UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências
Campus de Bauru
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência

HELENA MARIA SALLA

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS PARA COMPREENSÃO DE UMA EDUCAÇÃO SISTÊMICA CIDADÃ

Bauru
2021

HELENA MARIA SALLA

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS PARA COMPREENSÃO DE UMA EDUCAÇÃO SISTÊMICA CIDADÃ

Tese apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Bauru - Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Unesp, Campus de Bauru, para obtenção do título de Doutora Educação para a Ciência, sob orientação da Profª. Drª. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Bauru
2021

Salla, Helena Maria.
Obstáculos epistemológicos na Compreensão de uma Ciência Sistêmica Cidadã / Helena Maria Salla, 2021.
150 f. : il.

Orientador: Ana Maria de Andrade Caldeira

Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências, Bauru, 2021.

1. CTS. 2. Formação Inicial. 3. Análise quantitativa. 4. Ensino de Ciências. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus de Bauru

Faculdade de Ciências

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE HELENA MARIA SALLA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DECIÊNCIAS - *CAMPUS* DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de março do ano de 2021, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de HELENA MARIA SALLA, intitulada **Obstáculos epistemológicos para a compreensão de uma Educação Sistêmica Cidadã**. A Comissão Examinadora foi constituida pelos seguintes membros: Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru (participação por videoconferência), Profa. Dra. PALOMA RODRIGUES SIEBERT (Participação Virtual) do(a) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Santarém, Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. JOAO JOSE CALUZI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, Profa. Dra. LOURDES APARECIDA DELLA JUSTINA (Participação Virtual) do(a) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

Dedico esse trabalho à Maria Leila da Silva, minha querida mãe, que sonhou com essa conquista, acompanhou cada passo dela enquanto esteve comigo e amaria contar essa vitória para todos, de parentes a desconhecidos na rua.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo o apoio e incentivo para concluir essa trajetória, meu pai Carlos Tadeu Salla e minhas irmãs e irmãos: Natália, Luiza, Carlos e Carina, todos a sua maneira contribuíram para isso.

Gostaria também de mencionar um carinho enorme pela pessoa que me incentivou a voltar para a área acadêmica e iniciar o doutorado, Patrícia Strabeli, uma das mulheres incríveis no qual eu me inspiro diariamente.

À todas as pessoas que foram cruciais na convivência e permanência em Bauru, em todos esses anos. Amigas e amigos que eu não seria capaz de citar todos sem esquecer de alguém, mas também não poderia deixar de mencionar: Manu, Dine, Duda, Amanda, Isa, Ju, Samu, Fe, Bia, Carol, Dan, Luga, Anaju, Raí, Anab, obrigada por tanto!

A todos os professores e funcionários da Pós-Graduação de Educação para a Ciência da Unesp, campus Bauru.

À minha orientadora prof.ª Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira por ter me acolhido, trocado, auxiliado e ensinado tanto nesses anos de parceria, mas, principalmente, por se preocupar sempre com a minha formação como pesquisadora, com o meu futuro.

À banca examinadora por todas as contribuições e aprendizados desde o exame de qualificação.

Ao longo de 10 anos na Unesp de Bauru tive centenas de alunas e alunos, e talvez o agradecimento mais importante seja a essas pessoas, que me transformaram enquanto professora, me ensinaram diariamente que a sala de aula é dinâmica, aceitaram ser investigadas e investigadores ao meu lado e me formaram como educadora.

À Unesp, como instituição de Ensino Superior, que me permitiu participar de diferentes organizações, vivenciar inúmeras experiências e ocupar espaços, conhecer e valorizar a sua história, propósito e acreditar na educação pública e qualidade para todas as pessoas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido.

SALLA, H M. **Obstáculos epistemológicos para compreensão de uma Educação sistêmica cidadã.** 2021. 148 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Unesp, Faculdade de Ciências, Bauru, 2021.

RESUMO

O aluno capaz de questionar os produtos do desenvolvimento Científico e Tecnológico e como esses relacionam-se entre si e afetam a Sociedade e o Ambiente é um aluno letrado cientificamente. A formação inicial de professores capazes de vencer a concepção tradicional de Ciência promovendo situações de aprendizado que resultem em alunos letrados cientificamente deverá ser uma prioridade para a agenda das instituições de Ensino Superior. O problema investigado nesta pesquisa foi entender por meio de um instrumento de coleta de dados como professores em formação inicial articulam ou não as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e seus impactos no ambiente. Caracterizou-se então como uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Qualitativa por meio da Pesquisa Bibliográfica realiza em periódicos da área para verificar como os conceitos de interesse estavam sendo investigados e abordados e auxiliar na construção das assertivas do instrumento. Quantitativa através da construção e validação de um instrumento de coleta de dados com 473 estudantes em formação inicial de Ciências. A validação do instrumento foi realizada a partir das medidas de fidedignidade (Alpha de Cronbach); correlação interna (KMO) e Esfericidade (Bartlett) e a análise dos dados a partir da teoria da Análise Multivariada: Análise dos Componentes Principais (ACP). Os cálculos foram realizados com o auxílio do software SPSS. O alpha final obtido para validação do instrumento foi 0,727. A partir da ACP foi possível identificar que os licenciandos apresentam alguns conceitos bem definidos acerca das finalidades da Educação CTS, relacionados a contextualização, inclusão de aspectos históricos e filosóficos, motivação e interesse pela aula e desenvolvimento da habilidade de tomada de decisões. Quando relacionamos a compreensão científica com outras vertentes da abordagem CTS pudemos identificar que alguns conceitos precisam ser mais bem explorados na formação de professores. O instrumento de coleta de dados configura-se como uma importante ferramenta validada para investigar a compreensão a articulação destes conceitos de alunos em formação inicial.

Palavras-chave: CTS, Formação Inicial, Análise Quantitativa, Ensino de Ciências

SALLA, H. M. Epistemological obstacles to understanding a systemic citizen education. 2021. 148 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Unesp, Faculdade de Ciências, Bauru, 2021.

ABSTRACT

The student capable of questioning the products of Scientific and Technological development and how they relate to each other and affect Society and the Environment is a scientifically literate student. The initial training of teachers capable of overcoming a traditional conception of Science by promoting emerges from learning that results in scientifically literate students being a priority on the agenda of Higher Education institutions. The problem investigated in this research was understood through a data collection instrument as teachers in initial training articulate or not the relations between Science, Technology and Society (STS) and their impacts on the environment. It was then characterized as a qualitative and quantitative research. Qualitative through Bibliographic Research it is carried out in journals in the area to verify how the concepts of interest were being investigated and included and to assist in the construction of the instrument's statements. Quantitative through the construction and validation of a data collection instrument with 473 students in initial science training. The validation of the instrument was performed based on the reliability measures (Alpha de Cronbach); internal correlation (KMO) and sphericity (Bartlett) and data analysis from the theory of Multivariate Analysis: Principal Component Analysis (PCA). The calculations were performed with the aid of the SPSS software. The final alpha established for instrument validation was 0.727. From the ACP, it was possible to identify that the undergraduate students present some well-defined concepts of the purposes of STS Education, related to contextualization, inclusion of historical and philosophical aspects, motivation and interest in the class and development of decision-making skills. When we relate understanding with other aspects of the STS approach, we can identify that some concepts should be better explored in teacher training. The data collection instrument is an important validated tool to investigate and understand the articulation of these concepts of students in initial training.

Key words: STS, Teacher training, Quantitative analysis, Science Education

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Assertivas do instrumento de coleta de dados 69
Tabela 2 – Número total de artigos encontrados nas revistas de acordo com o ano 73
Tabela 3 – Palavras-chave encontradas nos artigos. 74
Tabela 4 – Caracterização da amostra N. 87
Tabela 5 – Caracterização da amostra N. 88
Tabela 6 – Distribuição dos estudantes nas IES 88
Tabela 7 – Extração dos componentes principais do software SPSS 91
Tabela 8 – Média, mediana e porcentagem de aproveitamento das assertivas do componente principal CTS 97
Tabela 9 – Média, mediana e porcentagem de aproveitamento das assertivas do componente principal Compreensão Científica 118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Post de divulgação científica da página Nunca vi 1 cientista.....28
Figura 2 – Banner de divulgação do evento em 2020 realizado de maneira online. 37
Figura 3 – Pint of Science acontecendo em Fortaleza, foto para divulgação da edição de 2019 37
Figura 4 – Alpha extraído do Software SPSS para a análise piloto 65
Figura 5 – Variação do Alpha com exclusão de itens no teste piloto.....66
Figura 6 – Resultados dos testes de KMO e Bartlett's. Extraída do SPSS.....67
Figura 7 – Alteração do Alpha caso o item seja excluído 90
Figura 8 – Resultado do teste de KMO e Bartlett's. 91
Figura 9 – Análise dos Componentes Principais, gráfico de redução em 2 fatores 93
Figura 10 – Gráfico de rendimento por ano do curso. 95
Figura 11 – Gráfico de rendimento por curso. 96
Figura 12 – Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 11 sobre interesse e realidade social. 99
Figura 13 – Padrão de respostas dos estudantes para assertiva número 10 sobre motivação.....101
Figura 14 – Padrão de resposta dos estudantes à assertiva número 20 sobre a compreensão da subjetividade da Ciência. 103
Figura 15 – Padrão de resposta dos estudantes da assertiva número 19 sobre o compartilhamento entre sociedade e cientistas.....104
Figura 16 – Gráfico de comparação histórica extraído do relatório de CGEE 106
Figura 17 – Gráfico extraído da análise de resultados da pesquisa de PCPCT. 107
Figura 18 – Padrão de respostas dos estudantes para a participação pública em CeT. 108
Figura 19 – Resultados da pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia.. 109
Figura 20 – Resultados da pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia. 109
Figura 21 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva sobre a articulação dos conteúdos em rede.....112
Figura 22 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 6 que envolve a formação para o exercício pleno da cidadania. 113

