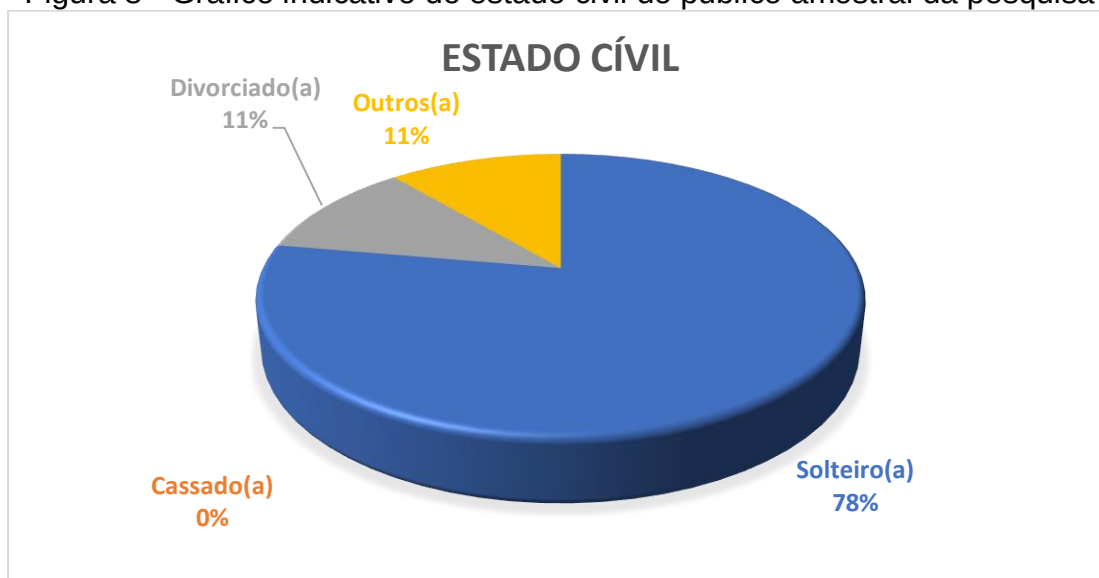
Entretanto, o uso de um nome social ainda é só o início de uma luta por igual de gênero. É preciso implementar e amadurecer novas políticas públicas ainda mais robustas para as demais orientações sexuais diferentes da heterossexualidade, especialmente para pessoas transexuais, visando que tais populações excluídas gozem de condições ao acesso e permanência no ambiente universitário (SCOTE; GARCIA, 2020).

Apesar dos dados indicarem que nenhum dos participantes se identificou com orientações sexuais ligadas à comunidade LGBTQIA+, é fundamental ressaltar o meio acadêmico como um espaço voltado para a discussão pluriarticulada de pensamentos, culturas e elementos de cada indivíduo. E, para que essa ação tenha êxito, entre outras ações, é necessária estruturação e fortalecimento da cultura de pessoas da comunidade LGBTQIA+, para também seja conhecida por pessoas que não fazem parte desse universo, principalmente ao conhecimento dos futuros educadores que deverão interagir com tais realidades no cotidiano dos ambientes escolares.

A abordagem de ensino CTSA pode ser uma ferramenta útil, para a pluralidade cultural, a justiça social, o desenvolvimento do acesso e a permanência da comunidade LGBTQIA+ no ambiente acadêmico, pois um dos objetivos da abordagem CTSA é a democratização do ensino.

Além disso, analisa-se um ciclo de estudos sobre a sociedade em um ambiente de ensino que produz ciência, desenvolve tecnologia e forma professores com consciência crítica que atuarão em locais de ensino frequentados por uma grande parcela da sociedade, que aprenderá conceitos científicos e tecnológicos com o uso da criticidade, no intuito de se tornar possuidora de uma consciência para a cidadania. Esse ciclo demonstra que culturas referentes às minorias, ou majorias submissas, não podem ser desprezadas ao planejar uma abordagem CTSA.

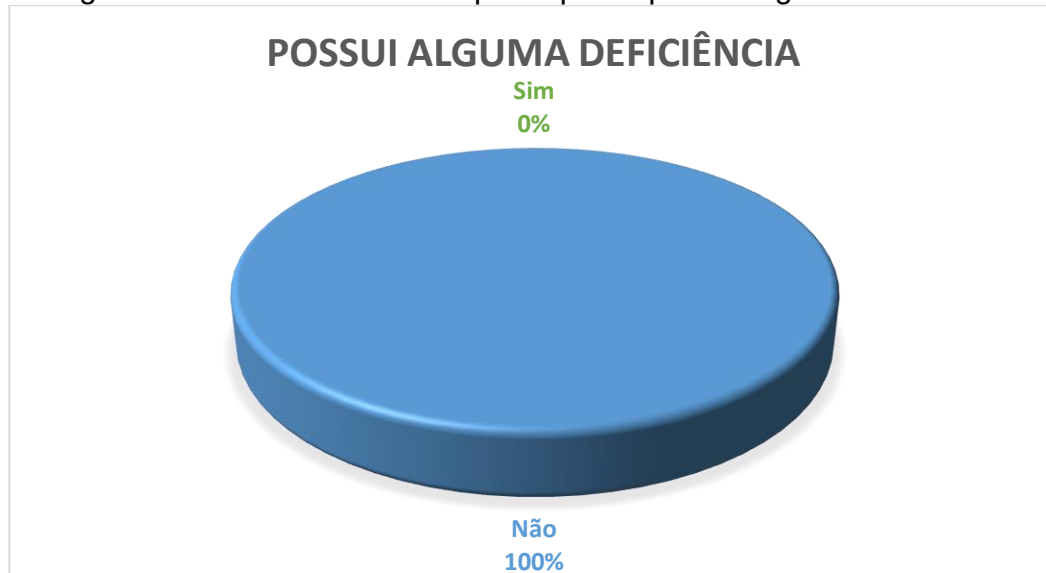
Figura 8 - Gráfico indicativo do estado civil do público amostral da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados mostram que 78% dos participantes estavam solteiros, 11% divorciados, nenhum era casado e 11% responderam outros(a) para essa questão.

Figura 9 - Gráfico ilustra se o participante possui alguma deficiência



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados demonstram que não havia pessoas com deficiência entre os participantes da pesquisa. O segundo artigo da lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, refere-se a pessoa com deficiência como:

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação

com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.

Um estudo feito pelo IBGE em 2019 aponta que 17,3 milhões de pessoas acima de dois (02) anos de idade possuíam alguma deficiência, o que equivaleria a 8,4% da população. Vale ressaltar que 49,4% dessas pessoas eram idosos.

Fora isso, é importante frisar as dificuldades nos processos de identificação e para a obtenção do laudo médico de algumas deficiências. O que pode resultar em algum nível de subnotificação desses dados, principalmente quando as deficiências não são facilmente detectáveis. Os motivos são muito variados. Dentre eles, pode-se citar a falta de acesso à informação, sucateamento da saúde pública e preconceito familiar.

Embora nos últimos anos tenha-se aumentado o número de matrículas de pessoas com deficiência nas instituições de ensino, é preciso investigar os motivos que levam a presença ainda ser inexpressiva de estudantes com deficiência no Ensino Superior, comparada à Educação Básica (MARTINS *et al.*, 2015). É relevante destacar que o acesso ao ensino apenas garante a integração da pessoa com deficiência e não sua inclusão.

A questão do acesso da pessoa com deficiência ao Ensino Superior passa por algumas problemáticas. Não basta uma política de cotas, que também é necessária, mas mudanças estruturais nas instituições de ensino devem ser feitas em vários níveis. É possível observar que para assegurar o acesso da pessoa com deficiência são imprescindíveis: adaptações na engenharia e arquitetura das instituições de ensino e no caminho externo percorrido pelos deficientes físicos; adaptação na comunicação interna da instituição, como anúncios em braile e interprete de libras nas aulas e eventos da instituição; e, certamente, tecnologias específicas, como audiobooks e computadores adaptados ao braile; essas são algumas das adaptações. Além disso, ainda existem problemáticas relacionadas à permanência de pessoas com deficiência nas instituições de ensino.

Quanto a permanência existe motivos econômicos, sociais, emocionais, dentre outros. O aluno com deficiência precisa frequentar todos os espaços disponíveis na instituição. Todavia, as instituições de ensino ainda não se adaptaram o suficiente para adequar todos os seus espaços de forma inclusiva. Pode-se citar: laboratórios de ciências naturais sem etiquetas em braile nos reagentes e macas sem controle de elevação nos laboratórios de anatomia e ciências da saúde, além de que alguns

desses setores precisam atravessar uma inovação tecnológica inclusiva para pessoas com deficiência.

As problemáticas vão para além da instituição. Um dos motivos da evasão, mesmo do aluno sem deficiência, é não acreditar que seu curso dará oportunidades de emprego nesse mercado atual globalizado. Fator que também repercute no que se pode avaliar do emocionalmente de um aluno com deficiência, em que muitas vezes não encontra sequer a oportunidade de frequentar todos os espaços de sua própria instituição educacional, inclusive se preocupando que o mercado de trabalho não atenda suas necessidades. Portanto, políticas públicas, pesquisas acadêmicas e produção tecnológica devem progredir na área da inclusão para que todos possam ter equidade de oportunidades.

Se tratando de pessoas com deficiência, o preconceito direcionado a elas é chamado de capacitismo. Campbell (2008) retrata o capacitismo de forma internalizada resultando uma dificuldade social em interrogar-se pela diferença, o que ocasiona na forma de perceber pessoas com deficiência como seres menos humanos.

Para que o ambiente da instituição de ensino seja inclusivo é necessário que o capacitismo seja erradicado. O processo, para isso, passa por uma ação onde pessoas sem deficiência aprendem sobre as deficiências e incorporem suas vivências. Por esse motivo, mesmo em uma sala de aula com todos os alunos sem deficiência, como foi o caso dessa pesquisa, se faz necessário discutir e aprender sobre a inclusão. Ademais, lembrando que esses serão futuros professores e deverão estar preparados para exercer o magistério de forma inclusiva.

O CTSA possui um potencial expressivo ao se relacionar com a temática da inclusão. Existe uma vasta área científica ainda inexplorada sobre os aspectos neurológicos, cognitivos, sensoriais e comportamentais sobre as deficiências. É necessário incentivar a implementação e a inovação tecnológica para aperfeiçoar as condições de inclusão. As questões sociais estão ligadas, além de absorver uma nova cultura, na superação do preconceito e alteração do comportamento social. Um ambiente se torna inclusivo por transformação, tal transformação precisa ser devidamente estudada, para se possível, ser reproduzida com sucesso. Para isso, cada variável que compõe a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente desenvolve interligações entre conceitos que se interpenetram, criando uma unidade geradora de resultados concretos para a inclusão, bem como de outras questões

sociocientíficas abordadas pela comunidade acadêmica nos avanços tecnológicos no ambiente social.

A seguir sobre as figuras 10, 11, 12,13 e 14, foi feita uma reflexão que aborda as temáticas em conjunto.

Figura 10 - Gráfico indicativo se os participantes estão inseridos no mercado de trabalho.

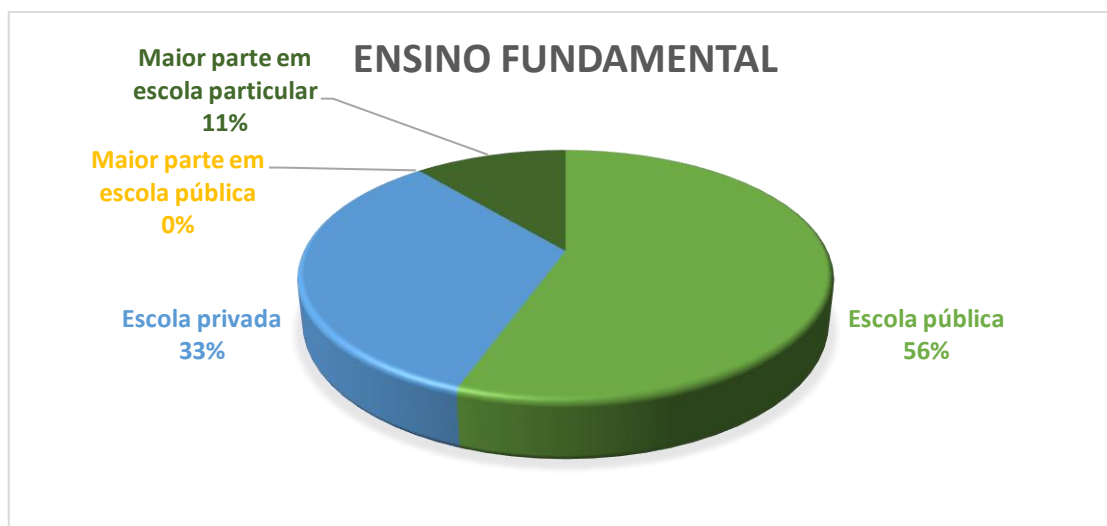


Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto a possuir ou não um vínculo empregatício, 67% dos participantes respondeu não possuir um trabalho e 33% dos participantes estavam inseridos no mercado de trabalho.

Os 33% que trabalhavam equivale a três (03) participantes, um deles trabalhava há mais de dez anos como agente administrativo, outro trabalhava há doze anos como auxiliar operacional e outro trabalhava há seis anos como operador de produção.