Figura 23 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 16 sobre Cidadania e Método Científico 116
Figura 24 – Padrão de respostas dos estudantes na assertiva número 24 sobre Linguagem Científica.....119
Figura 25 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 22 sobre polissemia de termos.....120
Figura 26 – Padrão de respostas da assertiva número 1 sobre Alfabetização e Letramento 123
Figura 27 – Padrão de resposta da assertiva número 17 sobre a neutralidade da CT.. 126
Figura 28 – Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 18 sobre a Natureza da Tecnologia 127
Figura 29 – Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 12 sobre a aprendizagem contextualizada.....129
Figura 30 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva sobre contextualização e tomada de decisões. 131
Figura 31 – Padrão de respostas dos estudantes para assertiva número 8 sobre a habilidade de tomada de decisões. 132
Figura 32 – Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 9 sobre transmissão do conhecimento.....134
Figura 33 – Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 14 sobre articulação dos conteúdos.....135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CT	Ciência e Tecnologia
CGEE	Centro de gestão e estudos estratégicos
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
IES	Instituição de Ensino Superior
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
NDC	Natureza da Ciência
OMS	Organização Mundial de Saúde
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 12
Objetivos 19

CAPÍTULO 1 – CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA CIÊNCIA E A RELAÇÃO COM A TECNOLOGIA E A SOCIEDADE 20
1.1 Compreensão de Ciência e seus usos sociais 27
1.2 Compreensão Pública de Ciência e Tecnologia. 33
1.3 Crise da confiança na Ciência e a Pandemia de COVID-19 38

CAPÍTULO 2 - O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO CTS 42

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 55
3.1 Pesquisa Bibliográfica. 55
3.2 Metodologia Quantitativa 57

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS QUALITATIVOS 72

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS QUANTITATIVOS 87

CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO 97
6.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade 97
6.2 Compreensão Científica 117

CONCLUSÕES 136

REFERÊNCIAS 140

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa de Doutorado se insere na área de investigações acerca das concepções que licenciandos de Ciências, Física, Química ou Biologia apresentam da Compreensão Científica, da Ciência e da maneira como essa relaciona-se com a Tecnologia e a Sociedade.

Para compreender melhor de que maneira chegamos a esse problema de pesquisa é necessário, mesmo que de forma breve, explicar minha trajetória como professora e pesquisadora na Universidade Estadual Paulista (Unesp) do campus de Bauru, a fim de entender como essas experiências influenciaram o objeto de pesquisa que será investigado neste trabalho.

Ingressei no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Unesp de Bauru em 2009 e desde o primeiro ano da graduação participei de projetos de cunho educacional. Ao longo da graduação fui professora de Biologia e Química e coordenadora discente do projeto de extensão universitária Cursinho Ferradura, um cursinho popular pré-universitário vinculado à Pró-reitoria de Extensão da Unesp. Ao final da graduação também atuei como professora de Biologia em outros cursinhos e na rede pública municipal.

Em 2013 iniciei meu contato com o Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência através da realização de disciplinas como aluna especial e, em 2014, ingressei como discente do curso de Mestrado. A partir da minha experiência em sala de aula pude construir uma investigação acerca de problemáticas relativas ao material didático disponível para o Ensino da temática de transgênicos. Minha pesquisa intitulada Estudos CTS e transgenia: Análise de Materiais Didáticos para o Ensino Médio foi orientada pelo professor Dr. Danilo Rothberg e em 2016 eu obtive o título de mestra.

Na pesquisa de mestrado por meio da Análise de cinco coleções de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático buscou-se identificar a existência de perspectivas relevantes no âmbito dos Estudos CTS no conteúdo didático acerca de alimentos transgênicos, interpretar como as abordagens sobre produção, distribuição e consumo de alimentos transgênicos presentes nos materiais analisados podem contribuir para a formação da cidadania e sugerir, a partir da identificação de oportunidades de aperfeiçoamento do conteúdo didático dos materiais didáticos e das

contribuições da literatura especializada, aspectos a serem contemplados pelos materiais analisados a fim de proporcionar uma formação para o exercício da cidadania no contexto dos Estudos CTS. Os principais resultados obtidos mostraram que as coleções de livro analisadas apresentavam predominantemente, abordagens de benefícios acerca dos transgênicos, incluindo poucas relações do conteúdo com aspectos CTS.

Ao longo do curso de Doutorado (2017-2021) foi possível ingressar como professora bolsista ou estagiária docente na Unesp, em todos os anos que estive vinculada ao curso, e sem dúvidas, essa prática constante com alunos de formação inicial de diferentes cursos e campus me possibilitou enxergar o processo de formação de maneira distinta e desenhar, e redesenhar, os objetos de investigação desta tese de doutoramento.

Para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, no campus de Bauru, fui professora duas vezes das seguintes disciplinas: Sociologia da Educação, Fundamentos da Educação, Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências e Biologia: Sociedade, Escola e Ensino e Metodologia e Prática em Ensino de Ciências e Biologia: Sociedade, Escola e Ensino.

Ao lecionar Fundamentos da Educação foi possível revisitar linhas teóricas do desenvolvimento da Educação no Brasil além de ser minha primeira experiência como formadora de professores no Ensino Superior. Já com a disciplina de Sociologia da Educação, que lecionei para os cursos de Biologia e Educação Física, pude aprender muito sobre as questões sociais que envolvem o processo educativo e refletir sobre alguns papéis desempenhados pela escola, professor e alunos na Educação. Também foi interessante a experiência com as quatro turmas de Educação Física, pois se tratava de uma área diferente em quesitos de prática de sala de aula e da abordagem de assuntos sociais junto aos programáticos.

Os estágios são componentes curriculares de extrema relevância e a responsabilidade de orientar os alunos da graduação nessa atividade também foi muito valiosa. Fui professora dos: Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências e Biologia: Sociedade, Escola e Ensino (SEE) e Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências e Biologia: Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), sendo o último já realizado de maneira remota em um contexto de Pandemia. Especificamente nos dois semestres que lecionei o SEE, a partir da proposta do

estágio em conhecer as principais relações que o processo educativo tem com a sociedade, foram realizadas as primeiras entrevistas que incentivaram a criação do instrumento coleta de dados utilizado nesta pesquisa. Isso porque, a partir das respostas dos alunos da graduação e dos professores da rede em algumas questões, alguns padrões foram percebidos e enxergou-se a necessidade de expandir essa investigação.

Ainda no Campus de Bauru fui professora do curso de Pedagogia com a disciplina Ciências da Natureza: Conteúdos e Metodologias, também realizada no contexto de pandemia. Essa disciplina em específico e a possibilidade de trabalhar a educação científica nos anos iniciais me deixou muito animada, além de empenhada a responsabilidade de lecionar a única disciplina que os futuros pedagogos têm na grade curricular relacionada ao Ensino de Ciências.

No campus de Botucatu pude lecionar as disciplinas de Práticas pedagógicas em Biologia, para os alunos do tronco comum antes da opção entre Bacharelado ou Licenciatura e Práticas Comum Curriculares (PCC) em Tecnologia, ênfase em Biotecnologia para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Essa experiência também foi desafiadora já que os alunos do tronco comum não viam com igual relevância uma disciplina de práticas pedagógicas e o assunto do PCC era de muita familiaridade com o tema do meu mestrado.

Em 2020 e 2021, anos finais da minha trajetória no curso de Doutorado, o mundo enfrentou, e ainda enfrenta, uma crise sanitária sem precedentes. A pandemia de COVID-19 tirou milhares de vidas no Brasil e alterou o convívio social, o funcionamento da escola, entre muitos outros setores da sociedade que foram prejudicados. Na tentativa de combater a dispersão do vírus que causa a doença em questão, o isolamento social foi instaurado, agora há quase um ano, e diferentes medidas de prevenção foram sendo propagadas para a população comum, este sem dúvida é um episódio que irá alterar a maneira como a Ciência e a Sociedade comum se relacionam.

Em específico para esta pesquisa, inicialmente a proposta era aplicar o instrumento de maneira presencial para: professores em formação, formadores de professores e professores em atuação e expandir a investigação para entender se as concepções investigadas se alteravam dentre essas categorias. Contudo, em isolamento social, além das aulas serem realizadas de maneira remota, também se

optou por realizar a coleta de dados de maneira online, e assim como muitas outras pesquisas que fizeram essa alteração, atingir os alunos para responderem foi um desafio, o que felizmente teve um resultado positivo com um N superior ao que buscávamos inicialmente.

Assim, além das alterações que esta pesquisa sofreu por conta do que estava acontecendo a nível mundial no combate ao coronavírus, como trata-se de uma pesquisa na área de Ensino, também estará presente em nossa discussão e análise de dados alguns fatores relacionados a esse momento que passamos, principalmente relacionado as possíveis consequências que serão sentidas na relação entre Ciência e Sociedade: percepção pública, formação de professores, interesse público no desenvolvimento e ensino de ciências.

Ainda é cedo para inferir qual será o impacto que a pandemia irá causar na Percepção Pública de Ciência e Tecnologia (ALMEIDA, 2020) mas já é possível visualizar as dificuldades que a sociedade apresenta para interpretar e se relacionar com fatos científicos que estão sendo abordados na mídia (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020).

Uma consequência imediata desse abismo existente entre a população comum e a comunidade científica, em tempos como o que estamos vivendo, é a desconfiança que paira sobre a Ciência ou ainda, a crença em informações de cunho não científico que circulam rapidamente em um mundo digital, incitando comportamentos que podem ser perigosos e só contribuem para gerar mais impacto negativo em uma situação já problemática (DANTAS; DECCHACE-MAIA, 2020).

Nesse contexto, para esta pesquisa, a Ciência se configura como uma forma de pensar, de investigar o mundo e compreender os fenômenos, mas consciente de todas suas limitações e subjetividades, oriundas do fato de ser uma produção humana e que está submetida a constantes inovações acerca dos seus métodos internos. Assim, todas as futuras definições sobre o progresso científico e tecnológico que podem afetar direta ou indiretamente a sociedade, deverão ser submetidas às instâncias democráticas, já que essa atividade é produzida em um contexto histórico, econômico e social específico, assim como os frutos da produção tecnológica.