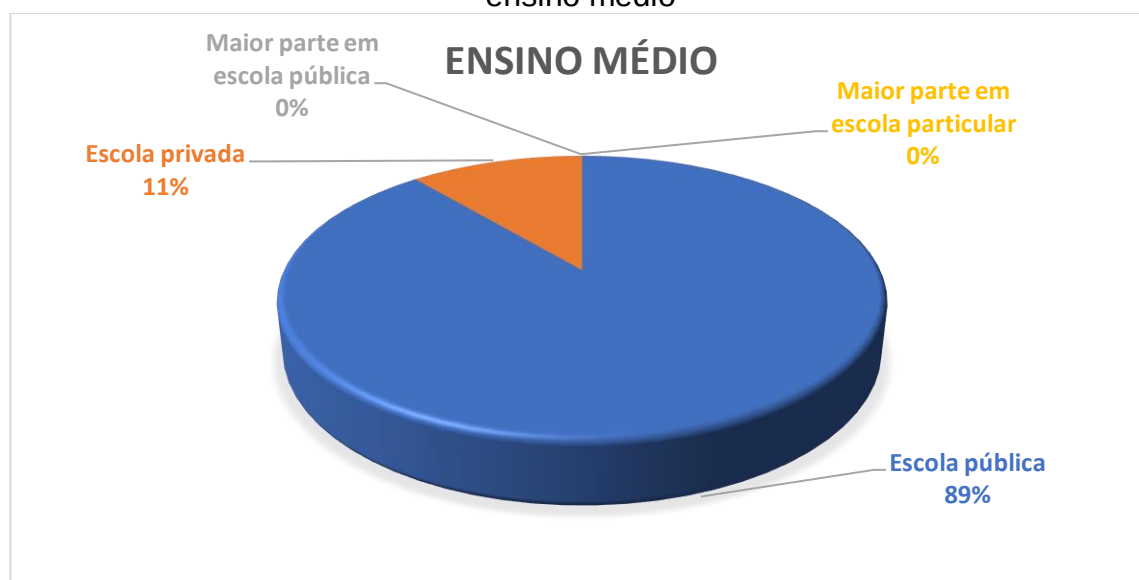
Figura 11 - Gráfico indicativo de que tipo de instituição os participantes cursaram o Ensino Fundamental



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados revelam que 11% dos participantes cursaram a maior parte do Ensino Fundamental em escola da rede privada, 33% cursaram todo o Ensino Fundamental em escolas particulares e 56% cursaram todo o Ensino Fundamental em escolas públicas.

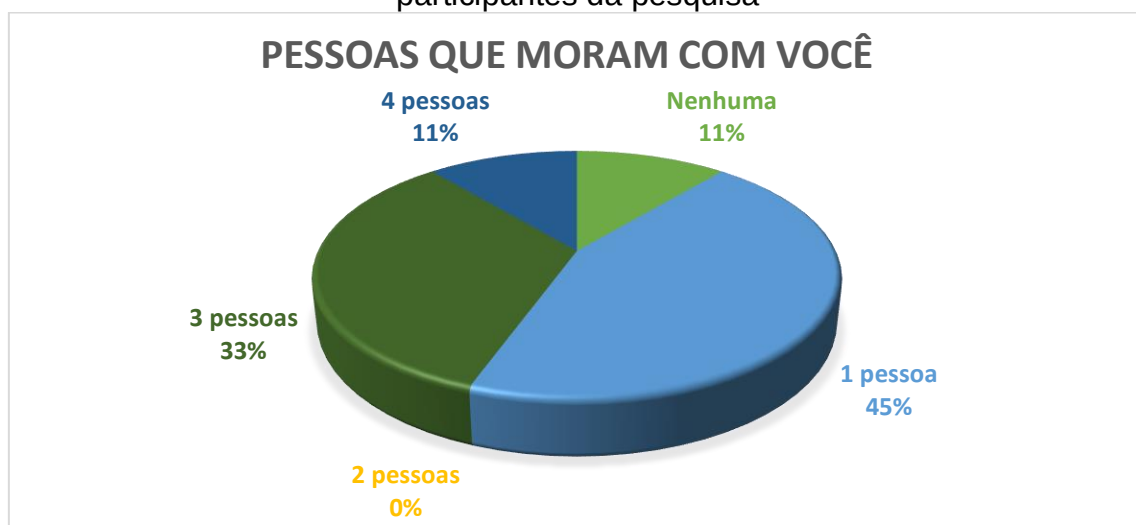
Figura 12 - Gráfico indicativo de que tipo de instituição os participantes cursaram o ensino médio



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados coletados revelam que 11% dos participantes da pesquisa cursaram o Ensino Médio integralmente em escolas da rede privada e 89% cursaram integralmente em escolas da rede pública.

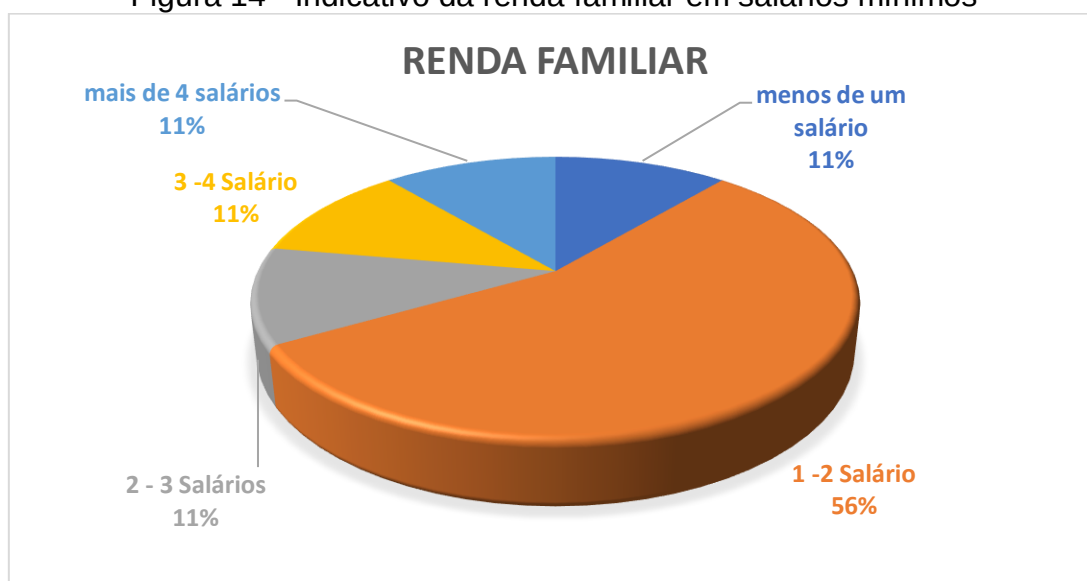
Figura 13 - Gráfico indicativo da quantidade de pessoas que moram junto com os participantes da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados expõem que 11% dos participantes moravam sozinhos, 45% moravam acompanhados por uma única pessoa, 33% com 03 pessoas e 11% moravam com 04 pessoas. Quanto aos 45% que moravam com uma pessoa, dois moravam com a mãe, um morava com o filho, um morava com o cônjuge. Referente aos 33% que moravam com 03 pessoas, dois moravam com o pai, a mãe e um irmão; um morava com a mãe, o padrasto e uma irmã. Os 11% que moravam com 04 pessoas, refere-se a um participante que morava com o pai, a mãe e dois irmãos.

Figura 14 - Indicativo da renda familiar em salários mínimos



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados coletados apontam que 11% dos participantes possuíam renda familiar superior a 04 salários, 11% possuíam entre 03 e 04 salários, 11% possuíam

entre 02 e 03 salários, 56% possuíam renda entre 01 e 02 salários e 11% possuíam renda menor do que 01 salário, sendo que o valor do salário considerado no questionário foi de 1100 reais.

A renda familiar é um fator importante para diversas dimensões da vida de um aluno do Ensino Superior. O acesso ao Ensino Superior, bem como a sua permanência, possui elementos ligados diretamente às características culturais e ao histórico de oportunidades socioeconômicas familiares.

No caso dos participantes desta pesquisa, 45% moravam acompanhados por uma única pessoa, 33% moravam com 03 pessoas e 11% moravam com 04 pessoas. O que pode relativizar a renda familiar, diminuindo o poder de compra desses estudantes. Todavia, 33% dos participantes afirmaram contribuir com essa renda, pois estavam inseridos no mercado de trabalho.

Quanto ao histórico escolar, referente ao Ensino Fundamental, 11% dos participantes cursaram a maior parte do Ensino Fundamental em escola particular, 56% cursaram todo o Ensino Fundamental em escola pública. Quanto ao Ensino Médio, 89% cursaram integralmente em escola pública. Esses dados mostram que uma maioria expressiva dos participantes da pesquisa são oriundos de escolas da rede pública. Ao comparar esses fatores com os dados acerca da renda familiar, constata-se que provavelmente a escassez de recursos financeiros fez com que o ensino público fosse a opção mais viável para uma boa parte dos participantes.

A maior importância da renda familiar é suprir necessidades básicas dos seres humanos, isto é, moradia, alimentação, saúde e outros parâmetros. A problemática é que um quarto da população mundial vive abaixo da linha da pobreza e somente 1% da população mundial concentra mais da metade de toda a riqueza produzida no planeta. Portanto, a maior parte da população não atende integralmente às suas necessidades básicas. Como afirmam Marx e Engels:

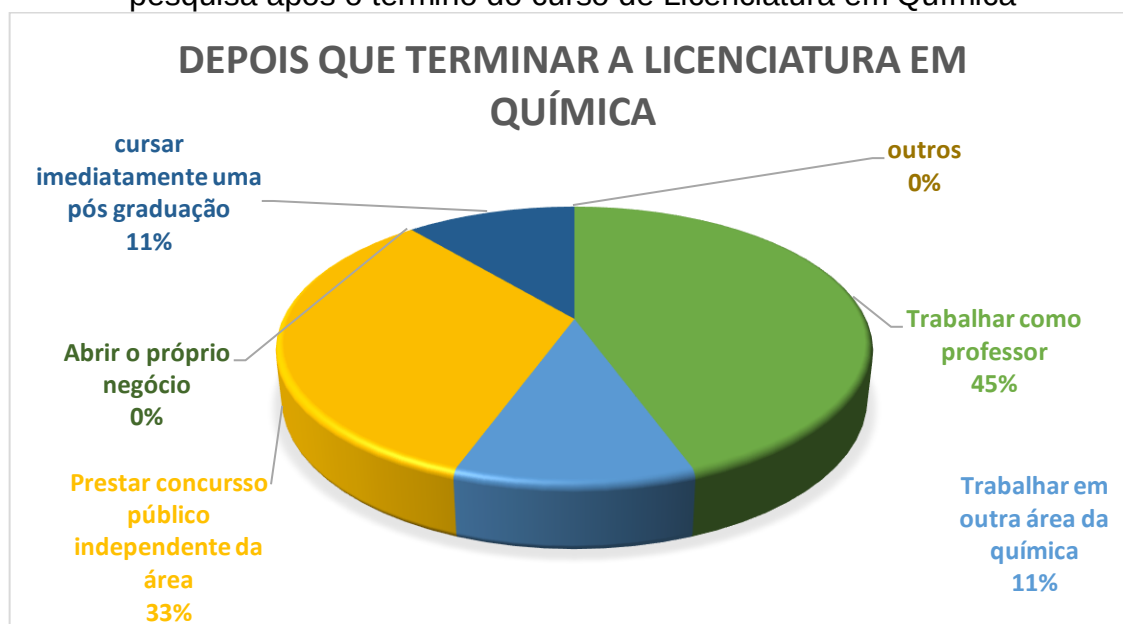
O primeiro pressuposto de toda a existência humana e, portanto, de toda a História, é que os homens devem estar em condições de viver para poder 'fazer história'. Mas, para viver, é preciso antes de tudo comer, beber, ter habitação, vestir-se e algumas coisas mais. O primeiro ato histórico é, portanto, a produção dos meios que permitam a satisfação destas necessidades, a produção da própria vida material, e de fato este é um ato histórico, uma condição fundamental de toda história, que ainda hoje, como há milhares de anos, deve ser cumprido todos os dias e todas as horas, simplesmente para manter os homens vivos." (MARX; ENGELS, 1987, p. 39).

Várias pessoas não têm o que comer ou comem muito pouco. Aliás, não possuem sequer vestimentas adequadas para se proteger de fatores climáticos ou vivem em ambientes insalubres e sem nenhuma segurança de vida. A consciência dá a essas pessoas uma noção de que estudo e trabalho podem suprir suas necessidades. Infelizmente, a maioria dos indivíduos que terão essa consciência serão aqueles que têm o nível de necessidades básicas moderadamente supridas, uma vez que aqueles que ainda não podem suprir sequer suas necessidades básicas se voltam primeiro para supri-las e estudos ficam em fatores adicionais. O indivíduo que passa fome, quando tiver a oportunidade de comer, realizará essa necessidade sem pensar nas possíveis infrações que ele possa estar cometendo dentro de um sistema jurídico e/ou social (MASLOW, 1970).

Por esse motivo políticas de assistência aos estudantes, como bolsas para alunos de baixa renda, são fundamentais na permanência dos mesmos no Ensino Superior. A abordagem CTSA tem algumas contribuições para melhorar as condições de suprir a necessidade básica, por exemplo, se for utilizada em conjunto a projetos universitários de extensão.

Se na instituição de ensino houver investimento em tecnologias ligado a agricultura de subsistência, produção de alimentos, além de pesquisa na área da culinária alternativa, para uma logística de utilização integral de alimentos a fim de evitar desperdícios, incentivos a brechós, distribuição de produtos produzidos pela própria universidade como produtos sanitários, atendimento e acompanhamento em vários níveis de saúde feito por um hospital universitário, entre possíveis outros projetos de extensão.

Figura 15 - Gráfico indicando o tipo de atividade a ser feita pelos participantes da pesquisa após o término do curso de Licenciatura em Química



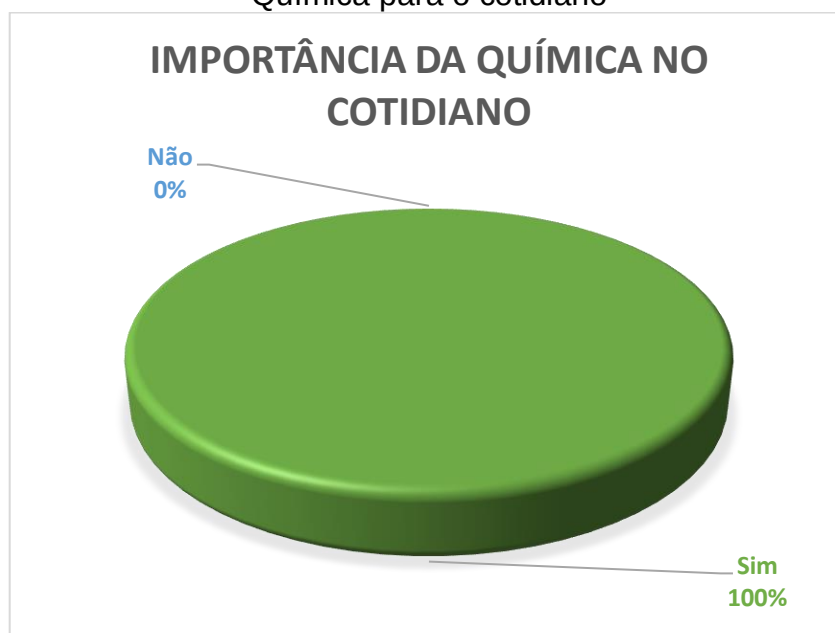
Fonte: Elaborado pelo Autor

Quanto ao que pretendem fazer após terminar o curso de Licenciatura em Química, 11% responderam que irão cursar imediatamente uma pós-graduação, 33% pretendem prestar concurso público independente da área, 11% pretendem trabalhar em outra área da Química e 45% pretendem trabalhar como professor.