Historicamente, essas demandas de democratizar as decisões sobre o progresso científico e tecnológico e a reflexão sobre qual o papel da Ciência na sociedade são enfoques que resultaram no surgimento de uma área de pesquisa que

busca incluir no processo de Educação Científica uma formação mais plural, que esteja comprometida com o exercício da cidadania em uma sociedade mais justa e igualitária (SANTOS, 2011). Porém, para que o aluno em formação seja capaz de compreender as relações subjetivas envolvidas no processo de desenvolvimento da Ciência, ele deverá ser capaz de entender que a Ciência é a forma mais aceita de interpretação dos fenômenos do mundo. Ela apresenta algumas características únicas em sua natureza de construção, que devem ser mencionadas ao longo do processo de aprendizagem através da inclusão de informações históricos e questionamentos filosóficos sobre o seu desenvolvimento.

O senso comum, a interpretação não científica acerca dos fenômenos, é empírico, espontâneo, cotidiano e ensinado entre gerações como formas de interpretar eventos do dia a dia, sem uma necessária reflexão acerca dessas explicações. Esse conhecimento está conectado às experiências do indivíduo e muitas vezes se transforma em crenças. Apesar de representar muitas facetas que o conhecimento científico não valoriza, o comum é importante e representa uma base para a Ciência, é um conhecimento desarticulado que poderá influenciar a alfabetização ou letramento em Ciências por parte dos alunos, mas também pode ser utilizado como ferramenta importante nesse processo de entendimento do que é Ciência (CHASSOT, 2016).

O produto do desenvolvimento Científico e Tecnológico afeta diretamente a Sociedade e a capacidade de questionar essa produção deverá ser uma habilidade desenvolvida pelo Ensino de Ciências (SANTOS, 2011; MARTINS, 2020). No entanto, historicamente essa formação de alunos capazes de opinar sobre o desenvolvimento da Ciência e os produtos da Ciência e da Tecnologia é demasiadamente criticada e não abarcada pelos currículos e práticas escolares.

A fim de construir uma Educação em ciências que prepare os alunos para viver e interpretar um mundo tecnológico, altamente digital e com diferentes reflexões do ponto de vista social sobre o desenvolvimento do progresso científico e tecnológico (MARTINS, 2020), é fundamental que os professores em formação nas carreiras de licenciaturas sejam capazes de conduzir esse diálogo, através de propostas pedagógicas que vençam um reducionismo da interpretação da Ciência de maneira sistêmica (PRAIA; CACHAPUZ; GIL, 2002).

É urgente que o ensino de Ciências seja capaz de possibilitar ao aluno a interpretação das informações veiculadas na mídia, questionando sua validade e identificando possíveis inverdades acerca por exemplo, de informações sobre vacina dentro de um cenário de pandemia. Esse aluno, que se tornou o foco do processo de aprendizagem, será estimulado pelo professor a questionar, comunicar, argumentar e resolver problemas do ponto de vista científico (MARTINS, 2020).

Infelizmente ao avaliar a formação inicial e continuada desses profissionais (GIL-PEREZ et al 2001) identificou junto as pesquisas produzidas e a concepção sobre o trabalho científico desses professores, sete concepções deformadas que não contribuem para uma formação que não seja empírico indutivista. Essas deformações levam os professores a acreditarem e propagarem uma visão de ciência infalível, dogmática, individualista e socialmente neutra, entre outros.

Assim, a necessária inclusão de aspectos que proporcionem essa formação no currículo docente poderá ser investigada bem como a comprovação de que essa formação crítica dos professores influenciará o Ensino de Ciências de maneira orgânica. A inclusão de aspectos de Filosofia e História da Ciência nos currículos de formação docente, assim como aspectos da Natureza da Ciência, são defendidos nesse sentido.

A concepção de Ciência da Sociedade e, consequentemente o Ensino de Ciências, são influenciados por fatos históricos que implicam no desenvolvimento de uma visão equivocada sobre o seu desenvolvimento e marcada por elementos do positivismo. Alguns autores atribuem a Filosofia Positivista e a maneira como ela influenciou o sistema de Educação Brasileiro algumas consequências que são vistas até hoje no ensino de ciências (ARAUJO; CARNEIRO, 2014; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Um dos objetivos deste trabalho é investigar se o Ensino de Ciências funciona como uma ferramenta de manutenção acerca da concepção tradicional que se apresenta de Ciência, fruto desse desenvolvimento histórico. A definição do que estamos considerando como “Concepção tradicional de Ciência” será realizada no capítulo 1 da tese que também aborda a relação da Ciência e Tecnologia com a Sociedade através de pesquisas de percepção pública e aprofunda o contexto da pandemia de COVID-19.

No capítulo 2 refletimos sobre as principais consequências da apropriação do conceito de Ciência e do desenvolvimento histórico dessa concepção no Ensino de Ciências e na Educação CTS. Também apresentamos como a Tecnologia e a Ciência se relacionam e influenciam a Sociedade e o Ambiente, constituindo a área que conhecemos como Educação CTS.

O percurso metodológico que se seguiu para buscar o atingimento dos objetivos propostos é apresentado no capítulo 3, que está dividido entre a metodologia qualitativa, da pesquisa bibliográfica em revistas da área e a metodologia quantitativa para elaboração, aplicação e validação de um instrumento de coleta de dados com os licenciandos em Biologia, Ciências, Física e Química. O projeto de pesquisa foi submetido à plataforma Brasil e essa pesquisa obteve parecer positivo do Comitê de Ética, sob numeração 4.159.186.

No capítulo 4 podemos conhecer os resultados da pesquisa bibliográfica realizada anteriormente a construção do instrumento de coleta de dados, para conhecer as pesquisas realizadas em algumas revistas da área, e, como os termos de interesse desta pesquisa estavam sendo abordados pelas produções. Já os resultados quantitativos do instrumento são apresentados no capítulo 5, no qual foi cuidadosamente incluído todas as informações sobre o processo de validação e realização da análise exploratória para prosseguir com a Análise de Componentes Principais.

Seguimos para a discussão dos dados obtidos no capítulo 6, a partir da interpretação dos dados obtidos nos capítulos anteriores. A discussão das assertivas é realizada a partir do padrão de respostas dos alunos no instrumento e é apresentada a partir dos dois eixos identificados na Análise de Componentes Principais: Compreensão Científica e Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Em síntese no decorrer desse percurso de investigação delineia-se o problema foco dessa pesquisa. Trata-se de entender por meio de um instrumento de coleta de dados como professores em formação inicial articulam ou não as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e seus impactos no ambiente.

OBJETIVOS

- Realizar pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo para identificar os principais problemas descritos na literatura sobre a compreensão de Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Elaborar, aplicar e validar um instrumento de coleta de dados que permita investigar a concordância, a partir da escala likert, dos licenciandos em Ciências Naturais por meio de assertivas que articulam Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Analisar por meio do instrumento de coleta de dados e da pesquisa bibliográfica se a polissemia de termos presente na área de Ensino interfere na formação inicial do professor que possam ter reflexos ao realizarem transposições didáticas.
- Compreender se CTS é um conceito integrador na compreensão de futuros professores de Ciências Naturais.
- Investigar possíveis compreensões da natureza da ciência que possam causar obstáculos epistemológicos para esses professores impedindo uma compreensão sistêmica de Ciência e sua relação com Tecnologia e Sociedade.

CAPÍTULO 1 – Construção histórica da Ciência e a relação com a Tecnologia e a Sociedade

Ao realizar uma pesquisa de Doutorado na área de Ensino, no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, investigando as concepções dos professores em formação nos conceitos que envolvem a construção do conhecimento científico sistêmico e relacionado com a Tecnologia e a Sociedade, conceitos que foram aferidos por um instrumento de coleta de dados, é necessária a definição do que estamos considerando como Ciência para fundamentar teoricamente esta análise.

O objetivo deste capítulo é atribuir possíveis significados ao termo Ciência, a partir de uma construção histórica do conceito e relacionar Ciência, Tecnologia e a Sociedade. Também buscou-se conhecer práticas de divulgação científica e pesquisas de compreensão pública de Ciência e Tecnologia, além de contextualizar uma possível crise de confiança que a Ciência enfrente em um contexto de pandemia. O levantamento do desenvolvimento do conceito de Ciência, quando comparado às possíveis influências históricas da formação de professores para o ensino de Ciências que reproduzem concepções que a comunidade científica considera ultrapassada, e a investigação das mesmas definições por estudantes no seu processo de formação inicial, se estabelecem como o próprio problema de pesquisa apresentado, como uma outra forma de entendê-lo. Portanto, é fundamental que compreendamos diferentes definições que serão levadas em consideração do ponto de vista desse instrumento de pesquisa.

A natureza tem sido estudada desde os primórdios dos séculos para desvendar o plano de Deus em sua criação, e nos tempos modernos para ampliar o conhecimento dos fenômenos naturais. De maneira ampla, a Ciência cresce através da evolução de tradições de pesquisa (KNELLER, 1980).

Embarcada nessa investigação da Natureza do conceito de Ciência e as consequências que o entendimento empírico pode causar mais tarde à formação de professores e ao Ensino de Ciências de maneira geral, alguns autores (CHASSOT, 2016; ARAÚJO, CARNEIRO, 2014; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011) atribuem ao positivismo os méritos desse sistema de pensamento, ou melhor à Filosofia Positiva de Auguste Comte.

> Possivelmente, um dos entraves no processo ensino-aprendizagem está na visão positivista de ciência, ainda muito presente, que impõe uma racionalidade técnica que torna o professor responsável pela detenção de verdades descobertas, que transmite aos seus alunos como prontas, acabadas, inquestionáveis (SCHEID, FERRARI, DELIZOICOV, 2005, p.224).

De forma geral, a concepção de Ciência que os professores apresentam e que definiremos como tradicional e que chamaremos de Empirismo entende o conhecimento científico como aquilo que pode ser confirmado, provado por meio de evidências ou experimentos. O Empirismo deixou como herança alguns princípios presentes até hoje no imaginário da Ciência:

1. O conhecimento científico é construído através de observações imparciais;
2. Essas observações resultam em generalizações ou hipóteses que serão refutadas ou confirmadas;
3. Esses processos constituem O Método Científico (único, com letra maiúscula);
4. Esse conhecimento é acumulativo, de crescimento linear e indutivo, criando o princípio da verificabilidade;
5. Existe progresso e verdade.

Esses princípios marcaram o desenvolvimento histórico dos conceitos de Ciência e da construção do conhecimento e se apresentam para o Ensino de Ciências até os dias atuais. Essa concepção tradicional da Ciência é o produto histórico da sua credibilidade traduzida em possíveis práticas que são oriundas da sua própria natureza de desenvolvimento.

Comte (1798-1857) é conhecido como um dos principais pensadores da Filosofia Positiva definida por ele no “Curso de Filosofia Positiva” como “[...] subordinação da imaginação e da argumentação à observação” (COMTE, 1996, p. 9) e “[...] o verdadeiro estado definitivo da inteligência humana” (COMTE, 1996, p.25).

O autor reconhece nesse curso que em um ramo de conhecimentos existem três estados históricos de pensamento: teológico ou fictício, metafísico ou abstrato e o científico ou positivo, sendo o primeiro aquilo que a Filosofia Positiva quer combater, o segundo um estágio intermediário necessário ao processo de transição e o último sua própria teoria (COMTE, 1996).

Para defender a necessária implantação de sua Filosofia, Comte aprofunda as principais características de cada estado do pensamento. Ele reconhece a importância do estado Teológico para o início das interpretações acerca dos fenômenos, que ao se deparar com a investigação do universo acaba atribuindo a agentes sobrenaturais as explicações da natureza. Esse estado “[...] é o ponto de partida necessário da inteligência humana” (COMTE, 1996, p.22).

Já o estado fixo e definitivo do pensamento, o positivo ou científico é definido como o “espírito humano” ou “[...] uso bem combinado de raciocínio e observação” (COMTE, 1996, p.22) servindo o estado metafísico apenas de transição entre o primeiro e o positivo.

Oliveira (2010) entende que o contexto histórico que cercou a época do desenvolvimento da teoria de Comte é fator chave para compreender sua filosofia. A industrialização pós-revolução Francesa e a permanência da influência da igreja na organização social impunham ao velho continente o desafio de “[...] criar uma nova maneira de pensar, uma nova racionalidade adequada a esse novo modo de vida marcadamente industrial, capitalista e urbano” (OLIVEIRA, 2010, p.3).

Para Comte era inconcebível que a sociedade não tivesse percebido as evoluções que ocorriam em seu tempo. “A sociedade estava entrando na era do industrialismo e do cientificismo, mas ainda pensava escolasticamente” (OLIVEIRA, 2010, p.5). Para vencer esse atraso sua teoria, a quem ele mesmo não atribuía o mérito, seria uma solução apresentada a esse problema.

No início a principal reforma necessária no sistema educativo seria incluir a Educação Científica como forma de expandir uma educação majoritariamente teológica, introduzindo também a relação entre a teoria e sua prática. Isso porque, a educação ofertada naquele momento era “[...] sustentada por princípios teológicos, cujos conteúdos principais envolviam as humanidades” (SOUZA, 2020, p.32) e “[...] não permitia o pleno desenvolvimento do pensamento centrando-se no estado teológico e/ou metafísico” (SOUZA, 2020, p.32).

Comte entendia que as Ciências se classificavam naturalmente em cinco grupos: Astronomia, Física, Química, Fisiologia e Física Social.

> Essa classificação positivista das ciências obedece a um critério originado em Descartes no qual a ordem natural das coisas obedece a um sentido de ir do simples ao complexo, por isso as leis do sistema celeste, que é inorgânico, portanto menos complexas, são mais facilmente observadas e, portanto,

> ocupam naturalmente o primeiro lugar na classificação. (OLIVEIRA, 2010, p.6)

Comte se dedicou a explicar a Filosofia Positiva inicialmente no “Curso de Filosofia Positiva” e devido a fatores conhecidos de sua vida pessoal outras obras foram escritas onde foi possível se aprofundar em diferentes partes de sua teoria. Oliveira (2010, p.7) sintetiza as principais características do pensamento de Comte:

> a) a Lei dos três estados que consiste na passagem evolutiva do conhecimento humano universal por três estágios distintos; o Teológico, o Metafísico e o Positivo.
> b) os atributos do conhecimento positivo que são a realidade, a utilidade, a certeza, a precisão, a organização e a relatividade.
> c) uma classificação das ciências que parte dos fenômenos mais simples e gerais em direção aos mais complexos e específicos (a matemática, a astronomia, a física, a química, a biologia e a sociologia).
> d) a reforma da sociedade que deveria ser primeiramente intelectual, posteriormente moral e por fim política. É nessa reforma que Comte inclui a Religião da Humanidade formulada no Catecismo Positivista.

Após conhecer alguns importantes pontos da origem do movimento que conhecemos como Positivismo, é necessário entender como esse movimento se desenvolveu no Brasil e influenciou o nosso sistema educativo. Resumidamente, a entrada do movimento no Brasil é atribuída a acadêmicos que conheceram a teoria em instituições da Europa e trouxeram por meio das universidades para o Brasil (OLIVEIRA,2010).

Com a sua progressão ao longo do início do período de República, o positivismo esteve presente e influenciou a estruturação de políticas públicas para a Educação personificado por profissionais de Engenharia e, em especial pelo nome de Benjamin Constant (OLIVEIRA, 2010; SOUZA, 2020). Até hoje no Rio de Janeiro existe uma igreja positivista no bairro da Glória e em nossa bandeira levamos até este momento o lema: Ordem e Progresso.

O positivismo não só influenciou o Ensino de Ciências que hoje ainda carrega consequências das propostas de progresso colocadas no século XIX, mas também tem sua origem calçada na argumentação científica como princípio. Assim, é compreensível que seu desenvolvimento tenha perpetuado e influenciado de tal maneira na organização do pensamento científico em âmbito escolar. A valorização do científico e do progresso não representam um problema isolado, mas é necessário expandir o

recorte incluindo a sociedade, a história da humanidade e as possíveis consequências desse progresso.

Avançando um pouco no tempo, em relação ao desenvolvimento da Filosofia Positiva de Comte, para o final do século XIX, Gaston Bachelard (1884 - 1962), um filósofo da Ciência, escreve sobre a mesma e como sua construção passa a ser questionada nesse momento histórico. O Empirismo, exemplificado aqui pelo método científico, passa a ser questionável, não só pela filosofia, mas baseado em descobertas no final do século XIX que colocam o método científico em xeque.

Bachelard entende que a formação do espírito científico é um obstáculo epistemológico e que esse é fruto do conhecimento comum que o aluno já apresenta (BACHELARD, 1947). Bem resumidamente, a Ciência é a construção que se faz a partir da observação primeira, sendo o pensamento pré-científico já existente, uma limitação nesse processo. Assim, “[...] sem dúvida, seria mais simples não ensinar senão o resultado. Mais o ensino dos resultados da ciência não é jamais um ensino científico. Se não se explicita a linha de produção espiritual que conduziu ao resultado” (BACHELARD, 1947, p.234, tradução nossa).

A partir dessa retomada histórica sobre as definições de Ciência e dos pensadores que se debruçavam em entender o seu processo de desenvolvimento interno, também é importante visualizar como esse conceito evoluiu ao longo dos tempos e, se, essa evolução altera sua natureza de pensamento além, é claro, se influência de alguma maneira o Ensino de Ciências.

Para Kuhn, em sua obra: A Estrutura das Revoluções Científicas publicada pela primeira vez em 1962, a Ciência evoluiu por meio de revoluções científicas que alteram os grandes paradigmas. Segundo o autor o objetivo desse ensaio foi “[...] esboçar um conceito de ciência bastante diverso que pode emergir dos registros históricos da própria atividade de pesquisa” (KUHN, 2017, p.59-60).

É necessário aqui se familiarizar com o conceito de “ciência normal”, usado na teoria de Kuhn. A ciência normal é

> [...] a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior (KUHN, 2017, p.71).

Para o autor “[...] a transição sucessiva de um paradigma a outro, por meio de uma revolução, é o padrão usual de desenvolvimento da ciência amadurecida” (KUHN, 2017, p.74) e "[...] o estudo dos paradigmas [...] é o que prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde” (KUHN, 2017, p.72).

Chalmers (2015) ao apresentar sua leitura acerca dos paradigmas de Kuhn entende que a progressão da Ciência pode ser resumida no seguinte processo: “[...] pré-ciência – ciência normal – crise-revolução – nova ciência normal – nova crise” (CHALMERS, 2015, p.123). E essa organização favorece a própria estrutura, já que “[...] a atividade desorganizada e diversa que precede a formação da ciência torna-se eventualmente estruturada e dirigida quando a comunidade científica atém-se a um único paradigma” (CHALMERS, 2015, p.123).

Um importante ponto de reflexão é a dificuldade de identificar no paradigma vigente, lacunas que não sejam explicadas por suas teorias, já que a ciência normal é apresentada nos manuais e entendida como o produto final e imutável de explicação de determinados fenômenos. (KUHN, 2017) O estudo da natureza do conhecimento científico é defendido justamente a partir do entendimento da natureza da ciência normal.

Kuhn também menciona a relação que a Ciência e a Tecnologia apresentam dentro da sua teoria de revoluções. “A tecnologia desempenhou muitas vezes um papel vital no surgimento de novas ciências, já que os ofícios são uma fonte facilmente acessível de fatos que não poderiam ter sido descobertos casualmente” (KUHN, 2000, p.35-36).

Além do papel desempenhado para o surgimento de novas ciências também é difícil distinguir as principais diferenças entre a Ciência e a Tecnologia já que ambas trazem progresso (KUHN, 2017). É interessante que Kuhn já menciona a relação da tecnologia com a Ciência e atualmente é difícil distinguir o que é produto da produção científica e o que é técnica, relação que será posteriormente explorada no instrumento desta pesquisa.