As dificuldades econômicas somadas ao descrédito e falta de valorização da carreira de professor e com a pesquisa científica e acadêmica, resultam em uma realidade onde os estudantes do ensino superior nessas áreas repensam sobre a profissão que querem seguir após o término do curso. Alguns procuram áreas afins que são economicamente mais viáveis (como é o objetivo de 11% dos participantes da pesquisa), outros utilizam do diploma para procurar uma carreira que tenha estabilidade no serviço público que possua um salário maior sem se preocupar com a área de atuação (o caso de 33% dos participantes da pesquisa).

Nesse aspecto, a solução seria um movimento político e social que consiga unir comunidade, estudantes, professores com o objetivo de propor e cobrar políticas públicas que valorizem tanto a pesquisa como a carreira do professor, tanto do ensino básica quanto do ensino superior. E para isso, conscientização é necessária. Por esse motivo abordagens de ensino que se preocupem em formar cidadãos e profissionais com consciência crítica e politizados abordagem, como a abordagem CTSA devem ser incentivadas e utilizadas (MASLOW, 1970)

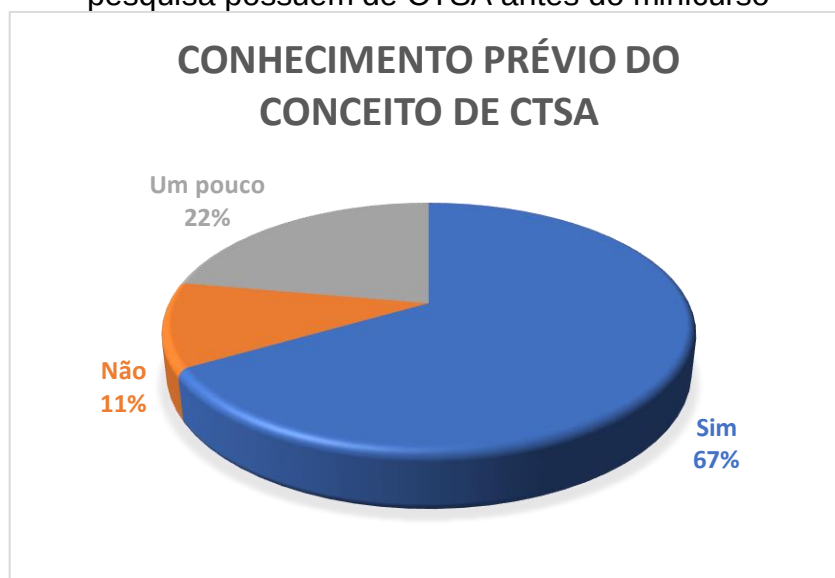
Figura 16 - Gráfico que mostra a opinião dos participantes quanto a importância da Química para o cotidiano



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os dados coletados mostram que 100% dos participantes consideram a Química importante para o cotidiano.

Figura 17 - Gráfico indicativo do nível de conhecimento que os participantes da pesquisa possuem de CTSA antes do minicurso



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao serem questionados se possuíam algum conhecimento prévio sobre a abordagem CTSA, 67% dos participantes responderam que sim, 11% que não, e, 22% que um pouco.

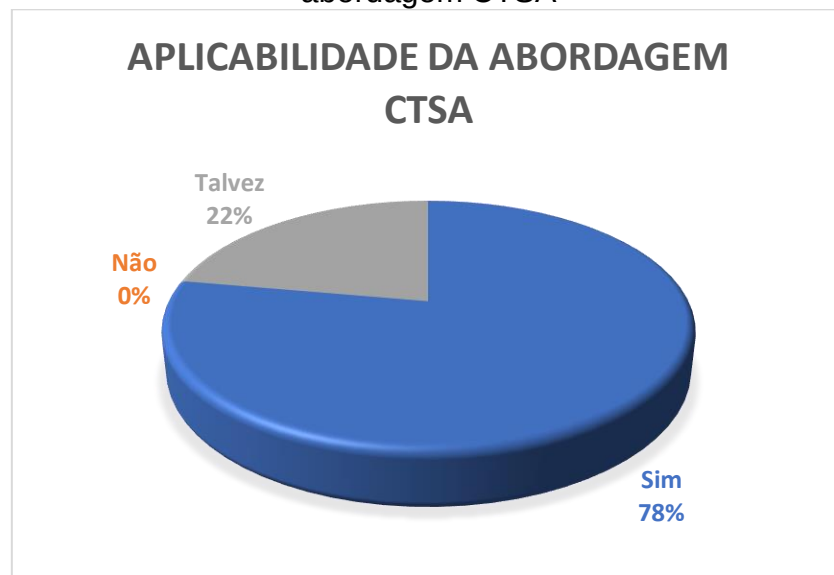
Figura 18 - Gráfico que indica a opinião dos participantes antes do minicurso quanto a relevância do CTSA na formação cidadã



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao serem questionados sobre o CTSA ser importante na formação cidadã, 78% disseram que é importante, e, 22% responderam que talvez.

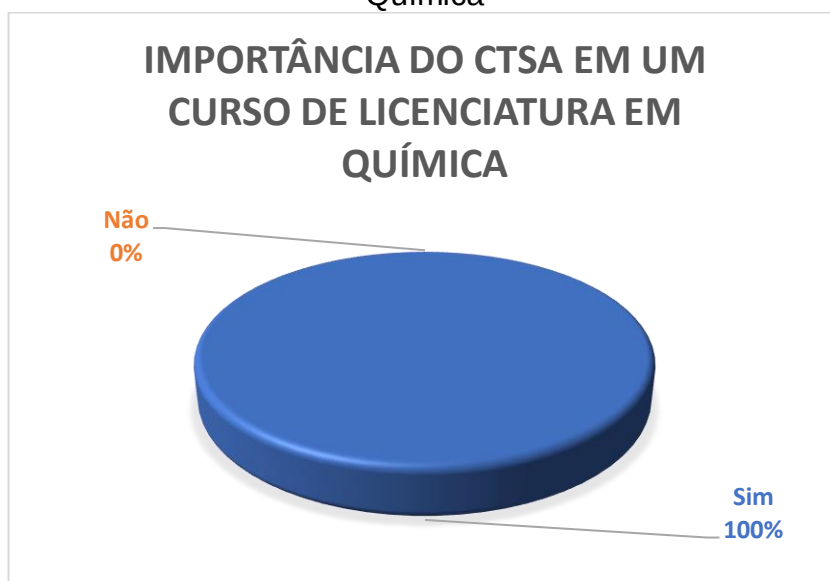
Figura 19 - Gráfico indicando a opinião dos participantes quanto a aplicabilidade da abordagem CTSA



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao serem questionados quanto a aplicabilidade da abordagem CTSA, 78% disseram que sim, e 22% disseram que talvez.

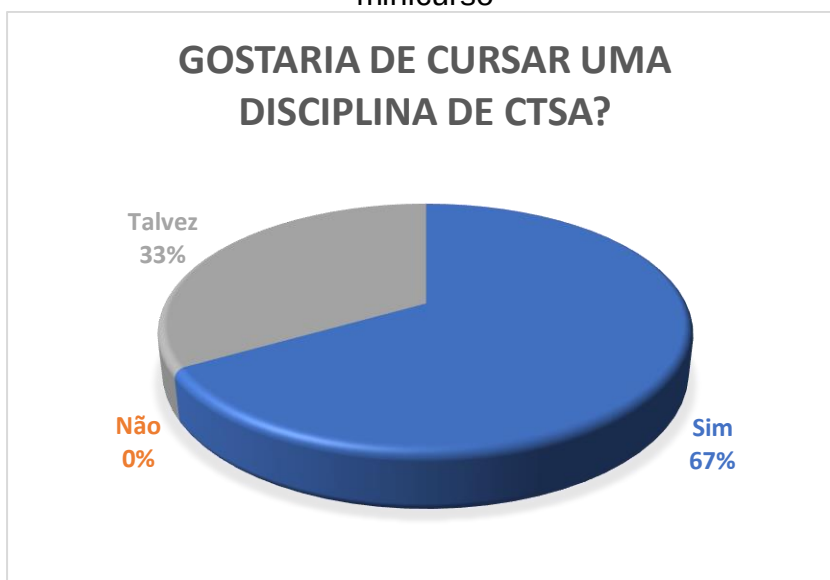
Figura 20 - Gráfico que indica a importância do CTSA no curso de Licenciatura em Química



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao serem questionados se consideram a abordagem CTSA importante em um curso de licenciatura em Química, 100% dos participantes responderam que sim.

Figura 21 - Gráfico referente a intenção de cursar uma disciplina de CTSA antes do minicurso



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao serem questionados se gostariam de cursar uma disciplina de CTSA, 67% dos participantes responderam que sim e 33% responderam que talvez.

As informações contidas nas figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21 serão confrontadas e debatidas com a análise dos dados encontrados nas entrevistas na parte 5.4 dessa dissertação.

A seguir será mostrado o conteúdo do minicurso ministrado aos participantes da pesquisa.

5.2 Conteúdo abordado no minicurso

O conteúdo do minicurso foi administrado ao longo de quatro encontros, sendo o quinto e último encontro com os participantes a execução da entrevista. O minicurso iniciou-se no primeiro encontro com os participantes da pesquisa, logo após a assinatura do termo de assentimento livre e esclarecido. A eles foram fornecidas algumas informações acerca de como se deve elaborar um plano de aula. Também fora realizada uma breve explicação sobre os conceitos básicos necessários específicos para a elaboração do plano de aula em questão. Os conceitos que nesse momento foram esclarecidos foram o de Ciência, Tecnologia, Escala Nano, Nanociência e Nanotecnologia. Todos os conceitos abordados nesse momento foram retirados de livros didáticos da educação básica e de sites especializados em ensino da educação básica (Química e Sociedade; Química cidadã; Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano; site educa brasil PERCÍLIA, Eliene. "Nanotecnologia"; Brasil Escola. Disponível em: 30/10/2021).

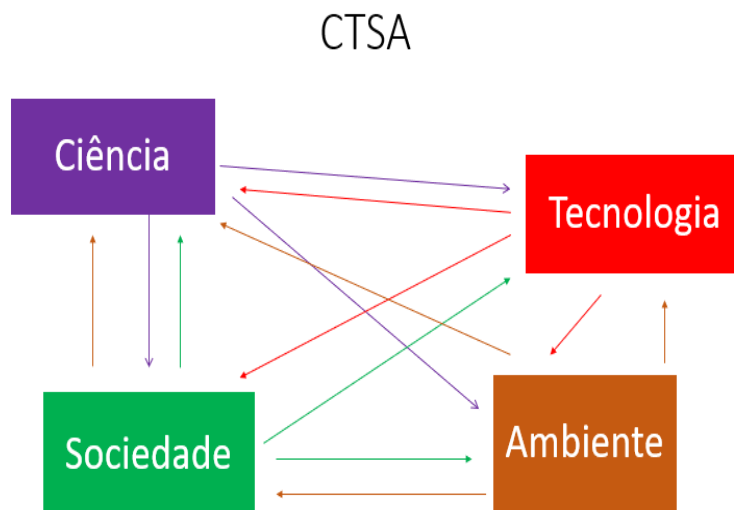
No segundo encontro foi esclarecido sobre os conceitos de CTSA e sua abordagem de ensino. Foi analisado os seguintes pontos:

- Explicação sobre o conceito de abordagem CTSA
- Histórico da abordagem
- Crise na confiabilidade da ciência
- Visões distorcidas sobre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.
- Importância das interrelações CTSA no desenvolvimento de uma aprendizagem crítica e responsável

Para conseguir a abrangência dos cinco pontos acima descritos, foram elencados primeiramente os conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente, Meio Ambiente e Ambiente Social. Tais conceitos foram extraídos da literatura em CTSA estudada durante o processo da realização dessa presente dissertação.

Através de um mapa conceitual foi explicado as interligações que caracterizam o objeto de estudo e as ações envolvidas na abordagem CTSA de ensino.

Figura 22 - Mapa conceitual mostrando as interrelações do CTSA



Fonte: Elaborado pelo Autor

Logo após foi mostrado a um resumo da história do movimento CTS/CTSA, destacando o contraponto entre as ideias defendidas pelo positivismo no início do século XX com as problemáticas apontadas por movimentos científicos e ambientais que estruturam as raízes da ideologia que sustenta a abordagem CTSA. Entre a literatura que fundamenta a base inicial da estrutura que se entende por CTS, e posteriormente CTSA, destaca-se o livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson publicado em 1962. No minicurso, foi mostrado sobre o questionamento feito no conteúdo desse livro referente ao uso demasiado de agrotóxicos pela indústria do agronegócio, e as consequências nocivas para o meio ambiente e saúde dos consumidores desses alimentos. Foi também demonstrado o paralelo com outras problemáticas, tragédias ambientais e sociais pelo uso irresponsável e inconsequente da tecnologia no chamado “progresso”.

Para abordar o tópico referente a crise de confiabilidade da ciência, foi citado aos participantes os dados do Instituto *Gallup* por encomenda da organização britânica *Wellcome Trust*, analisados por Andrade (2019). Os dados explicitados anunciam uma realidade que associa a falta de confiabilidade dada a ciência por uma parcela significativa da população com a desigualdade social existente em vários

países, ou seja, a desigualdade social, a pobreza e a falta de acesso à educação de qualidade estão diretamente ligadas ao aumento quantitativo do descrédito populacional dado a ciência.

Após a exposição dos dados referente a crise de confiabilidade da ciência, foi realizado um momento de reflexão, com participação interativa, sobre o papel de um futuro professor de Química e de ciências em um mundo que não acredita na ciência.

A partir do depoimento dos participantes, foi levantado novos questionamentos, dentre eles foi enfatizado: Qual a imagem que a sociedade possui da ciência e qual a visão que professores tem dela? A partir disso foi introduzido o último tópico do dia “As imagens distorcidas da Ciência”. Onde foi analisado as visões distorcidas da ciência apresentadas por Perez *et al* (2001).