Na ciência que é estudada e praticada desde a Modernidade, caso os dados observacionais não corroborem com o modelo, ou mesmo o refutem, esse será descartado por não condizer com os fatos, ao longo do desenvolvimento de experimentos e observações. Isso ocorre já que a interpretação desses dados é feita

a partir da ciência normal vigente, e será necessária uma grande crise para haver uma revolução (KUHN, 2017). No entanto, ainda, a pesquisa pode, em certos casos, levar ao desenvolvimento de novas teorias.

Ainda assim, para a epistemologia e a Filosofia da Ciência, o debate proposto é frutífero e necessário na construção do argumento científico e da relativização dos fatos científicos. Não obstante o debate epistemológico em torno da obtenção dos dados científicos e das formas pelas quais a ciência avança – se pelo método indutivo, como defendiam os positivistas lógicos –, o desenvolvimento de teorias científicas prescinde de dados observacionais ou experimentais.

Nesse contexto, a importante obra de Chalmers, “O que é Ciência Afinal”, publicada a primeira vez em 1939, traz no título a pergunta aqui investigada, que Chalmers com as próprias palavras define como “[...] enganosa e arrogante [...]” (p.210) já que não existe uma única definição que seja capaz de abarcar tantas formas e áreas de conhecimento.

> Não sei como se poderia estabelecer ou defender uma caracterização tão geral da Ciência. Os filósofos não têm recursos que os habilitem a legislar a respeitos dos critérios que precisam ser satisfeitos para que uma área do conhecimento seja considerada aceitável ou “científica”. Cada área do conhecimento pode ser analisada por aquilo que é. (CHALMERS, 2015, p.210)

Para introduzir as definições mais recentes acerca de Ciência na área de interesse deste trabalho, também podemos introduzir a definição de Chassot:

> A ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. Compreendermos essa linguagem (da ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português) é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza. (CHASSOT, 2002, p.91).

Outra conhecida definição, presente no código de boas práticas científicas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), de autoria de Santos (2011), ciência é

> [...] todo corpo racionalmente sistematizado e justificado de conhecimentos, obtido por meio do emprego metódico da observação, experimentação e raciocínio. Essa definição ampla aplica-se às chamadas Ciências Exatas, Naturais e Humanas, bem como às disciplinas tecnológicas e àquelas

> ordinariamente incluídas entre as chamadas Humanidades (SANTOS, 2011, p.1).

Diferentes significados, de autorias e propósitos distintos poderiam nortear uma definição do que é Ciência e quais os limites para credibilizar ou não algum conhecimento com o selo científico. Chalmers propõem nesse sentido que cada área de conhecimento seja analisada diante de suas próprias características e Chassot confirma essa interpretação mais humana do que conhecemos e construímos como Ciência. Já a definição do código de boas práticas da FAPESP nos possibilita identificar uma definição mais prática do que consideramos Ciência, no contexto da fundação, na atualidade.

As relações que a sociedade poderá fazer com essas práticas e definições são exploradas a seguir.

1.1 Compreensão de Ciência e seus usos sociais

Voltando para os dias atuais é comum quando se busca trazer alguma credibilidade para os fatos, incluir o termo que este é cientificamente comprovado e subtende-se que há certeza, objetividade e confiabilidade naquele fato, atribuído por ser fruto da Ciência. Isso ocorre como estratégia de *marketing* para venda ou até na tentativa de credibilizar algum conhecimento de senso comum classificado como pseudociência ou não Ciência.

Fourez (1995) acrescenta que a palavra Ciência pode trazer um significado de que o assunto em questão é inquestionável, está pronto e devido a sua cientificidade passa a impressão de que não há por que pensar nesse assunto mais. Isso ocorre, pois, “[...] a noção que se tem da ciência será ligada, graças a uma linguagem elaborada, a outros conceitos, tais como a felicidade dos humanos, o progresso, a verdade, etc” (FOUREZ, 1995, p.21).

Essa consideração pela Ciência nos tempos modernos pode ser fruto de uma aparente “[...] crença amplamente aceita de que há algo de especial a respeito da ciência e de seus métodos” (CHALMERS, 2015, p.16) e diferentes iniciativas de divulgação científica trabalham para desmistificar algumas dessas credibilidades erroneamente atribuídas a Ciência.

Gostaria de destacar uma em especial, a página “Nunca vi 1 cientista” que acontece nas redes sociais, iniciada utilizando o a plataforma *Facebook* desde 2018 e promovida por diferentes cientistas de áreas de pesquisa diversas de universidades como USP, UNESP e UNICAMP. A página tem um quadro postado sempre às quartas-feiras que chama “Às quartas desmistificamos propagandas apelativas”. Para exemplificar segue a postagem realizada no dia 17 de abril de 2019 sobre a utilização de termos como DNA em embalagens de *shampoo.*

Figura 1 - Post de divulgação científica da página Nunca vi 1 cientista.

Fonte: Nunca vi um cientista (2019, s/n).

A proposta de uma marca ao incluir um termo relacionado à Ciência ou ainda o selo que a eficácia do produto é “comprovada cientificamente” é trazer um sentimento de confiança do consumidor. E talvez exista um processo científico no desenvolvimento daquele produto, mas por vezes, a população que não é letrada cientificamente não consegue distinguir boas práticas de propagandas apelativas.

Ainda sobre a credibilidade da atividade científica,

> A alta estima pela ciência não está restrita à vida cotidiana e à mídia popular. É evidente no mundo escolar e acadêmico e em todas as partes da indústria do conhecimento. Muitas áreas de estudo são descritas como ciência por seus defensores, presumivelmente num esforço para demonstrar que os métodos usados são tão firmemente embasados e tão potencialmente frutíferos quanto os de uma ciência tradicional como a física (CHALMERS, 2015, p.16).

As relações do progresso Científico e tecnológico atingem a sociedade de diferentes maneiras, e historicamente, a visibilidade para alguns ângulos dessa discussão foram aparecendo conforme a necessidade se fazia presente. Assim sendo "[...] a crença no progresso material a ser alcançado pelo crescimento econômico e tecnológico como fim em si mesmo não considerou as conseqüências para a sociedade, a natureza e o próprio ser humano" (BEHRENS; OLIARI, 2007, p.60).

Diferentes visões sobre o universo e a implicação do desenvolvimento científico e tecnológico surgiram e, de maneira metacognitiva, algumas contribuições também incluem outras "[...] várias ciências que podem colaborar para a reconstrução do conhecimento e para a superação da visão fragmentada e reducionista do universo" (BEHRENS; OLIARI, 2007, p.62)

No entanto, estas contribuições se alteram de maneira dinâmica e, segundo Praia, Cachapuz e Gil (2002) é necessário enxergar que essas teorias não são intemporais. "A comunidade científica flutua entre épocas em que há consensos (num determinado domínio) e épocas em que tal não existe mostrando, pois, que as teorias são as nossas melhores explicações sobre o mundo num determinado tempo" (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p. 131).

A comunidade científica é construída a partir da vivência de observadores e, portanto, altera-se também a partir das possíveis alterações desses olhares. "A evolução da humanidade é contínua e dinâmica, assim modificam-se os valores, as crenças, os conceitos e as ideias acerca da realidade" (BEHRENS; OLIARI, 2007, p. 54).

Aprofundando-se na observação, importante etapa na construção do Método Científico e do Empirismo, anteriormente debatido, podemos voltar à construção da Filosofia Positiva de Comte que afirma que "[...] toda teoria positiva deve necessariamente fundar-se em observações" (COMTE, 1996, p.24), mas que essa observação realizada sem a interpretação de acordo com alguma teoria previamente

levantada não colabora com o resultado científico. Entendemos assim que é já discutido o papel de quem observa, em sua subjetividade de interpretação.

> [...] é igualmente perceptível, de outro lado, que, para entregar-se à observação, nosso espírito precisa de uma teoria qualquer. Se, contemplando os fenômenos, não os vinculássemos de imediato a algum princípio, não apenas nos seria impossível combinar essas observações isoladas e, por conseguinte, tirar daí algum fruto, mas seríamos inteiramente incapazes de retê-los; no mais das vezes, os fatos passariam despercebidos aos nossos olhos. (COMTE, 1996, p.24)

Assim, buscando trazer significados à observação, Fourez (1995) discute o "[...] pressuposto que se diz com frequência que a observação deve ser fiel à realidade, e que, ao descrever uma observação, só se relata aquilo que existe" (p.39). O autor reflete se a anteriormente citada subjetividade da observação pode ser também analisada a partir do ponto da "atividade do sujeito" já que a ciência busca, para ser objetiva e livre de influências, apagar do processo de observar o sujeito empírico que observa ou ainda, apagar do processo de construção da ciência, quaisquer possibilidades de questionamento acerca da verdade posta sob observação efetuada.

> [...] a observação não depende somente de um dado, mas de uma atividade do "sujeito". [...] Como observar é sempre construir e estruturar, pode-se dizer que a observação é a atividade do sujeito ou subjetiva (mas não no sentido corrente da palavra, que acabamos de recordar). É subjetiva no sentido de que observar é organizar a nossa visão segundo regras que são sociais e ligadas à historicidade de uma cultura. (FOUREZ, 1995, p.50)

Para o autor (FOUREZ, 1995, p. 40-41) "[...] uma observação é uma interpretação: é integrar uma certa visão na representação teoria que fazemos da realidade" e dentro desse processo de interpretar o que se observa fazendo luz a algum conjunto de teorias "[...] todas as proposições empíricas dependem de uma rede de hipóteses interpretativas da experiência".

Esse desenvolvimento no papel que o observador e a experiência têm na Ciência, além das diferentes definições que foram sendo atribuídas com a evolução histórica deste importante conceito trazem consequências que são sentidas até hoje na escola e na formação dos professores, sendo uma dessas consequências a confiança que o progresso científico conquista quando não é atribuído ao processo da Ciência a possibilidade de interpretações.

De maneira geral, a crença que esse desenvolvimento científico e tecnológico apresentaria resultados imediatos ao crescimento econômico e que este progresso traria mais benefícios materiais do que problemáticas “[...] não considerou as conseqüências para a sociedade, a natureza e o próprio ser humano” (BEHRENS; OLIARI, 2007, p.60).