A conclusão do segundo dia do minicurso foi efetivada pela análise de que o CTSA tanto como abordagem de ensino quanto como movimento, se relaciona diretamente com políticas públicas, ensino, educação e conscientização social e ambiental, por isso, pode ser um recurso valioso na luta contra o descrédito da ciência e na construção de uma sociedade crítica e com responsabilidade social e ambiental.

No terceiro dia do minicurso foram abordados os assuntos de nanociência e a nanotecnologia dentro de uma perspectiva CTSA. Para isso, a temática foi desenvolvida a partir dos seguintes tópicos:

- Histórico Nanotecnologia
- Nanotecnologia no Cotidiano
- Relações da Nanociência e nanotecnologia com outras ciências
- Influência da Nanotecnologia e nanociência na sociedade e ambiente.

Primeiramente, foi abordado um pouco do histórico da Nanotecnologia, citando o Físico Richard Feynman e sua palestra realizada em 1959 intitulada “*There is plenty of room at the bottom – an invitation for a new Field*”. Depois foi esclarecido o significado do termo Nanotecnologia e abordada a magnitude da escala nanométrica.

Utilizando o aplicativo disponível exclusivamente no site “*Scale Universe Interactive*”, foi demonstrado a escala de tamanho da matéria observada tanto nos macrocosmos como no microcosmos, passando por estruturas nanométricas naturais e estruturas nanotecnológicas provenientes do avanço das engenharias e da

nanociência. Também foi dado ênfase ao fato de que a nanotecnologia possui uma grande interdisciplinaridade estando envolvida com física, química, computação, engenharias, ética e legislação, matemática, ciências da saúde, biologia, economia e meio ambiente.

Foi mostrado como o uso do microscópio de varredura de efeito de túnel, a partir dos anos 1980, fez com que a Nanotecnologia começasse a sair do teórico para a prática. Produzindo diversos materiais

Relacionando as inovações nanotecnologias com o CTSA, foi explicado o caminho percorrido por uma inovação tecnológica desde a criação até o consumo das diversas esferas sociais. Analisando os possíveis entraves existentes nesse trajeto tanto na fase do desenvolvimento científico e tecnológico, nas políticas públicas relacionadas ao processo, na questão econômica e social ligada a lógica capitalista, a sociedade de consumo e pôr fim a abrangentes questões que relacionam a produção e o consumo de novas tecnologias e nanotecnologias com as problemáticas relacionadas ao meio ambiente.

Foi feito um comparativo usando recursos visuais para o tamanho de coisas na escala nanométrica natural e artificial.

Foram expostos o conceito e algumas propriedades do grafeno e dos nanotubos de carbono, dando ênfase sempre ao fato de que essas propriedades podem ser usadas em novos materiais e tecnologias.

Foram mostradas algumas novas tecnologias e inovações utilizando a Nanotecnologia. Transistor de grafeno que supera seus rivais de silício, Nanotecido de proteína que pode ser usado no coração, menor impressora 3D do mundo que cabe na palma da mão, microrrobôs que estão quase prontos para atuar no corpo humano, telas sensíveis ao toque feitas com PET e nanotubos, Biologia sintética que promete sistemas artificiais inspirados na natureza, cientistas que criam fios vivos, criados a partir de células-tronco. Todos os exemplos foram retirados do site Inovação Tecnológica.

Foi aberta uma reflexão sobre a importância de uma legislação que previna os possíveis riscos que as novas tecnologias podem causar ao meio ambiente e a sociedade.

No quarto encontro do minicurso foi abordado às temáticas relacionadas ao ensino de CTSA no Brasil e a estrutura de uma disciplina CTSA em um curso de Licenciatura em Química. Isso foi explicado a partir dos tópicos:

- CTSA no ensino do Brasil
- Documentos oficiais
- Onde se ensina CTSA e como se ensina
- Importância do CTSA no ensino de Química
- Importância de uma disciplina de CTSA em um curso de licenciatura
- Projeções futuras do ensino em Química e da abordagem CTSA

Inicialmente foi elencado pelos participantes da pesquisa o que se espera de uma disciplina de um curso de graduação. A partir dessas respostas foi gerando uma reflexão sobre o que se exige de um professor de Química e ciências no mercado de trabalho, e o que se exige desse mesmo profissional quanto a sua função ampla e crítica na sociedade.

Foram destacados aspectos da carreira de magistério que são efêmeros, como por exemplo currículo, realidade social do educando e do educador e direitos da categoria. Todos esses fatores estão ligados diretamente a luta política, e historicamente, têm encontrados conquistas e retrocessos. Por isso existe a importância que nas disciplinas que constituem um curso de formação de professores tenha uma visão de conteúdo ampla, crítica que seja possível a formação de um profissional adaptável, e não apegada excessivamente aos conteúdos do currículo vigente de forma fechada e tecnicista. Para fundamentar isso foi demonstrado um pouco do histórico do ensino médio do Brasil e como os currículos mudaram, como a realidade social dos estudantes e professores vem mudando e os ganhos e perdas dos direitos da categoria.

Visando fazer reconhecer a realidade social do que se ensina, foi exposto um quadro com várias imagens mostrando as realidades das diferentes escolas existentes. Cada gravura foi comentada dando ênfase a uma realidade específica, mostrando a escola privada com poucos recursos, escolas privadas a beira da falência, a escola privada com muitos recursos, a escola rural, a escola rural com gerida pelo movimento MST, a escola pública com poucos recursos, a escola pública bem estruturada que aparece na campanha do político, as escolas militares, escolas de difícil acesso, escolas de grupos religiosos, os institutos federais, e até mesmo escolas de fachada. A cada imagem mostrada uma reflexão sobre a realidade era feita em conjunto com os participantes.

Depois foi realizada uma breve exposição sobre o histórico do CTS e CTSA no Brasil. Também foi mostrado a relação das ideias transmitidas pelo CTS e CTSA com alguns trechos de documentos oficiais, como a LDB, os PCNs e a Agenda 2030, que estão em aquiescência com as mesmas.

Por fim foi mostrado alguns cursos acadêmicos no Brasil que possuem a disciplina de CTSA. Dentre elas foram citadas:

- UECE (CTS) – Possui uma disciplina optativa para licenciaturas
- Evento bienal organizado pela ESOCITE.BR, vinculados ao PPGCTS, da UFSCar, campus São Carlos, interior de São Paulo, Brasil.
- Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Possui disciplina de CTS no mestrado e doutorado.
- UF Juiz de fora – Na disciplina de “PRÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA” em sua ementa existe a citação ao ensino CTS, Além de realizarem o evento Semana de Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- IF Paraná - Mestrado profissional em CTS
- Universidade de Brasília - CTS é uma linha de pesquisa do mestrado em educação.

Também foi elencado alguns possíveis objetivos de uma disciplina em CTSA, esses seriam:

- Compreender o CTSA e ampliar o foco de ensino e educação.
- Abrir novas discussões e estudos sobre temas transversais.
- Desconstruir ideias de hierarquias dentro do próprio CTSA.

O minicurso chega ao fim tendo 4 dias de duração. Ouve mais um encontro com os participantes para realizar uma entrevista, que gerou dados para a presente pesquisa.

5.3 Análise dos planos de aula

Nesse capítulo será feito uma análise dos planos de aula elaborados pelos 9 participantes da pesquisa. Para elaborarem o plano de aula foi dado um modelo como

descrito no Anexo I. A transcrição dos planos de aula feitos pelos participantes está no Anexo III desta dissertação.

O tema do plano de aula pedido a todos os participantes foi “Nanociência e Nanotecnologias”. Os participantes tiveram o tempo de uma semana para elaboração desse plano. Foi realizado um encontro inicial no dia 04/06/2020 para orientar os participantes sobre a estrutura básica de um plano de aula. Foi esclarecido aos participantes alguns conceitos nessa ocasião, dentre eles:

1 – A escala nano ou nanométrica é uma unidade métrica que representa valores medidos em torno de 10^{-9} metros.

2 – Nanociência e Nanotecnologias são respectivamente estudo e aplicações tecnológicas de instrumentos e mecanismos que possuam uma de suas dimensões físicas na ordem de grandeza da escala nanométrica (LÊDO, 2006).

Ao fim dessa introdução dada aos participantes, foi dado a eles o modelo de plano e o prazo de uma semana para entrega-lo.

A estrutura do modelo do plano de aula foi dividida da seguinte forma:

- Conteúdo a ser abordado
- Objetivos a serem alcançados
- Descrição da metodologia a ser utilizada
- Descrição do plano de avaliação

Foi orientado que os recursos a serem utilizados na aula fossem elencados à medida que fosse feito a descrição da metodologia a ser utilizada.

É importante salientar que nenhum dos participantes tinham experiência na elaboração de planos de aula, cinco deles nunca haviam elaborado um plano antes, e quatro dentre eles haviam feito apenas um plano em uma atividade cursada em uma disciplina passada no curso. O que resultou de uma forma geral um interesse significativo nas instruções referentes ao processo de elaboração do plano de aula.

5.3.1 Retrato do momento histórico vivenciado pelos participantes no momento da pesquisa

Se tratando das características que possuem a abordagem de ensino CTSA, e sua contribuição para a desconstrução de uma visão de ciência distorcida, elitista e alienada das questões histórico e sociais. Não se pode efetuar uma análise dos planos de aula elaborado pelos participantes da pesquisa sem considerar o contexto histórico envolvido no processo.

Os participantes estão inseridos em um contexto social e estrutural que reflete uma realidade atípica enfrentada pelos estudantes do país devido à pandemia da Covid 19. As aulas presenciais foram suspensas e substituídas por aulas remotas. O sistema de ensino foi adaptado de forma emergencial, não houve um estruturado planejamento em esfera federal, estadual ou municipal de migração para o sistema remoto. Na maioria das instituições não houveram treinamento nem dos professores e nem dos estudantes para a migração ao ensino remoto. No período que está sendo vivenciado até o momento do término dessa dissertação (2021), as aulas ainda estão sendo feitas pelo ensino remoto em algumas instituições de ensino, e em outras, as aulas estão sendo ministradas de forma híbrida. Todavia, é importante salientar que até o momento do término desse trabalho a pandemia não chegou ao fim. Novas variantes do vírus estão aparecendo em diferentes locais do globo, embora a vacinação esteja avançada no Brasil, as políticas públicas referentes ao controle da pandemia foram desastrosas. Um número que ultrapassa meio milhão de mortos, a vacinação feita de forma aquém do esperado, e dúvidas sobre a eficiência do governo em realizar um planejamento e uma ação efetiva, para a aplicação de novas doses de reforço das vacinas necessárias ao combate do vírus SARS-Cov-2 e o questionamento sobre os limites da adaptação da população ao “novo normal” são alguns dos fatores que causam um sentimento angustiante nos estudantes sobre como será o futuro do seu processo de ensino e aprendizagem.

Se tratando dos estudantes que participaram dessa pesquisa, são alunos de Licenciatura e entende-se que se imaginam como futuros professores. A existência de possíveis conflitos entre a visão estrutural que um estudante de Licenciatura ou Pedagogia tem sobre o modelo que considera mais efetivo de ensino, o modelo ligado a experiência de aprendizagem vivenciado pelo estudante de forma individual, o formato de ensino mais amplamente difundido pelo histórico social ao qual os estudantes estão inseridos e também o novo modelo que se forma de forma provisória e remota no ensino remoto mas que pode ser incorporado como a base de um novo padrão.

Todas essas vivências, além da fragilidade emocional envolvida ato de sobrevivência a pandemia. Devem ser consideradas ao tirar conclusões sobre os planos de aula elaborados pelos participantes.

5.3.2 Análise do tópico: Conteúdo a ser abordado

Quanto ao tópico referente ao planejamento do conteúdo, os resultados demonstram que uma preocupação em abordar os conceitos e definições da Nanociência e Nanotecnologia alinhados a prática do cotidiano e ao histórico do seu desenvolvimento. A palavra “cotidiano” aparece em 22,2% dos planos de aula analisados, somando-se termos semelhantes que dão ênfase a tecnologia e as inovações tecnológicas que se relacionam com a temática Nanociência e nanotecnologia são 56%. Observa-se que 22% dos participantes dão ênfase ao o histórico do conteúdo abordado, além disso, 22% dão ênfase as problemáticas ambientais ligadas a nanociência e nanotecnologia, em um dos dessa última porcentagem, é utilizado o termo “contextualização da temática” relacionando de forma generalizada com questões ambientais e sociais.

Os conteúdos de nanociências e nanotecnologias são temas transversais, ou seja, eles se relacionam com os conteúdos ministrados que compõem o currículo, mas não são assuntos abordados diretamente em livros didáticos de Química, mesmo se tratando do ensino superior, dificilmente um estudante encontrará um capítulo sobre esse assunto. Esse foi um dos motivos para a escolha do tema Nanociência e Nanotecnologia para ser abordado nessa pesquisa, pois como os participantes não teriam uma referência de organização desse conteúdo em livros e materiais por eles conhecidos, então teriam que escolher os pontos do conteúdo que substancialmente considerariam relevante para o aprendizado.

Notou-se que mesmo sem o domínio do que seria uma abordagem CTSA, ou mesmo sem conhecer a importância da mesma, os participantes deram ênfase e importância a questões que compõem as bases do ensino CTSA, como questões ambientais, relações entre tecnologia e ciência, benefícios e malefícios sociais dos avanços tecnológicos, história da tecnologia dentre outros.

5.3.3 Análise do tópico: Objetivos a serem alcançados

No tópico “Objetivos a serem alcançados”, os participantes escolheram objetivos vinculados a compreensão do conteúdo. A preocupação com o aprendizado

conceitual do conteúdo se mostrou uma constante no objetivo de todos os planos analisados. Foi possível observar que 100% dos participantes da pesquisa enfatizaram expor, explicar, providenciar entretenimento ou compreensão conceitual. Entretanto, houve uma ênfase diferenciada no foco dos conteúdos especificados apresentados nos objetivos.

Uma visão generalista onde os objetivos não especificavam quais conteúdo na temática Nanociência e nanotecnologia seriam abordados estavam em 33,3% dos planos elaborados. A palavra “aplicações” foi usada no objetivo de 33,3% dos participantes, somando-lhes a ideia de objetivos ligados ao entendimento de tecnologias utilizadas no cotidiano totalizam 67% dos participantes. A preocupação com benefícios e riscos que a Nanotecnologia pode trazer para o ambiente e sociedade foi explicitado nos objetivos dos planos de 33% dos participantes.

É possível a partir desses resultados detectar traços de uma visão conteudista, tendo em vista que a ênfase dada a questões conceituais nos objetivos dos planejamentos foi consideravelmente maior do que a preocupação com as interrelações com a sociedade e o meio ambiente. Apesar de existir um destaque aos riscos que avanços tecnológicos podem manifestar, os objetivos demonstram um padrão, onde os conceitos como prioridade seguido pelas aplicações no cotidiano e em alguns casos a dimensionalidade que os benefícios e riscos a temática possuem em potencial.

5.3.4 Análise do tópico: Procedimentos metodológicos que serão utilizados

Quanto ao processo metodológico elaborado e descrito pelos participantes, é possível observar uma preocupação em abordar e se preparar ao sistema de ensino remoto, onde as aulas no Brasil estavam sendo feitas no momento da aplicação dessa pesquisa (junho de 2020), por ocasião da pandemia da Covid -19. Os dados mostram que 44,4% dos participantes viram relevância em adaptar ao seu plano de aula, a situação do ensino remoto. Foi notado que 33,3% do total de participantes, embora estivessem entre os que não fizeram citação ao ensino remoto, apresentaram em seu plano de metodologia de aula, procedimentos ligados a exposição de slides, ou seja um método facilmente adaptável para o ensino remoto.

Outro fator a ser destacado é que apenas 22,2% dos participantes fizeram em citação a algum diálogo a ser feito com o aluno. Embora no próximo tópico desse capítulo veremos que um percentual maior fez referência ao diálogo na avaliação, vale

pôr em evidência que o diálogo está sendo subutilizado. Pois se entende que através do diálogo é que se faz a construção da relação dos conteúdos com a vivência do aluno. Esse fator deve ser ainda mais fortemente abordado quando se almeja uma transversalidade nos conteúdos científicos, que dialogue com a aplicabilidade das tecnologias, suas consequências socioambientais e o desenvolvimento de um juízo crítico pelo aluno de todos esses parâmetros interligados. Ou seja, o diálogo não pode ser ignorado ou deixado em segundo plano quando o objetivo é uma formação crítico-cidadã de qualidade. Vale lembrar o que disse Freire (1996):

O bom professor é o que consegue, enquanto fala trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas imaginações, suas dúvidas, suas incertezas (FREIRE, 1996).

Os procedimentos metodológicos analisados demonstram dúvida e insegurança quanto a própria metodologia escolhida. Pois os participantes que seguiram a opção de uma metodologia voltada ao ensino remoto, não tinham apropriação do conhecimento de como esse processo se concretiza. Afinal foi uma mudança de metodologia de ensino em escala nacional e não planejada devidamente. Os participantes que optaram por uma metodologia presencial estavam vivenciando o reflexo de uma realidade, em que, a aula presencial sofria de alguns grupos econômicos e sociais a ameaça de modificação radical na sua estrutura (em alguns casos se defende até mesmo o fim do ensino presencial), para a adaptação ao padrão do “novo normal” estabelecido como adaptação as consequências da pandemia.

A instituição de ensino escola, seja nível básico ou superior é um local de contradições. Sobre isso, e ainda se tratando da análise dos procedimentos metodológicos dos planos de aula desenvolvidos pelos participantes da pesquisa, é perceptível a preocupação em descrever um processo onde os conteúdos seriam de formas diferentes observadas, no entanto o intuito de concretizar o ensino-aprendizagem. A contradição envolvida nisso é que mesmo que o plano de aula seja desenvolvido tendo uma visão conteudista, e mesmo que o foco da aula dada pelo professor seja sempre e exclusivamente o conteúdo ignorando suas transversalidades, ainda assim, ao expor esse mesmo conteúdo de vários métodos diferentes, o professor acaba por incitar o aluno a ver uma mesma temática por métodos diferentes, e um desses métodos pode sim acabar por desenvolver uma

visão que dialogue com as variadas facetas da realidade, gerando um ensino que contribua com a formação do cidadão crítico, mesmo de forma involuntária.

5.3.5 Análise do tópico: Descrição do plano de avaliação

O plano da avaliação fora descrito pelos participantes demonstra alguns pontos que são relevantes destacar. Dentre eles foi analisado: Participação dos alunos; Dialogo; Atividades a serem realizadas.

A temática “participação dos alunos” como requisito de avaliação foi abordada por 100% dos participantes da pesquisa. De tal forma que, 44,4% dos participantes usam de forma direta o termo como requisito para fazer a avaliação, e 55,6% analisam de forma indireta a participação por avaliar trabalhos escritos, atividades e/ou seminários sobre o assunto.

Referente as atividades a serem realizadas como parte integrante da avaliação, se mostraram bem diversificados. Houveram mais de um modelo de atividade avaliativa sugeridos por 55,6% dos participantes. Por esse motivo, nessa análise, o somatório dos percentuais de diferentes modelos de atividade de avaliação pode resultar em um valor maior que 100%, entretanto, o somatório do percentual referente a um único modelo de atividade avaliadora não poderá ultrapassar o percentual de 100%. Após essa constatação, analisou-se que dentre as variadas formas de avaliação presentes, dentre elas podemos citar que, 22,2% dos participantes escolheram abordar a elaboração de resumos em sua avaliação, 11,1% dos participantes explanou que a avaliação seria feita por atividades onde não foram especificadas o modelo ou estrutura delas, citando apenas que a avaliação seria feita pela média ponderada da avaliação dessas atividades. O percentual de 11,1% dos participantes foram o que escolheram o uso de prova como avaliação, 11,1% foram o que se propuseram a utilizar questionário em sua avaliação, 11,1% propuseram a criação de um portfólio com as atividades, seminário ou apresentação individual, ou coletiva foi abordado por 22,2% dos participantes, uma avaliação lúdica através de um jogo foi abordada por 11,1% dos participantes.

É importante salientar que apenas 11,1% dos participantes expressaram no plano os critérios de avaliação de cada atividade a ser feita no processo.

Houveram ainda os que utilizaram o diálogo como critério avaliativo. O percentual desses foi um total de 22,2%. Todavia, é importante salientar que metade desse quantitativo utilizou o termo “avaliação dialogada em sala”, tal termo foi seguido

de uma descrição de função que foi “para avaliar a compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado”. Existe uma falta de informação neste plano em questão sobre os critérios utilizados nessa avaliação, se o diálogo segue um caminho mais semelhante à de um debate, ou de uma exposição de ideias, ou de uma prova oral.

Tais resultados apontam uma tendência de elaborar uma avaliação a partir da produção de atividades feita pelos alunos. No entanto, os critérios avaliativos não foram especificados de forma satisfatória no plano de aula. Não é possível saber se os participantes tendem a uma avaliação das possíveis atividades feitas pelos alunos de forma quantitativa, qualitativa ou quanti-quali.

Todavia, no entendimento do autor dessa dissertação, o conhecimento sobre a abordagem CTSA, principalmente atrelado a prática do diálogo como atividade recorrente no processo de ensino e aprendizagem, pode abrir espaço para uma avaliação ligada com o aprendizado com significância para os alunos.

Como foi constatado na parte 5.3.4 desta dissertação, o diálogo é parte fundamental na construção de um ensino-aprendizagem crítico e compreende as múltiplas interrelações existentes na realidade.

Se tratando da abordagem em ensino CTSA, a própria premissa base dela refere-se a compreender inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (SANTOS, 2002).

Entender inter-relações, ou como diferentes fatores interagem entre si, está ligado ao exercício constante do diálogo. Por esse motivo em cada etapa da construção do ensino-aprendizagem, deve ser pensada e aplicada para incluir o diálogo e a pluralidade de ideias no processo, contribuindo dessa forma com a democratização do ensino. Tendo em vista que a partir do diálogo o ensino será tanto difundido como integrado no cotidiano social da comunidade de forma crítica. Cumprindo assim um dos objetivos do CTSA apontado por Medina e Sanmartin (1990).

5.4 Análise das entrevistas

As entrevistas foram feitas a cada participante de forma individual e remota, através da plataforma *google meet*. Uma ordem pré-estabelecida com os participantes foi respeitada. Nenhum participante teve acesso às respostas dos outros. As perguntas feitas na entrevista estão disponíveis no Anexo II e as respostas das entrevistas foram transcritas no Anexo IV.

Referente a abordagem CTSA, após o minicurso 100% dos participantes da pesquisa responderam positivamente as seguintes perguntas:

- Compreendeu o conceito de CTSA?
- Considera a abordagem CTSA aplicável e relevante para a formação cidadã?
- Para você, a abordagem CTSA é uma temática importante a ser considerada no curso de Licenciatura em Química?
- Gostaria de cursar uma disciplina de CTSA durante sua formação em licenciatura em Química?

Ao comparar essas respostas aos dados mostrados na figura 17, percebemos que os 11% que não possuíam conhecimento prévio sobre CTSA e os 22% que possuem pouco conhecimento, afirmaram que após o minicurso puseram compreender o conceito de CTSA.

Relacionando os dados apontados na figura 18, referente a importância do CTSA na formação cidadã, 78% disseram que sim e 22% responderam que talvez. Após o minicurso podemos perceber que os 22% indecisos quanto a essa temática passaram a considerar a abordagem CTSA importante para a formação cidadã.

Comparando os dados que mostram a opinião dos participantes quanto a aplicabilidade da abordagem CTSA ilustrados na figura 19, 78% disseram que sim, e 22% disseram que talvez. Após o minicurso 100% dos participantes afirmaram considerar a abordagem CTSA aplicável.

Quanto as informações descritas na figura 20, não houve alterações.

Ao relacionar os dados apontados na figura 21, que indica a intenção de cursar uma disciplina de CTSA dos participantes, onde 67% dos participantes responderam que sim e 33% responderam que talvez, observamos que os 33% que estavam indecisos sobre cursar a disciplina mudaram de ideia e responderam que cursariam uma disciplina de CTSA.

Quanto as temáticas que os participantes gostariam que fosse abordado numa disciplina de CTSA, foram citadas: Química industrial; Temáticas que sejam relevantes a comunidade; Projeto de extensão; Tecnologias ligadas ao cotidiano; Descarte de tecnologias, Reciclagem; Questões ambientais; Problemática do acúmulo de lixo, Nanociência e nanotecnologia, Bioquímica; Novos materiais; Metais; Semicondutores ligados a química inorgânica; Conscientização ambiental.

Ao serem questionados sobre como o ensino CTSA pode contribuir para um ensino equitativo de qualidade, crítico e relevante, os participantes deram sugestões envolvendo as seguintes ações:

- Seria interessante a abordagem ter uma linguagem mais ligada ao dia a dia, uma louça lavada, um banheiro lavado, mesmo que a pessoa não tenha noção de todo o processo químico envolvido mais saber que aquilo foi fruto de estudo, talvez seja muito difícil entender o mecanismo da reação química, mas seja mais fácil compreender o dano ambiental que pode causar o descarte indevido, o mal que pode fazer para as mãos se não usado corretamente, o preço e outras relações com o social.
- Precisa se adequar a realidade de cada um, precisa ser aplicado.
- Palestras e levar a informação a própria comunidade, não só ficar preso a um conteúdo.
- Quando o aluno percebe que ele pertence ao meio de estudo, que ele é o meio, e pode influenciar o meio de estudo. Isso desperta curiosidade e interesse.
- Demonstrar a prática cotidiana nos conteúdos

Algumas respostas a essa pergunta mostraram uma fragilidade de alguns participantes quanto ao entendimento do que é um ensino equitativo e crítico. 33% dos participantes não conseguiram ou tiveram dificuldades em sugerir ações que contribuíssem para um ensino equitativo de qualidade, crítico e relevante.

Em um dos participantes foi possível constatar uma visão de equidade puramente conteudista e alienada das questões culturais e sociais.

Os motivos para tais dificuldades encontradas podem ser muitos, entre eles, a própria aplicação do minicurso de forma remota, que pode acarretar disputa de atenção com outros afazeres, fazendo com que o rendimento da aprendizagem diminua. Outro motivo seria as visões distorcidas da ciência e da educação, infelizmente, muitas pessoas baseadas no senso comum interpretam a educação como um grande treinamento para um concurso de resolver questões em provas. Embora o ensino das licenciaturas, sobretudo, em instituições públicas, tenta desconstruir tal imagem equivocada, o processo de desconstrução pode ser mais lento e complexo em alguns.

Esse é um dos motivos pelo que é necessário a implementação de uma disciplina de CTSA, pois apesar de ser um conceito de simples compreensão, a maturação para entender a pluralidade dimensional envolvida nele requer mais tempo do que uma aula ou um minicurso.

Quanto ao assunto de nanociência e nanotecnologia abordado no minicurso, todos os participantes consideraram que possibilitou uma melhor compreensão do tema, que é uma temática importante para o ensino de Química e outras ciências, e que poderia ser utilizada como temática para a abordagem CTSA em uma sala de aula do ensino médio.

Alguns afirmaram já ter experiência em abordar o CTSA mesmo sem o conhecimento da abordagem, outros sugeriram abordar temas como descarte de materiais, utilizar tecnologias a qual os alunos tenham maior acesso e a relação indústria com o meio ambiente.

No entanto, a maioria dos participantes não conseguiram pensar em uma abordagem CTSA para ensinar a temática nanociência e nanotecnologia no ensino médio. Vale salientar que os mesmos participantes antes fizeram um plano de aula para o assunto nanociência e nanotecnologia, e embora um quantitativo expressivo tenha considerado abordar a relação do conteúdo com o cotidiano, tal informação indica que a relação com o cotidiano provavelmente não está relacionada com o social e o ambiental.

Entretanto, deve ser considerado que a condição física e emocional para responder uma pergunta em uma entrevista difere de um tempo de dias para efetuar um planejamento. Fatores como cansaço, nervosismo ou mesmo esquecimento podem ter consequências expressivas na coleta de tais informações.

Referente as críticas ao minicurso e ao processo de participação nessa pesquisa, todos os participantes responderam que gostaram do minicurso e demonstraram que a experiência rendeu ganho de conhecimento e foi satisfatória. Entre as críticas, foi enfatizado a oportunidade de aprender sobre nanociência e nanotecnologia, que foi algo relevante para o futuro como professor de Química, que houve um aumento de conscientização para com o tema, foi mostrado uma satisfação com o material exposto no minicurso, que o conhecimento sobre o assunto será expandido por eles no futuro, gostaram da ordem em que a temática foi proposta, da experiência em elaborar um plano de aula, das sugestões de pesquisa dadas.