Assim, é necessário implementar reflexões que questionem essa movimentação de progresso linear e desenfreado, no qual outras formas de contribuição podem ser resultantes dele, como “[...] as contribuições de várias ciências que podem colaborar para a reconstrução do conhecimento e para a superação da visão fragmentada e reducionista do universo” (BEHRENS; OLIARI, 2007, p.62).

Logo, o sistema educativo de um país que busca sucesso econômico no mundo globalizado deverá levar em consideração as demandas dos indivíduos e da sociedade. “Os países desenvolvidos dos tempos modernos precisam que seus sistemas educacionais produzam cientistas e tecnólogos qualificados, que serão os pesquisadores de amanhã” (RODEN; WARD, 2010, p.14).

A Inglaterra é um modelo conhecido de democracia participativa e as autoras Roden e Ward (2010) buscaram compreender o abismo existente entre os cientistas e a população em geral. “Consequentemente, no século XIX, e como ainda pode ser evidenciado atualmente, esses dois grupos às vezes não compartilham de um vocabulário comum e têm dificuldade para se comunicar” (RODEN; WARD, 2010, p.17).

Essa comunicação é fundamental para o desenvolvimento do país, e está ligada a compreensão que a população apresenta sobre ciência já que

> [...] em uma sociedade democrática, existe uma relação muito próxima entre o desenvolvimento do pensamento governamental e o nível de entendimento dos cidadãos em relação à ciência. A opinião pública pode ser bastante influente em determinar as políticas governamentais (RODEN; WARD, 2010, p.17).

Obviamente, que participação pública efetiva na elaboração de políticas públicas só acontecerá em países nos quais está população está ligada às decisões sobre Ciência e Tecnologia e consegue influenciar na tomada de decisões e no desenho dessas políticas públicas a partir da tomada de decisões individual e da organização de grupos locais que participam ativamente de instâncias democráticas.

Alguns exemplos abordados pelas autoras (RODEN; WARD, 2010) são questões ambientais, fontes de energia, utilização de células tronco na medicina, sementes geneticamente modificadas, vacinas, entre outras. No entanto, o volume de informações e qualidade das fontes pode dificultar o trabalho desse cidadão.

Nesse cenário de crescimento científico e tecnológico, com a iminente e necessária participação da sociedade sobre as decisões de desenvolvimento de CT, o processo educativo de formação de profissionais de educação capazes de construir práticas pedagógicas que sejam condizentes com estes objetivos, se torna cada vez mais necessário.

A evolução da sociedade em busca de mais conhecimento e tecnologia é uma realidade dos últimos séculos, e nesse trajeto, os procedimentos e caminhos para a obtenção desse avanço vão ficando cada vez menos comuns e restritos a países que possuem maior investimento na área ou em determinadas classes sociais. Certamente, a necessária participação pública nas decisões acerca da produção em Ciência e Tecnologia (CT) coloca em debate a capacidade de alfabetizar e letrar crianças que, em vida adulta, sejam capazes de se posicionar e participar ativamente dessas decisões.

As discussões acerca da filosofia e da epistemologia da Ciência ainda se apresentam descoladas da formação de professores e do Ensino de Ciências, sendo este último prejudicado pela permanência de obstáculos para vencer o Empirismo e obter um aprendizado significado de uma Ciência, sistêmica e cidadã. Esse descolamento é no sentido de afastamento já que as disciplinas do currículo que são pedagógicas, geralmente são minoria na grade de formação inicial e, não existe um esforço em relacionar as chamadas áreas duras com práticas de reflexão sobre o processo de construção de Ciência. Academicamente o resultado dessa formação inicial e de outras peculiaridades da Educação Brasileira, como estrutura, qualidade do material didático, etc, podem ser aferidas através de avaliações que mapeiam o resultado de diferentes objetivos para cada faixa etária, por exemplo o PISA que avalia o Letramento em Ciência para jovens com 15 anos. Já para conhecer o entendimento de Ciência e Tecnologia na população como um todo, fora de idade escolar, são realizadas outras iniciativas.

Uma maneira de aferir o entendimento da população sobre o que é Ciência e quem faz Ciência, ou verificar do resultado da alfabetização ou letramento em Ciência

e Tecnologia e, ainda, a forma como a divulgação científica está efetivamente atingindo a população é realizar pesquisas que procuram aprofundar essa análise, chamadas de pesquisas de compreensão pública de Ciência e Tecnologia.

1.2 Compreensão Pública de Ciência e Tecnologia

Na década de 90, foi registrado por Durant (1999), que o movimento que buscava uma maior percepção pública da ciência, engenharia e tecnologia, teve seu crescimento como resposta a uma crise de confiança da sociedade na ciência e no cientista. Essa preocupação foi resultado de um abismo formado entre a ciência e o resto da sociedade nos anos 1980. Para o autor, o público é um pouco desiludido com a ciência e a tecnologia e os ideais de igualdade entre esse público e os cientistas precisam ser desenvolvidos em uma democracia deliberativa (DURANT, 1999).

Em 2006, Guivant apontou que no Brasil, a percepção pública de ciência pode ser considerada “[...] como um não problema” (GUIVANT, 2006, p. 82), já que o número de pesquisas na área é reduzido. A autora analisou as pesquisas de percepção pública sobre os transgênicos e comparou com outros países, defendendo o argumento central de carência de dados sobre a opinião pública dos brasileiros diante desse tema.

As pesquisas acerca dos transgênicos, nos EUA e na Europa seguiram dois caminhos amplamente demarcados: estudar as representações sociais da população sobre a ciência e realizar pesquisas de consumo voltadas ao mercado.

> No contexto europeu, a partir do início dos anos 70, as autoridades de Bruxelas começaram a encomendar os Eurobarómetros, surveys realizados no mesmo período, com o mesmo questionário, aplicados nos países da UE. Também diversas pesquisas têm sido realizadas na Europa, entre os anos 80 e 90, sobre o tema geral da ciência e da técnica (GUIVANT, p. 88).

Os autores Lima, Neves e Dagnino (2008) em seu artigo para compreender como a popularização da ciência poderia entrar na agenda pública do Brasil defendem que isso ocorre quando o governo considera o tema em questão como um problema público e o transforma em uma política pública. A promoção de políticas de popularização da ciência será estratégica para impulsionar a inclusão social, já que “[...] a crescente influência da C&T em diferentes dimensões da vida moderna torna

cada vez mais indispensável o entendimento das questões científico-tecnológicas para o exercício da cidadania" (LIMA, NEVES e DAGNINO, 2008, p.1).

Entender essa influência que a Ciência e a Tecnologia poderão exercer sobre a população além de aferir a capacidade de compreensão sobre as decisões tomadas a nível governamental são alguns dos objetivos de pesquisas de percepção social da Ciência e Tecnologia. "Conhecer as atitudes e as opiniões das pessoas sobre C&T e suas implicações econômicas, políticas ou éticas é atualmente importante para a formulação e a avaliação de políticas públicas" (CASTELFRANCHI et al, 2013, p. 1164).

Contudo, é apontada uma controvérsia relevante acerca das dificuldades em aplicar medidas concretas para a popularização da ciência e da tecnologia. A simples exposição do público aos benefícios do desenvolvimento científico e tecnológico dificilmente irá aumentar a sua compreensão de ciência e tecnologia (LIMA, NEVES e DAGNINO, 2008).

No Brasil, desde 2001, a FAPESP desenvolve o programa de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação com o objetivo de apresentar dados que representem a relação atual entre as tendências da atividade científica e tecnológica e os esforços e resultados nacionais e internacionais. Os indicadores foram publicados a partir de pesquisas realizadas nos anos: 2001, 2004 e 2010.

O contexto internacional e nacional da criação dos indicadores de ciência, tecnologia e inovação é que após a 2ª guerra mundial a supremacia dos países vitoriosos se deu a partir do investimento e consequente domínio das tecnologias e da ciência. Em países desenvolvidos "[...] surgiam atenção e preocupação crescentes, entre cientistas, educadores e políticos, sobre o papel da C&T na sociedade e sobre a difusão e a aceitação da cultura científica pelos cidadãos" (CASTELFRANCHI et al, 2013, p. 1164). Isso ocorria já que,

> [...] de um lado, o papel bélico crucial do conhecimento científico e das tecnologias (o radar, o submarino, a criptografia, a computação) e, de outro, o impacto público causado pelos massacres das bombas de Hiroshima e Nagasaki forçaram cientistas e políticos a repensar criticamente o papel e a imagem pública da ciência (BRETANI e CRUZ (coords.) 2011, p.12-8).

Nos Estados Unidos, em 1950 é criada a National Science Foundation (NSF) impulsionando os debates sobre o desenvolvimento da ciência, suas implicações éticas e sociais e o surgimento de programas que visam a popularização de massa,

com o objetivo de aumentar o apoio da população ao desenvolvimento científico. No Brasil, em 1951 é criado o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que em 1987 irá realizar a primeira pesquisa de percepção pública de ciência em nível nacional. Mais tarde, em 1992, no contexto histórico da recepção da conferência internacional ECO-92 no Rio de Janeiro, o CNPq juntamente com o Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) realizaram uma pesquisa a nível nacional para identificar as percepções e os valores dos brasileiros acerca da ecologia (BRENTANI e CRUZ (coords.), 2011).

Há décadas, já é comum a inclusão de diretrizes com o objetivo de estimular o engajamento dos cidadãos em assuntos que envolvam ciência e tecnologia em países de todo o mundo, principalmente na Europa, América do Norte e Ásia, a partir da mensuração da cultura científica de determinada região (BRENTANI e CRUZ (coords.), 2011). Os indicadores são dessa maneira, uma ferramenta importante

> [...] para a tomada de decisões públicas em sociedades democráticas, no sentido tanto de incentivar a comunicação da ciência quanto de desenvolver sistemas para a participação de diferentes atores em questões ligadas a ciência e tecnologia (como a aprovação ou não de pesquisas com células-tronco, o investimento em pesquisas nucleares, em transgênicos, entre outros) (BRENTANI e CRUZ (coords.), 2011, p. 12-7).