Os dados da entrevista mostram a relevância em expandir o entendimento e prática do CTSA em um curso de licenciatura em Química, por uma disciplina de abordagem CTSA.

Uma disciplina de CTSA em um curso de Licenciatura em Química pode trabalhar diversas temáticas. O material produzido na disciplina pode gerar um portfólio com o material produzido para as próximas turmas a frequentarem a disciplina.

Além disso, para além do espaço de sala de aula, temáticas ligadas ao CTSA, podem ser debatidas em possíveis eventos nos múltiplos espaços da instituição de ensino. Podendo até mesmo estruturar projetos de extensão e pesquisa e produção científica e tecnológica da instituição.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino CTSA é uma abordagem que lida com interrelações que abrangem problemáticas amplas e incontáveis aplicações. Apesar de dessa do CTSA ser estudado há aproximadamente 60 anos fora do Brasil e há cerca de 30 anos no Brasil, ainda é necessário expandir o conhecimento sobre a temática.

Para se poder desenvolver mais pesquisa sobre o CTSA e fazer uso prático de suas temáticas nos diversos ambientes da instituição de ensino, é necessário que os estudantes tenham consciência da abordagem e com o que ela se relaciona. Para isso, a implementação de uma disciplina de CTSA se mostra relevante e necessária.

Os dados dessa pesquisa apontam que os participantes ao entenderem o conceito de CTSA e suas possíveis aplicações, passaram a considerar a abordagem CTSA importante para a formação como futuro professor de Química e se mostraram desejosos de cursar uma disciplina de CTSA.

Considero que os objetivos foram efetivados com sucesso e que a presente pesquisa pode ser utilizada como contribuição para desenvolver maiores estudos em CTSA e ajudar na implementação de uma disciplina de CTSA em um curso de Licenciatura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, “Cartilha Sobre Nanotecnologia”, Cartilha Sobre Nanotecnologia, 2010,
- ANDRADE, R. O. **Resistência à Ciência: Crise de confiança suscita debate mundial sobre como enfrentar ataques ao conhecimento científico**. Pesquisa FAPESP, edição 284, outubro 2019.
- ANGOTTI, J.; AUTH, M. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, Bauru, SP, 2001.
- ARTES, Amelia Cristina Abreu. O ensino médio como filtro para o acesso de negros no ensino superior brasileiro. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, Uberlândia, v. 8, n. 19, p. 34-51, 2016.
- AULER, D. y D. DELIZOICOV. **Ciência-tecnologia-sociedade**: relações estabelecidas por professores de ciências, en Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, Espanha, 2006.
- AZEVEDO, R. O. M.; GHEDIN, E.; FORSBERG, M. C. S.; GONZAGA, A. M. **O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas**. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia-SP, 2013.
- BATISTA, A. J. S.; PEPE, V. L. E. Os desafios da nanotecnologia para a vigilância sanitária de medicamentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 7, p. 2105–2114, 2014.
- BAZZO *et al.* **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n. 1, 172 p., 2003.
- BERNARDINELLI, Silvia. **Nanotecnologia Verde em uma perspectiva CTSA**: análise de uma proposta didática WebQuest para a alfabetização científica na Educação Básica. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.
- BRASIL. PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS ENSINO MÉDIO (PCNEM). Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEF, 2002 Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 19/06/2020.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996
- CAMPBELL, F. K. Exploring Internalized Ableism using Critical Race Theory. **Disability & Society**, n. 23, v. 2, p. 151-162, 2008.

BUZEA, C.; PACHECO, L.; ROBBIE, K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity Biointerphases. **American Vacuum Society and Biointerphases**, v. 2, n. 4, 2007.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ÉPOCA. As 10 empresas que mais cresceram durante a pandemia do coronavírus. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2020/06/10-empresas-quemais-cresceram-durante-pandemia-do-coronavirus.html>. Acesso em: 30 jun. 2020.

FARIAS HSF. **O avanço da Covid-19 e o isolamento social como estratégia para redução da vulnerabilidade**, Espaço e Economia [Online], 2020, posto online no dia 08 abril 2020. [acessado 2020 Abr 17]. Disponível em: <http://journals.openedition.org/espacoeconomia /11357>

FERNANDES, R. F.; STRIEDER, R. B. **Dificuldades enfrentadas por professores na implementação de propostas CTS**. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis, Atas... Florianópolis, 2017.

FERNÁNDEZ, I. **Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica**: uma propuesta de transformación. Tesis (Doctotal) - Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universidad de Valencia. Valencia, 2000

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. **Concepções de professores de Química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações**: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GERHARD, A.C.; ROCHA FILHO, J.B. **A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio**. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.125-145, 2012.

GIL-PÉREZ *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. São Paulo, *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOMES, R. C. *et al.* Aplicações da nanotecnologia na indústria de alimentos: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 9, n.1, p. 1-8, 2015.

GUILBERT, L. y MELOCHE, D. **L'idée de science chez des enseignants en formation**: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions? *Didaskalia*, 2, p. 7- 30, 1993.

JACOBI, M. M., “El admirable mundo Nano: Nanociencia y Nanotecnología” In SLTCAUCHO, 2014, num. 4, 8-15 pp.

LOURO, G. L. Um corpo estranho: Ensaios sobre sexualidade e teoria queer. Autêntica ed. Belo Horizonte: 3 ed., 2018.

MACEDO, J. A. IRIBARREN, L. L. Nanociencia y Nanotecnología: nuevas maneras de intervenir sobre la materia y El desafío de llevarlas al aula. in: Aportes de la química al mejoramiento de la calidad de vida. Unesco: Montevideo, Uruguay. Julho de 2012.

MARTINS, I. P **problemas e Perspectivas Sobre a Integração CTS no Sistema Educativo Português**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1, Nº 1, 28-39, 2002.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. **Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência**. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MARTINS, Diléia Aparecida; LEITE, Lúcia Pereira; LACERDA, Cristina Broglia Feitosa de. Políticas públicas para acesso de pessoas com deficiência ao ensino superior brasileiro: uma análise de indicadores educacionais. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 23, p. 984-1014, 2015.

MASLOW, Abraham. **Motivation and Personality**. New York: Harper & Row, 1970.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987, p. 39.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. **Avaluación dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat**. Illes Balears: Govern e Conselleria d'Educació i Cultura, 2001.

MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, p. 114 – 121, 1990.

NOVAES, M.; STUDART, N. Mecânica quântica básica. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

O'FLAHERTY, Michael; FISCHER, John. Sexual orientation, gender identity and International Human Rights Law: contextualizing the Yogyakarta Principles. **Human Rights Law Review**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 207-248, 2008.

PENIN, Sônia T. S; VIEIRA, Sofia. L. **Refletindo sobre a função social da escola**. In: VIEIRA, Sofia Lerche (Org.). Gestão da escola – desafios a enfrentar. Rio de Janeiro: DP&A, p. 13-43, 2002.

PEREIRA, J.M.M. (2010). O Banco Mundial como ator político, intelectual e financeiro (1944-2008). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira

Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F. & Bazzo, W. A (2009). O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 49, n. 1, p. 1-14, mar.

PLACCO, V. M. N. de S. *et al.* O coordenador pedagógico: aportes à proposição de políticas públicas. **Cadernos de Pesquisa**, v. 42, n. 147, p. 754-771, 2012.

PRINCÍPIOS de Yogyakarta: princípios sobre a aplicação da legislação internacional de direitos humanos em relação à orientação sexual e identidade de gênero. 2007. Disponível em:
<http://www.clam.org.br/uploads/conteudo/principios_de_yogyakarta.pdf>.
Acesso em: 13 out. 2021.

PYRRHO, M., SCHRAMM, F.R. **A moralidade da nanotecnologia**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2012,
R. Siqueira-Batista, L. Maria-da-Silva, R.R.M. Souza, H.J. Pires-do-Prado, C.A. Da Silva, G. Roças, A.L. De Oliveira e J. A. Helayel-Neto, *Ciência & Educação* 16, 479 (2010).

RABELO, Josefa Jackline; SEGUNDO, Maria das Dores Mendes. O Banco Mundial e a intervenção avaliativa na política educacional dos países pobres. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 6., 16 a 19 maio 2011, Vitória (ES). Anais... Vitória (ES), 2011.

RATNER, M.; RATNER, D. **Nanotechnology**: a gentle introduction to the next big idea. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

REBELLO, G.A.F.; ARGYROS, M.M.; LEITE, W.L.L.; SANTOS, M.M.; BARROS, J.C.; SANTOS; P.M.L. e SILVA; J.F.M. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

RIBEIRO, D. O processo civilizatório: etapas da evolução sociocultural. São Paulo: Companhia das Letras; Publifolha, 2000. (Grandes nomes do pensamento brasileiro). Biblioteconomia, documentação e ciência da informação: história, sociedade, tecnologia e pós-modernidade - 2010 - Jesica camera Siqueira.

Romero Soares Sousa, C., Lima de Holanda, A., Beatriz Alves Nunes, A., Silveira Araújo Alves, G..., & Carvalho Sampaio, M.. (2018). NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA: CONSIDERAÇÕES HISTÓRICA E INTERDISCIPLINAR. *Hegemonia: Revista De Ciências Sociais*, (25), 28.

SANTOS, Elias Batista dos. **Formação contínua do professor de ciências: pesquisa colaborativa na construção de uma proposta de coordenação pedagógica reflexiva**. 2006. 210 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. **Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças.** Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 9, p. 49-62, 2012.

SANTOS, W.L.P.; MORTINER, E.F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Número 2. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 02. dezembro, 2002.

SCHNETZLER, R. P. **Prática de ensino nas ciências naturais: desafios atuais e contribuições de pesquisa.** In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V. C. (Orgs.). Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos. RJ: DP&A. p. 205-222, 2002.

TEKHNE e LOGOS, Botucatu, SP, v.12, n.2, setembro, 2021. A importância do comércio eletrônico durante a pandemia de COVID-19. Talita Sganzerla Fortes. Vivian Toledo Gambarato.

VIEIRA, R. M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC.** Tese de Doutorado em Didática - Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

ZEIDLER, D. L. *et al.* **Beyond STS: a research-based framework for ocioscientific issues education.** Published online, p. 357-377, 2005.

ANEXO I

Planejamento da intervenção:

Plano de ação da pesquisa:

Dia 28/05/2021

Os participantes da pesquisa irão desenvolver um plano de aula sobre a temática Nanociência e Nanotecnologias. Previamente a serem expostos aos conceitos de CTSA.

Será exposto o conceito de temas transversais e que esses mesmos podem e devem ser planejados e abordados em sala de aula. Também será notificado o fato de nanociência pode ser considerado um tema transversal.

Modelo de Plano de aula

Tema da aula:

Nanociência e Nanotecnologias

Conteúdo a ser abordado

Objetivos a serem alcançados

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Descrição do plano de avaliação

Recolher os planos de aula e realizar minhas devidas análises.

Dia 04/06/2021

O CTSA e sua abordagem

- explicação sobre o conceito de abordagem CTSA
- Histórico da abordagem
- Crise na confiabilidade da ciência
- Visões distorcidas sobre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.
- Desenvolvimento da inter-relacionado CTSA
- Importância das interrelações CTSA no desenvolvimento de uma aprendizagem crítica e responsável

Dia 11/06/2021

Nanociência em uma abordagem CTSA

- Histórico Nanotecnologia
- Nanotecnologia no Cotidiano
- Relações da Nanociência e nanotecnologia com outras ciências
- Influência da Nanotecnologia e nanociência na sociedade e ambiente

Dia 18/06/2021

- CTSA no ensino do Brasil
- Documentos oficiais
- Onde se ensina CTSA e como se ensina
- Importância do CTSA no ensino de Química
- Importância de uma disciplina de CTSA em um curso de licenciatura
- Projeções futuras do ensino em Química e da abordagem CTSA

Dia 25/08/2021

Entrevistas e coleta dos dados.

ANEXO II

Questionário

O presente questionário é referente a pesquisa “A ABORDAGEM CTSA NA PERSPECTIVA DE DISCIPLINA E OS ESTUDOS DE NANOTECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA”, realizada por Joel de Sousa Giffoni, aluno de mestrado do IFCE – Campus Fortaleza.

Questionário feito antes da aplicação do mini curso

01 - Nome _____

02 – Logradouro _____

03 - Assinale a alternativa que identifica a sua cor/raça

Branca ☐ Preta ☐ Parda ☐ Amarela ☐ Indígena ☐

04 - Idade: Até X anos ☐ X a X ☐ X a X ☐ mais de X ☐
15- 18

05 - Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐

06 – Gênero:

Cisgênero ☐ Transgênero ☐

07 – Orientação Sexual:

Homossexual ☐ Heterossexual ☐ Bissexual ☐ Outras ☐

08 – Possui alguma deficiência:

Sim ☐ Não ☐

09 - Estado civil: Solteiro ☐ Casado ☐ Outra ☐

10 - Trabalha?

Não ☐ Sim ☐

Caso positivo, em qual seguimento? _____

Há quanto tempo? _____

11 – Concluiu o Ensino Fundamental em escola:

Pública ☐ Maior parte em pública ☐ Maior parte em Privada ☐ Privada ☐

12 – Concluiu o Ensino Médio em escola:

Pública ☐ Maior parte em pública ☐ Maior parte em Privada ☐ Privada ☐

13 – Quantas pessoas moram com você:

14 - Qual é o rendimento mensal da sua família?

Até 1 salário mínimo* ☐ 1 a 2 salário ☐ 2 a 3 salários ☐

Mais de 4 salários ☐

*considere o salário mínimo – 1.100 reais

15 – O que pretende fazer quando terminar o ensino superior – curso de licenciatura em Química?

Trabalhar como Professor ☐

Trabalhar em outra área da Química ☐

Buscar uma pós-graduação ☐

Fazer um concurso público independente da área ☐

Outras ☐

16 – Você acha que a Química tem papel importante no seu cotidiano?

Sim ☐ Não ☐

17 – Possui algum conhecimento sobre a abordagem CTSA?

Sim ☐ Não ☐ Um pouco ☐

18 – Considera o CTSA relevante para a formação cidadã?

Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐

19 – Considera a abordagem CTSA aplicável?

Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐

20 – Considera a abordagem CTSA importante para a Licenciatura em Química?

Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐

21 – Gostaria de cursar uma disciplina de CTSA?

Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐

QUESTIONÁRIO GERAL

Perguntas da entrevista realizada pós aplicação do mini curso

I) Aspectos gerais sobre a abordagem CTSA e a formação do licenciado em Química

01 – Para você, o que compreendeu sobre o conceito de CTSA? Explique.

02 – Considera a abordagem CTSA aplicável e relevante para a formação cidadã? Justifique sua resposta:

03 - Para você, a abordagem CTSA é uma temática importante a ser considerada no curso de Licenciatura em Química? Justifique

04 - Gostaria de cursar uma disciplina de CTSA durante sua formação em licenciatura em Química?

05 – Caso existisse uma disciplina sobre CTSA, qual(is) a(s) sua(s) sugestão(ões) sobre possíveis temáticas a serem abordadas? Cite e justifique.

06 - Como o conhecimento de CTSA pode ser utilizado para um ensino equitativo de qualidade, crítico e relevante?

II - Aspectos gerais sobre a importância do estudo da Nanotecnologia para a formação cidadã

07 - O minicurso apresentado possibilitou uma melhor compreensão sobre a temática Nanociência e Nanotecnologia? Justifique.

08 - Considera essa temática “Nanotecnologia” importante para o ensino de Química e outras ciências? Justifique sua resposta.

09 – Na sua opinião, A temática Nanotecnologia poderia ser utilizada como temática para a abordagem CTSA em uma sala de aula do ensino médio? Apresente sua justificativa e apresente uma estratégia de como trabalharia a temática em uma sala de aula com esse público.

10 - Gostaria de fazer alguma crítica ao mini curso e a todo o processo?

ANEXO III

Neste anexo consta a transcrição dos planos de aula elaborados pelos participantes da pesquisa antes de participarem do minicurso.

- **PARTICIPANTE 1**

Tema da aula

____Nanociência e Nanotecnologias____

Conteúdo a ser abordado

Explicação geral sobre o conceito de nanociência e nanotecnologia e o estudo de aspectos ligados a ordem de grandeza de materiais em escala nanométrica. Assim como as aplicações que fazem o uso da nanotecnologia. Estudo de micro-organismos do cotidiano.

Objetivos a serem alcançados

Fazer com que os estudantes observem as escalas, e façam comparações aos tamanhos de diferentes seres microscópicos, relacionando-os ao tamanho de outros seres. Descrever características do meio e do ecossistema, vistos a microscópio ou a olho nu.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Utilização de slides com vídeos e animações mostrando os diferentes tipos de seres nanométricos. Utilização de microscópio no laboratório a fim de observar seres microscópicos do cotidiano e momentos de diálogos em dupla envolvendo o tema.

Descrição do plano de avaliação

A avaliação será baseada na participação dos alunos e nos resumos que os mesmos irão deixar ao final da aula.

- **PARTICIPANTE 2**

Tema da aula

____Nanociência e Nanotecnologias____

Conteúdo a ser abordado

Nanotecnologia do nosso cotidiano.

Apresentar uma introdução sobre a nanotecnologia.

Objetivos a serem alcançados

Expor os conceitos básicos referente ao conteúdo

Obter a compreensão dos alunos referente a temática apresentada

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Para compreender mais sobre essas tecnologias, será realizado uma exposição com o foco sendo trabalhado de forma remota, e outra organizada pensando em ser usada no futuro quando retornamos ao ensino presencial. Abordar no cotidiano sobre seus usos e como podemos identificar.

Descrição do plano de avaliação

A avaliação será feita através de atividades, e um portfólio do assunto no final da etapa terão de apresentar um seminário sobre sua perspectiva em relação a nanotecnologia, os grupos serão divididos em 5 alunos que terão de 20 a 30 minutos de apresentação.

- **PARTICIPANTE 3**

Tema da aula

___Nanociência e Nanotecnologias___

Conteúdo a ser abordado

A evolução da nanociência e o surgimento da nanotecnologia, juntamente com a correlação entre as propriedades e aplicações de Nano materiais.

Objetivos a serem alcançados

Compreender os conceitos de nanociência e nanotecnologia.

Providenciar o entendimento sobre as aplicações, benefícios e malefícios que a nanotecnologia pode trazer a sociedade.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Apresentar o tema com uma indagação sobre os conceitos e as definições de nanociência e nanotecnologia. Desenvolver os métodos a partir da participação dos

estudantes. Será utilizado a sala de webconferência da plataforma Google Meets. As atividades síncronas serão com aulas online semanalmente, usando a sala de webconferência. As atividades assíncronas serão disponibilizadas materiais e exercícios a serem feitos. As atividades serão postadas na plataforma Google Sala de Aula. Serão utilizados, também, ferramentas de atividades/recursos. Todo o conteúdo será disponibilizado posteriormente após a aula.

Descrição do plano de avaliação

A avaliação será composta pela participação dos estudantes.

- PARTICIPANTE 4

Tema da aula

____Nanociência e Nanotecnologias____

Conteúdo a ser abordado

Introdução à nanociência e nanotecnologia. Propriedades de nanomateriais. Nanomateriais orgânicos e Inorgânicos. Nanomateriais baseados em carbono. Materiais nanocompósitos.

Métodos de fabricação e Caracterização de nanomateriais. Aplicações de nanomateriais

Objetivos a serem alcançados

Providenciar o entendimento dos assuntos conceituais básicos envolvendo a nanociência e nanotecnologia.

Propriedades de nanoestrutura, síntese, processamento, caracterização. Discutir sobre os benefícios e riscos da nanotecnologia.

Discutir sobre os benefícios e riscos da nanotecnologia.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Utilizar a sala de webconferência na plataforma Google Meet.

Atividades síncronas: aulas online semanalmente, usando a sala de webconferência.

Atividades assíncronas: serão disponibilizados materiais e exercícios para serem feitos.

Atividades deverão ser postadas na plataforma Google Classroom.

Usar ferramentas de atividades/recursos do Classroom, tais como: "questionário", "tarefa" e "base de dados".

Todo o conteúdo com vídeos, slides e material complementar serão disponibilizados pelo professor na plataforma Google Classroom

As avaliações serão em grupos e realizadas através de webconferência na plataforma Google Meet.

Descrição do plano de avaliação

Distribuir os temas para cada equipe.

Definir datas de apresentação.

Avaliar conforme a criatividade, organização, aprofundamento de conteúdo e participação.

Propor um diálogo após cada apresentação para apresentação de pontos de vistas.

- **PARTICIPANTE 5**

Tema da aula

___Nanociência e Nanotecnologias___

Conteúdo a ser abordado

Conceituação;

Contextualização da temática;

Aplicações (Discutir sobre os benefícios e riscos da nanotecnologia).

Objetivos a serem alcançados

Compreender o conceito de nanociência e nanotecnologia;

Conhecer a escala nano;

Conhecer as aplicações e implicações da temática.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Introdução: Aula expositiva dialogada (conceituação);

Desenvolvimento: Aula expositiva dialogada (contextualização, aplicações e implicações);

Conclusão: Sugestão de atividade de casa.

Descrição do plano de avaliação

Participação dos estudantes contribuindo durante a exposição da aula;

Trabalho de casa: resumo escrito sobre a temática.

- **PARTICIPANTE 6**

Tema da aula

___Nanociência e Nanotecnologias___

Conteúdo a ser abordado

Histórico:

Evolução da nanociência e o surgimento da nanotecnologia.

Objetivos a serem alcançados

Compreender os conceitos de nanociência e nanotecnologia.

Discutir sobre os benefícios e riscos da nanotecnologia.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Atividades síncronas: aulas online, usando a sala de aula do Google Meet.

Atividades assíncronas: serão disponibilizados materiais e exercícios para serem feitos.

Conteúdo com vídeos, slides e material complementar.

Descrição do plano de avaliação

A avaliação será composta pela média ponderada das atividades

- **PARTICIPANTE 7**

Tema da aula

___Nanociência e Nanotecnologias___

Conteúdo a ser abordado

Apresentação de conceitos e definições de Nanociência e Nanotecnologia;

Aplicações atuais de Nanociência e Nanotecnologia.

Objetivos a serem alcançados

Compreender os conceitos e as aplicações de Nanociência e Nanotecnologia.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

A aula será expositiva com slides.

Descrição do plano de avaliação

Avaliação dialogada em sala, para avaliar a compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado.

- PARTICIPANTE 8

Tema da aula

___Nanociência e Nanotecnologias___

Conteúdo a ser abordado

Introdução sobre Nanociência e Nanotecnologia e sua relação com os conhecimentos de Química, Nanociência e Nanotecnologia.

Objetivos a serem alcançados

Apresentar a temática e obter uma percepção a respeito do conhecimento dos alunos sobre Química, Nanociência e Nanotecnologia.

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

A aula será iniciada com apresentação breve do projeto, então o professor aplicará um questionário sobre para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre a temática. Após concluído e recolhido o questionário, será apresentado um texto em slides, em seguida um vídeo sobre o tema.

Descrição do plano de avaliação

Será aplicado um questionário para avaliar a compreensão da temática Nanociência e Nanotecnologia

- PARTICIPANTE 9

Tema da aula

____Nanociência e Nanotecnologias____

Conteúdo a ser abordado

Revolução tecnológica surgindo através da Nanotecnologia sendo aplicada em medicamentos, materiais inteligentes avançados dispositivos sensoriais e de conversão de energia e a relação com a Química Supramolecular.

Objetivos a serem alcançados

Compreender a Nanociência e a Nanotecnologia

Entender o funcionamento e aplicações existentes

Conhecer materiais utilizados e a influência com a organização molecular.

Incentivar a curiosidade por novos conhecimentos

Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

Inicialmente será apresentado aos alunos um artigo intitulado “A nanotecnologia das moléculas” usado como material principal, como material de apoio um slide com perguntas e curiosidades, para serem usados durante a aula, por fim ao final de cada tópico do artigo uma pequena atividade de fixação.

Descrição do plano de avaliação

A avaliação será realizada através de um jogo sobre os conceitos vistos no artigo, ele será realizado em equipes e ao final de todo conteúdo será aplicado uma prova.

ANEXO IV

TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

- PARTICIPANTE 1

1 - Basicamente a relação e importância do conhecimento social com base nas teorias apresentadas e poder interacionar com assuntos mais técnicos e científicos como a nanotecnologia e nanociência que foram temáticas apresentadas e habilidade de linkar temáticas da ciência e tecnologia com o social.

2 - Sim, é aplicável e existe a necessidade de entender a importância não só da ciência em si, mas dos impactos causados por ela na sociedade.

3 - Sim acho importante e interessante ser implementado na grade curricular do curso.

4 – Sim

5- Gostei da abordagem utilizada em nanotecnologia, acho que gostaria mais de ver esse conteúdo aprofundado e também temáticas abordando a química industrial.

5 – A partir da conscientização ambiental e do conhecimento sobre como usar a tecnologia de forma mais produtiva e sustentável.

6 – Sim, foi interessante compreender sobre inovações da nanotecnologia e como elas podem estar presentes na sociedade.

7 – Sim, pois é multidisciplinar envolve física, biologia matemática e muitas outras áreas.

8 – Sim. Acho que trabalharia semelhante ao minicurso, mostraria as tecnologias e suas consequências.

9 - Achei interessante a oportunidade de participar do mini curso e gostei da oportunidade de conhecer mais sobre a nanociência e nanotecnologia.

- PARTICIPANTE 2

1 - Sim, apesar dos conceitos separadamente de Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente estarem no nosso dia a dia não conhecia uma abordagem que interligava todos eles. Entendo que é uma junção de conceitos que torna a compreensão de certos assuntos mais próximos e práticos no nosso dia a dia.

2 - Sim é aplicável, embora não saiba dar exemplos práticos de como aplicar, acredito que o fato de trazer essa discussão sobre a abordagem CTSA já desenvolve ideias e possíveis projetos de como aplicar a abordagem, e possíveis novas práticas, é relevante pelo fato de trazer temáticas que aparentemente estão distantes para perto da nossa percepção por relacionar com coisas do cotidiano.

3 - com certeza, pois na Química se trabalha a maioria dos conceitos que são abordados no CTSA, as vezes falta um pouco de oportunidades para ter aulas práticas no sentido de pesquisa, devido ao laboratório ser algo restrito, no sentido de ser técnico, e a universidade não tem necessariamente espaço para que todos os alunos desenvolvam suas pesquisas neles, a abordagem CTSA pode ser uma ferramenta para desenvolver pesquisas mais voltadas para o ambiente da sala de aula e o desenvolvimento das relações sociais e cognitivas do estudante.

4 - Sim

5 - Seria interessante a abordagem se relacionar com o cotidiano da comunidade, abordando temáticas relevantes a comunidade, sair um pouco do campus e trazer a sociedade para perto, promover algum tipo de extensão para a comunidade,

6 - Expandir para as pessoas da comunidade, além da escola, as pessoas que não estão no cotidiano acadêmico muitas vezes não conseguem fazer o link com os conhecimentos científicos e tecnológico com seu dia a dia social. Seria interessante a abordagem ter uma linguagem mais ligada ao dia a dia, uma louça lavada, um banheiro lavado, mesmo que a pessoa não tenha noção de todo o processo químico envolvido mais saber que aquilo foi fruto de estudo, talvez seja muito difícil entender o mecanismo da reação Química em si, mas seja mais fácil compreender o dano ambiental que pode causar o descarte indevido, o mal que pode fazer para as mãos se não usado corretamente o preço e outras relações sociais com que deve ter

7 - Sim é importante, é aplicação direta do curso.

8 - Sim

9 - Acredito que pode ser utilizado em sala de aula, não tenho ideia...

10 - Gostei bastante, não foi uma abordagem chata, e de relevante para meu futuro como professora de Química. Teve um aumento na conscientização sobre essa temática e veio a acrescentar.

- PARTICIPANTE 3

1 - Entendo que CTSA como a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, todos esses conceitos interligados e vinculados. A ciência e a tecnologia caminham juntas e estão mais facilmente ligadas de forma técnica, o CTSA busca evidenciar os avanços impactos da Ciência e tecnologia para com a sociedade e o ambiente.

2 - Sim é aplicável de várias formas, palestras discussões atividades interativas, e é relevante pois por meio dela podemos perceber os impactos do que a gente vive, afinal nós somos sociedade e vivemos no ambiente, somos constantemente impactados pela ciência e pela tecnologia que consumimos.

3 - Sim um curso de licenciatura em Química é uma ciência, que se relaciona muito com tecnologia e sociedade e ambiente acho importante sim.

4 – Sim.

5 - Gostaria que abordagem as tecnologias mais usadas no cotidiano e descarte das tecnologias, pilhas um aparelho quebrado, faz parte do nosso cotidiano.

6 - Sim, precisa se adequar a realidade de cada um, precisa ser aplicado, a realidade acadêmica é diferente da realidade da comunidade é preciso saber como abordar.

7 - Sim, sobre nano tecnologia, ela possibilita diversas descobertas e atua em várias áreas, as nano particular podem resolver problemas de células cancerígenas, painéis solares.

8 – Sim.

9 - Sim, colocaria as tecnologias de descartes e meios ambientes.

10 - Sim gostei, pois é algo ligado ao cotidiano.

- PARTICIPANTE 4

1 - Entendi que é um estudo que correlaciona CTSA, e dentro termos essas interrelações já gera outros conceitos também que englobam outras coisas, elas estão inter-relacionadas porem não estão muito formalizadas, apesar de viver com elas no nosso cotidiano.

2 - Sim, são necessárias para que tenhamos um conhecimento maior mais crítico, é relevante.

3 - Sim até antes do curso de licenciatura se possível no Ensino Médio.

4 – Sim.

5 - Questão da coleta seletiva, de lixo e acumulo de lixo, fico revoltada com o ambiente, acho que não é só falta de informação, que fosse algo mais aprofundado.

6 - Palestras e levar a informação a própria comunidade, achei interessante a citação de Feynman, mostrar fazer acontecer, não só ficar preso a um conteúdo.

7 - Sim. principalmente a nanociência, achei interessante ampliar o conceito do nanopartículas, nem tinha visto o conceito de CTSA antes.

8 - Sim necessária, nas embora exista as disciplinas pedagógicas, são muito destinadas a teorias didáticas amplas, disciplinas com cálculo e teóricas que não conversam com a realidade nem nossa e nem dos alunos.

9 - Sim, pelo menos começar no ensino médio, no meu estagio a escola já aborda a relação do conteúdo com pratica mesmo sem utilizar o termo CTSA.

10 - Gostei bastante, foi bem construtivo, aumentou meu conhecimento sobre CTSA, quem nunca nem tinha ouvido falar, Gosto da temática de saúde ambiental e acho importante interligar coisas que parecem estar separados mas não estão, vou levar adiante esse conhecimento.

- PARTICIPANTE 5

1 - SIM, achei interessante, acho que deveria ter mais, após o mini curso pesquisei mais sobre CTSA e sobre nano tecnologia e vi que até a pasta de dente tem a ver com nanotecnologia fiquei fascinada.

2 - Sim, é uma coisa tão presente no nosso dia a dia que penso se fossemos devidamente orientados para ficar atento aos conceitos teríamos melhor proveito desses conhecimentos, eu não conhecia o termo CTSA, e penso que isso deveria ser repassado desde de sempre.

3 - Sim, durante os 8 semestres seria interessante os professores ou algum abordarem os conteúdos ou arte dos conteúdos de forma a se relacionar com CTSA.

4 – Sim.

5 - Eu realmente gostei muito de ser apresentada a nanociência e nanotecnologia, inclusive andei fazendo umas pesquisas depois do mini curso, com certeza escolheria essa.

6 - Temos duas hierarquias, escola particular e público, estudei nas duas e senti dificuldade, apesar do particular ter estrutura na pública eu tive mais acesso ao conhecimento aplicável e ajuda, não tenho resposta conclusiva, CTSA já é usado de forma indiretamente no ensino remoto.

7 - Sim... gostaria que fosse mais tempo.

8 - Sim, a ciência ela já se relaciona com isso,

9 - Sim, eu levaria em consideração meu plano de aula, o que os alunos tem em casa a tecnologias que eles têm acesso penso que essa relação tem mais a ver com o conteúdo o aprendizado é mais significativo

10 - Gostei do curso mas não do tempo, gostei do material, as imagens, os gráficos, as abordagens sociais,

- PARTICIPANTE 6

1 - Sim CTSA, a junção dos conceitos e a relação entre eles.

2 - Sim, considero porque além de ela participar do dia a dia em detalhes que muitas vezes não percebemos, ela importante em reflexões e desenvolvimento do futuro, apesar de limitações possíveis é um estudo relevante.

3 - Sim, e importante porque ela se relaciona com o que vemos no laboratório e nos faz pensar nas consequências com o que lidamos.

4 – Sim.

5 - Eu escolheria a questão da bioquímica em uma perspectiva CTSA.

6 - A teoria que já é ensinada, pode ser observada as possibilidades do que podemos fazer, ampliar possibilidades. Acredito que isso prende mais a atenção do aluno, quando ele vê que ele pertence ao meio de estudo, que ele é o meio, e que pode influenciar o meio de estudo. desperta curiosidade e interesse.

7 - Sim, Gostei da ordem da explicação, pois mesmo sem domínio prévio de nenhum dos assuntos consegui compreender.

8 - Sim tanto para a química compara outras ciências, e que ajude a compreender elas unidas e suas interligações.

9 - Poderia ser usado no ensino médio, acho que seguiria o conceito do minicurso, dando foco aos exemplos no cotidiano para incluí-los no processo.

10- Achei bom principalmente a ordem do que foi proposto, consegui entender mesmo sem conhecimento antes, gostei da experiencia de elaborar um plano de ensino.

- PARTICIPANTE 7

1 - Sim, entendi o conceito e importante, uma integralização do conhecimento, passar o conhecimento de forma contextualizada, na vida está tudo ligado, e o conhecimento também.

2 - Sim, não se pode ter conhecimento isolado, desenvolvimento de materiais, tem que estudar impacto leis, tem que contextualizar ver impactos consequências.

3 - Sim, principalmente por que lidamos com vários tipos de materiais em laboratório, e não só fazer soluções e aplicações mas descarte consequências.

4 – Sim.

5 - Eu gostaria de estudar novos materiais, principalmente metais.

6 - Sim, quando estudamos a “escola livre” vemos as opções, e o CTSA dar opções um leque grande para ensinar e adaptar a diversas realidades.

7 – Sim.

8 - Sim é importante para outras ciências.

9 - Sim poderia ser usada no ensino médio, eu abordaria de forma mais teórica devido a problemas de estrutura.

10 - Gostei, gostei das sugestões de notícias sites, entendi a importância de quando se estar bem embasado com esses recursos para dar aula.

- PARTICIPANTE 8

1 - Sim, compreendi, já tinha ouvido falar, mas nunca tinha estudado sobre o assunto.

2 - Sim, acho que ela é aplicável para algum público e ouro não, pessoas que vivem na agricultura não tem relevância para ela.

3 - Sim, considero importante se for para o público da graduação, pois é cobrado em provas e avaliação de mestrado então tem que se saber.

4 – Sim.

5 - Gostaria de ver a parte de semicondutores, porque é uma base interessante da aplicação da química inorgânica. revisar isso seria interessante.

6 - Através de uma democratização de ensino, tem alunos da rede pública, rede federal, particular, etc. vai e alunos com mais facilidade e com mais dificuldade, o aluno da escola particular tem uma tendencia a ter mais conteúdo, se na faculdade tiver um nivelamento o professor disponibilizar materiais, etc., aplicação do dia a dia, colocar de acordo com a realidade do aluno.

7 – Sim.

8 - Sim, normalmente o aluno não tem interesse pelo conteúdo descontextualizado, normalmente aluno de química e outras ciências gosta da pratica dos conteúdos.

9 - Sim, eu perguntaria se alguém conhece CTSA, se já tiveram acesso, aí começo a partir das indagações, gosto de colocar questões, e debate-las.

10 - Gostei, achei relevância, não temos aula disso e como tivemos algum conhecimento sobre isso é valido.

- PARTICIPANTE 9

1 - Sim, entendo que precisa e uma igualdade entre dos 4 conceitos de CTSA e não uma hierarquia.

2 - Sim, vivemos em uma sociedade que avança no sentido tecnológico e é necessária haver um equilíbrio com as necessidades da ciência da sociedade e do meio ambiente.

3 - Sim, por que a química é uma ciência e aborda temáticas ambientais, e deve ser abordado para desenvolver essa consciência.

4 – Sim.

5 - Como a tecnologia está muito avançada e pode afetar o ambiente, acredito que o ensino CTSA pode aumentar a conscientização de forma justa.

6 - Sim, é um tema que não dá pra desprezar.

7 - Sim, é importante por que a Química trabalha com o átomo, que já está ligado a ciência, e as outras ciências vão trabalhar com aparelhos que usam nanotecnologia

8 -Sim, usaria a parte teórica e prática, levaria a alguma indústria ou a algum lugar q trabalhasse com isso.

9 - Gostaria de trabalhar a relação da indústria com o meio ambiente.

10 - Minhas críticas são positivas foi algo relevante, e considero que teve um aumento na conscientização, algo que veio para somar.

ANEXO V

A abordagem CTSA considera importante a desconstrução da visão distorcida da ciência, uma visão elitista que entre outras características, não considera a influência que a vivência social do pesquisador e o período histórico em que se faz a pesquisa têm sobre o trabalho científico.

Esse anexo pretende contextualizar o período histórico em que foi realizado a pesquisa e as experiências sociais vividas pelo autor da pesquisa no mesmo período.

Tais informações serão úteis para o entendimento dessa pesquisa em uma visão ligada ao CTSA.

RETRATO HISTÓRICO E CRÍTICO DAS CONDIÇÕES EM QUE O PROCESSO DE CONCRETIZAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO FOI FEITA.

Como os relatos a serem aqui citados, trazem um retrato histórico da perspectiva de vivência do pesquisador desse trabalho, e de como os fatos vividos podem ter afetado a produção desse trabalho, exclusivamente nesse capítulo o texto estará estruturado na primeira pessoa do singular.

O presente processo de elaboração dessa dissertação iniciou no mês de março de 2020 e foi concluído no mês de dezembro de 2021. Esse período coincidiu com a pandemia da Covid-19 que assolou o mundo. Gerando terríveis consequências, dentre elas é possível citar caos econômico, as mais de 5 milhões de mortes no mundo, e mais de 600 mil mortes no Brasil, os danos psicoemocionais causados pelo amálgama das sensações de luto, medo da doença, medo da morte, medo de perder entes queridos, medo das dificuldades de sustento e manutenção das necessidades básicas devido ao caos financeiro que assola no presente momento o país.

Todos esses medos e dificuldades estiveram presentes no meu cotidiano, a cada instante da realização da pesquisa e escrita dessa dissertação. Isso acarretou numa crise de ansiedade. O tratamento para tal crise foi baseado em remédios que diminuíram de forma significativa minha capacidade de concentração.

A pandemia levou 3 amigos professores da escola em que trabalho, notícias constantes de familiares de alunos, conhecidos e amigos que estavam morrendo deixou a estrutura emocional bastante abalada.

Os estudos das disciplinas na realização do mestrado, as orientações da dissertação e todo o processo de pesquisa foi feito de forma remota. Em muitas ocasiões a conexão com a internet foi perdida. Em um período de aproximadamente 45 dias não se teve acesso a internet, por 2 vezes o computador precisou fazer manutenção. O tempo de uso da máquina usada para pesquisar, assistir as aulas do mestrado e receber orientações, foi compartilhado pela minha esposa que estava trabalhando de forma remota, isso no período de março de 2020 a junho de 2021.

No mês de abril de 2020, minha filha que na época tinha 2 anos e 11 meses foi diagnosticada com autismo, tal informação me fez refletir sobre o seguinte ponto de vista:

Apesar de ser professor há mais de 10 anos, de sempre buscar me qualificar de ter uma visão social da minha profissão e tentar agir de acordo com tal visão, eu não estaria preparado para ser professor da minha filha. Tal constatação me levou a uma busca de conhecimento sobre autismo, neurociência e educação inclusiva que virou uma das principais metas na minha vida e que pretendo futuramente interligar tais conhecimentos com a abordagem CTSA apresentada nessa dissertação.

Durante o natal de 2020 eu e minha filha fomos diagnosticados com Covid-19, não precisamos ser entubados ou ir ao hospital, mas o medo e a ansiedade se intensificaram de forma expressiva nesse período.

É fundamental salientar que durante os 22 meses em que estive produzindo essa dissertação, o Brasil estava no governo do presidente Bolsonaro. Que foi responsável por um dos governos mais desastrosos da história do país até o presente momento. Seu governo cortou verbas federais das instituições de ensino superior, boicotou o processo de vacinação da população, geriu um governo que trouxe um aumento de inflação onde preços da gasolina, da energia e dos alimentos sofreram uma alta expressiva a ponto da adaptação a um estilo de vida mais pobre se tornou necessário para inúmeras famílias.

Além disso, houveram e está havendo diversos ataques a educação por meio do presente governo federal. Desde dos já citados cortes, passando por negação de precatórios, decreto para implementação de uma educação que dê fim a inclusão de pessoas com deficiência entre vários outros.

Na posição de professor que se enxerga como um ser social, que possui uma filha autista, não poderia deixar de militar contra esses ataques mesmo que estivesse com esse trabalho em curso.

Minha esposa ficou sem o emprego em agosto de 2021, o aumento do custo das necessidades básicas fez com que a minha família se mudasse para dividir a casa com um familiar.

Meu pai foi diagnosticado com Demência, e todos os seus 4 irmãos mais velhos foram diagnosticados com Alzheimer. Há cerca de dois anos meu pai e seus irmão foram diagnosticados com TDAH. Os médicos que os acompanham afirmam que há relação entre o TDAH e o Alzheimer.

Meu tratamento se limitou ao que a cobertura do plano de saúde, ou seja, frequentei psicólogos e psiquiatras. Embora tenha tido acesso a 3 profissionais e todos admitiram a suspeita que eu possa ter TDAH assim como meu pai e meus tios. Até o presente momento não possuo diagnostico por falta de cobertura específica para isso no plano de saúde.

Mesmo com tantos entraves, a pesquisa foi feita de forma responsável, seguindo uma metodologia rígida, o apoio da família e a dedicada e competente orientação foram fundamentais para isso.

No entanto, é uma pesquisa feita por um professor datada um período histórico tenebroso. E como tal, sofre as possíveis marcas que uma pesquisa feita em um país que seu governo desrespeita professores e pesquisadores. Espero que os futuros leitores dessa dissertação estejam vivendo uma realidade melhor e de respeito a educação, a ciência, a pesquisa, e aos professores e a aos trabalhadores.