Além da pesquisa de Indicadores realizada pela FAPESP, a nível federal a última pesquisa de percepção pública de Ciência e Tecnologia havia sido realizada em 2015 (outras edições em 1987, 2006, 2010). Em 2019 o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) realizaram a quinta edição da análise no Brasil, com 2.200 pessoas acima de 16 anos participando (BRASIL, 2019). Alguns resultados dessa pesquisa serão utilizados neste trabalho para análise.

Para a população, de maneira geral, além do contato que é estabelecido pelo processo de alfabetização e letramento científico nos anos escolares, e caso essa pessoa não siga uma carreira que de alguma maneira se relaciona com o tema em questão, o contato com os produtos da Ciência e da Tecnologia podem diminuir drasticamente se a população não tiver acesso a centros de Ciência, práticas ou políticas de divulgação científica.

Diferentes organizações são tradicionalmente responsáveis por aproximar a população da produção da Ciência e Tecnologia como, museus, zoológicos, centros

de ciência, eventos como a Semana de C e T e reportagens em geral em jornais e revistas. Na pesquisa de percepção pública realizada pelo CGEE em 2019, 39% dos participantes declarou não ter interesse em frequentar tais espaços e outros respondentes afirmam que a falta de acesso a tais espaços é o obstáculo (BRASIL, 2019).

> Grande parte dos brasileiros não visita ou participa de atividades em espaços de C&T. Os locais mais visitados foram jardim zoológico, jardim botânico ou parque ambiental, biblioteca e feira de ciências, enquanto os menos frequentados foram planetário, museu de arte, museus de ciência e tecnologia e semana nacional de ciência e tecnologia. (BRASIL, 2019, p.15)

Interessante prática de divulgação da Ciência produzida para fora dos institutos e universidades é o evento *"Pint of Science".* Este, foi criado em 2013 e realizado no Brasil a partir de 2015 e tem como objetivo "falar sobre ciência por meio de temas de impacto midiático para pessoas de diversas idades, diferentes níveis de escolaridade e distintos acessos a bens de consumo e culturais" (SANTOS, PALMIERI, SILVEIRA, 2020, p.1).

O Pint of Science foi criado

> [...] a partir de um evento organizado por dois pesquisadores do campo das ciências médicas, que levaram pacientes diagnosticados com doenças como Alzheimer, Parkinson e esclerose para conhecer laboratórios de pesquisa responsáveis por colaborar com estudos para o avanço do tratamento dessas enfermidades. Após um resultado de sucesso, a ideia foi ampliar essa ação, com o principal objetivo de comunicar as pesquisas realizadas em universidades e institutos renomados em locais descontraídos, de maneira divertida, fascinante e inspiradora. Os locais escolhidos foram bares e restaurantes. SANTOS, PALMIERI, SILVEIRA, 2020, p.3-4)

No Brasil, o evento em 2020 ocorreu de maneira online em setembro, mas em outros anos já havia se difundido por 85 cidades nas cinco regiões do país.

Figura 2 - Banner de divulgação do evento em 2020 realizado de maneira online.

Fonte: Pint of Science Festival (2020, s/n).

Figura 3 - Pint of Science acontecendo em Fortaleza, foto para divulgação da edição de 2019.

Fonte**:** G1 (2019, s/n).

A pandemia do COVID-19 fez com que o interesse pela Ciência e algumas partes de seu processo interno aumentassem, principalmente voltado ao funcionamento de Vírus e desenvolvimento de vacinas que ficaram muito em alta. Outros assuntos como o financiamento em centros de pesquisa e a participação das universidades na pesquisa do Brasil também entraram em foco.

1.3 Crise da confiança na Ciência e a Pandemia de COVID-19

Em 2020 a humanidade passou por um momento único de foco na Ciência (que ainda não acabou), mas também de desvalorização e quase confusão do que é científico e de como podemos confiar na ciência. Soma-se a pandemia do COVID-19, as redes sociais que foram protagonistas na divulgação de informações sobre diversos assuntos que envolvem a comunidade científica, trabalho de cientistas, papel das universidades nessas pesquisas e investimento público em ciência. Os profissionais envolvidos com esse contexto ganharam “[...] visibilidade talvez sem precedentes, tanto pela gravidade e dimensão global da pandemia quanto pela disseminação e popularização dos meios de comunicação” (ALMEIDA, 2020, p.5).

A pandemia em questão é causada por um vírus “[...] o SARS-CoV-2, o chamado novo coronavírus, que, em interação com o ser humano, gera a Covid-19” (ALMEIDA; SANTOS, 2020, p.57). Essa doença resulta em um quadro clínico diverso que compreende desde pessoas que não apresentam sintomas até mortes resultantes de graves problemas respiratórios (ALMEIDA; SANTOS, 2020). Essa pandemia é um grande desafio, graças à sua amplitude e disseminação, à “[...] manutenção da saúde humana global” (DANTAS; DECCHACE-MAIA, 2020, p.3).

Desde 14 de março quando a disseminação do COVID-19 foi declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma pandemia, muitos veículos de comunicação começaram a tratar de diferentes assuntos de interesse da comunidade científica: desde a diferenciação do que é endemia, epidemia e pandemia, aos princípios básicos do funcionamento de um Vírus, resposta do sistema imunológico a exposição de patógenos e os processos de fabricação de vacinas.

Esses assuntos, por vezes abordados de maneira científica, foram noticiados e consumidos pela população pois se tornaram protagonistas no mundo todo para o combate da doença. Além da dificuldade da população de compreender alguns processos da produção científica também é sabido que a Ciência está evidenciada e “[...] temos visto que aspectos científicos do problema têm sido amplamente expostos nas mídias, como o da não existência de vacina para imunização e nem de medicamentos de extensa aceitação médica para inibição da ação do vírus” (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020, p.1).

Além da popularização de termos e processos, alguns problemas surgiram a partir disso como “[...]fortes implicações socioeconômicas das orientações da OMS, governos de muitos países se mostraram, inicialmente, resistentes a elas” (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020, p.2) exemplificado pelo caso dos Estados Unidos e do Brasil. “Nestes países, a adoção das recomendações científicas têm sido tratadas como sendo inconvenientes aos seus projetos de poder político, que abre uma ameaça à credibilidade científica” (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020, p.2).

Essa visibilidade da comunidade científica ocorreu, pois, “[...] a ciência e os cientistas passam a desempenhar o papel de protagonistas, já que todos esperam encontrar um medicamento eficiente, bem como desejam que eles façam uma vacina eficaz e segura” (ALMEIDA; SANTOS, 2020, p.57). Consequentemente, a divulgação científica, o aprendizado de Ciências nas escolas e o entendimento de como a Ciência poderá afetar a sociedade de maneira geral sofreram e sofrerão mais mudanças.

Durante os meses que se seguiram, em muitos momentos, a Ciência e o conhecimento que é cientificamente comprovado foi questionado, confundido e principalmente tido como uma forma de crença que se equipara a opções políticas e religiosas, talvez influenciadas pelo não conhecimento das pessoas dos processos internos que configuram a construção desse conhecimento científico.

Por isso, é urgente que o ensino de ciências aborde os processos de construção do conhecimento científico e aproxime as crianças de uma abordagem científica de qualidade para que eles possam questionar as informações cada vez mais vinculadas pela mídia, e principalmente, no momento que estamos vivendo, uma crise sanitária sem precedentes, que os alunos sejam capazes de questionar as ações tomadas a nível governamental e individual para o combate à doença e o respeito a vida.

Na contramão de envolver a população nas decisões que são tomadas no combate à COVID-19, “[...] a falta de transparência por trás de decisões e a enxurrada de notícias falsas que circulam durante a pandemia podem ter impacto bastante negativo na percepção pública da ciência, e gerar, sim, desconfiança” (ALMEIDA, 2020, p.13). E, mais ainda, além da desconfiança, as chamadas “[...] fake news podem, ainda, levar ao exagero de certas reações que induzem ao acúmulo de mercadorias e muitas vezes até ações mais perigosas como desenvolver um

comportamento de risco e espalhar inadvertidamente o vírus” (DANTAS; DECCHACE-MAIA, 2020, p.3).

Conhecer o processo de construção do que é científico não significa necessariamente não questionar as medidas tomadas pela comunidade, ou ainda, não deixar de acreditar que a ciência irá vencer essa briga em prol da continuidade de nossa espécie,

> [...] mas mesmo aqueles que valorizam os dados e as evidências científicas estão ávidos por respostas rápidas e definitivas e, infelizmente, a ciência é incapaz de oferecer isso no momento. A quantidade enorme de fatos novos e inconclusivos apresentados pelos especialistas a cada dia é algo com que muita gente tem dificuldade de lidar, sobretudo se esses dados se atualizam ou se contradizem com o passar do tempo, o que é comum ocorrer quando conhecimento novo está sendo produzido. E diante de tantas incertezas e lacunas, fica muito difícil tomar decisões as mais cotidianas. Por exemplo, quem decidiu respeitar o isolamento e sair apenas quando estritamente necessário tem uma série de dúvidas legítimas sobre o uso da máscara, sobre a distância correta que deve manter dos outros e sobre lavar ou não toda a roupa na volta. E mesmo se for muito hábil na busca por informações, não encontrará uma resposta definitiva para essas perguntas, de modo que, mesmo valorizando a ciência, pode ter uma experiência bastante frustrante com ela. (ALMEIDA, 2020, p.12)

Esses fatos aproximaram a sociedade comum dos processos de construção da Ciência e isso só evidenciou a maneira como existia um abismo entre os métodos de produção reais da natureza do conhecimento científico e o que a sociedade entender por ciência. Esse “[...] fenômeno do abalo da credibilidade científica, que acabou se configurando como um problema complexo de compreensão da e sobre ciência” e também uma oportunidade para reflexão “[...] sobre a desestabilização da ideia, historicamente cristalizada, de que a ciência produz conhecimento, predominantemente, com vistas ao interesse público” (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020, p.3).

Concluímos assim que, nesse ano de 2020, vivenciamos a necessidade da compreensão pública de Ciência e seu papel na resolução de problemas de saúde. O ambiente da pandemia de um lado, foi propício para identificar o papel da Ciência na investigação do Coronavírus, a tecnologia no desenvolvimento de vacinas e seus impactos na sociedade e no ambiente.

Por outro lado, surgiram negacionistas que ideologizaram a pandemia e causaram riscos à saúde daqueles que minimamente não compreendem um ciclo viral ou a importância das vacinas.

Trata-se, pois, de uma observação da realidade que aponta para a urgência de pesquisas e metodologias na vertente CTS para melhorar esse ambiente de compreensão do papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade atual e influenciar suas atitudes e escolhas. Assim, amplia-se “[...] a consciência de que estamos todos imersos numa mesma realidade complexa, os cientistas, os filósofos e sociólogos das ciências, os jornalistas, os professores de ciência, os pesquisadores em educação científica, a população etc.” (CARVALHO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2020, p.4).

É necessário aproximar a sociedade da Ciência para combater a desinformação e diminuir a existência de conteúdos espalhados com esse teor anticientífico. Para atingir esse objetivo podemos utilizar “[...] atividades de Divulgação Científica, cujo propósito é estender o acesso aos conhecimentos científicos produzidos, estimulando o senso crítico e a Alfabetização Científica do público em geral” (DANTAS; DECCHACE-MAIA, 2020, p.3).

Já que “[...] ainda está cedo para entender qual será o impacto da epidemia na percepção pública da ciência” (ALMEIDA, 2020, p.14) decidimos incluir o contexto deste trabalho de análise da concepção de professores em formação sobre Ciência e a área de estudos CTS. Ainda é cedo para avaliar as consequências dessa crise sanitária que não chegou ao fim e “[...] é difícil fazer boas previsões sobre o comportamento futuro da sociedade no meio de uma crise como esta, sem precedentes” (ALMEIDA, 2020, p.14).

CAPÍTULO 2 - O Ensino de Ciências e a Educação CTS

A formação de cidadãos aptos a refletir sobre o avanço da Ciência e da Tecnologia, as implicações que poderá causar na Sociedade e no Ambiente de maneira crítica poderá ocorrer através da formação de alunos que tenham uma concepção menos distorcida do que é Ciência. (SILVA, 2012) “Aceitar a ciência como ‘verdade absoluta’ e como o único conhecimento verdadeiro, é mergulhar numa perspectiva reducionista, uma vez que a ciência não é uma fonte soberana de um conhecimento inquestionável” (SILVA, 2012, p.36).

O objetivo deste capítulo é refletir como a compreensão tradicional do conceito de Ciência, definida no capítulo 1, além da Tecnologia e da Sociedade podem vir a influenciar o Ensino de Ciências. Também buscamos compreender de que maneira surgiu e se desenvolveu a área de Estudos CTS e qual a relação da formação de professores que reconhecem os Estudos CTS e a compreensão sistêmica de Ciência no processo de letramento científico e tecnológico de sociedades democráticas.

A Educação CTS e a cultura científica e tecnológica se configuram como essenciais para a participação cidadã informada e responsável e para o crescimento e manutenção de sociedades democráticas. Estes objetivos poderão ser alcançados através de um Ensino de Ciências que está alinhado através de sua organização didática para o desenvolvimento de tais competências. Ao considerar o Ensino de Ciências para vida, Santos (2011) traz importantes questionamentos.

> Ao se pensar em ciências para todos vem a pergunta: para que todos precisam saber de ciencia? Para tomarem decisões sobre CT no cotidiano? Para agirem no seu dia a dia como se fossem cientistas? Ao se propor ciencia para a vida, surgem questões polêmicas com interpretações diferenciadas, como, por exemplo: o uso de transgênicos seria ciencia para a vida? Ao se propor ciencia para a cidadania, podemos indagar se essa ciencia seria para participação em uma sociedade democrática ou para simplesmente o uso de novas tecnologias? (SANTOS, 2011, p.37)

Ao citar alguns dos principais problemas ambientais do mundo, ou ainda consequências do desenvolvimento tecnológico, catástrofes naturais que independem do controle humano ou ainda são consequências desse desenvolvimento desenfreado e uma ameaça à vida, infelizmente não é consenso a causa desses problemas e, mais do que isso, quais medidas poderiam ser tomadas pelos poderes públicos para solucioná-los (MARTINS, 2020).

Segundo Martins (2020) muitos já foram os esforços da educação em ciências nas últimas décadas para tentar solucionar alguns destes problemas, apesar de serem questões que permanecem na pesquisa e no cotidiano escolar, existem progressos que já foram alcançados.

Historicamente é buscando resolver algumas dessas demandas que surge o movimento CTS, “[...] no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental e de reflexão sobre o papel da ciência na sociedade” (SANTOS, 2011, p.21) que também sofreu alterações e evoluiu ao longo dos últimos 50 anos, já que este também é influenciado pelo contexto sócio-histórico. (SANTOS, 2011)

A corrida pelo desenvolvimento de tecnologias travada entre os EUA e a União Soviética e o Lançamento do Sputnik, em 1957, pela última foi o que impactou de maneira direta o foco nas ciências (MARTINS, 2020). “Era preciso renovar o ensino das ciências e captar mais jovens para a C&T. Esta foi a aposta seguida por decisores políticos norte-americanos apoiados por investigadores” (MARTINS, 2020, p.17).

Também é nesse período que começam a aparecer nos documentos oficiais e nas pesquisas sobre educação uma demanda sobre questionar essa prática obsoleta de desenvolvimento desenfreado.

> A meta de cidadania plena de liberdades e direitos da humanidade, passa a ser fortemente defendida a partir das consequências das atrocidades da Segunda Guerra Mundial e com a publicação da Declaração Universal dos Direitos Humanos em 1948 (SCHNEIDER, 2015, p.25).

A urgência em alfabetizar em Ciência e Tecnologia (C&T) pós 2ª guerra mundial e a influência desse desenvolvimento nas sociedades modernas e nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos é abordado por Chaves (2005). O autor aponta a necessidade em valorizar um ensino de Ciências de qualidade em um país como o Brasil, que apesar de ser mundialmente reconhecido por suas belezas naturais, também poderá construir uma educação científica de qualidade. Preparando o alto contingente de jovens em idade escolar para não só se interessarem por carreiras científicas, mas também serem responsáveis pela criação e conviverem de maneira crítica com a Ciência e a Tecnologia. Isso é fundamental para a manutenção de uma relação saudável entre os setores mencionados, já que “[...] em todo o mundo, cresce a consciência de que se toda a população não tiver alguma formação científica a própria democracia pode ficar ameaçada” (CHAVES, 2005, p.57).

Para Santos (2011) o movimento CTS surge a partir da necessidade de discutir as consequências do desenvolvimento da C e T, como um movimento social que irá influenciar a educação científica voltada para a formação em cidadania. O movimento assume algumas responsabilidades dentro do cenário educativo como a formação de valores e a tomada de decisão. Assim, teve grande projeção no desenvolvimento de propostas e projetos de formação e se consolidou como área de pesquisa.

Apesar dos diferentes enfoques resultantes do seu desenvolvimento, os trabalhos e produções em educação apresentam um eixo comum dos objetivos, para que a educação científica "[...] esteja comprometida com a formação da cidadania para uma sociedade justa e igualitária" (SANTOS, 2011, p.21). Os argumentos em defesa dessa educação científica apresentam diferentes finalidades e focos. "Os propósitos que têm sido atribuídos variam desde a popularização científica até a defesa da formação especializada de cientistas" (SANTOS, 2011, p.22).

Ainda em 1999, Auler e Delizoicov, realizaram uma pesquisa com professores de ciências a fim de investigar quais eram suas concepções sobre as interações CTS e "[...] três mitos foram particularmente examinados: *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista da CT* e o *determinismo tecnológico*" (AULER; DELIZOICOV, 2001, p.123) e para os autores, o problema central é a visão de neutralidade sobre o desenvolvimento de Ciência e Tecnologia.

> Ter como pano de fundo a neutralidade ou a não neutralidade da CT, leva a encaminhamentos muito diferenciados em relação ao ensino de ciências. Concebendo CT como neutras, derivando dessa concepção os referidos mitos, pode-se, facilmente, cair em reducionismos relativamente a Alfabetização Científico-Tecnológica (AULER; DELIZOICOV, 1999, p.123-124).

Esse reducionismo em alfabetizar em Ciência e Tecnologia de maneira neutra poder ser tentador já que ambas "[...] são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, de modo a tornar a vida mais fácil" (AULER; DELIZOICOV, 1999, p.125). Porém isso não ocorre deixando "[...] intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam" (AULER; DELIZOICOV, 1999, p.125).

Santos (2011) aponta que, a partir de um levantamento das pesquisas realizadas no âmbito CTS nos últimos anos, a década de 2000 a 2009 apresenta uma

queda quando comparada a imediatamente anterior. Uma possível explicação para isso é que “[...] certamente novos slogans têm surgido para a educação científica” (SANTOS, 2011, p.25) como por exemplo, letramento científico funcional e Questões Sócio Científicas.

Para a compreensão de alguns significados que estão sendo atribuídos a educação científica com enfoque CTS é necessário dizer que “[...] os estudos de CTS no ensino de ciências surgiram claramente no contexto de discussões sobre o papel e implicações da ciência na sociedade” (SANTOS, 2011, p.28), mas depois, os mesmos foram ampliados abraçando novos conceitos e definições.

Também é importante diferenciar nesse momento que dentro do movimento CTS, existem possibilidades de visões que enxergam as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade de maneira diferente, com relações mais reducionistas “[...] com enfoque CTS reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido” (SANTOS, 2011, p.30), ou ainda visões mais críticas que “[...] caracterizou o surgimento desse movimento vai em direção oposta de reprodução do modelo vigente, procurando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento” (SANTOS, 2011, p.30). Essa distinção também foi encontrada pelos autores Domiciano e Lorenzetti (2020) ao investigarem as concepções que os formadores de professores têm acerca da área de Estudos CTS.

Santos (2011) finaliza sua reflexão sobre o assunto defendendo que apesar da sigla CTS ser usada e compreendida, é urgente entender quais os objetivos dessa utilização, ressignificar os significados do CTS. “Ressignificar, então, o movimento CTS é um passo importante no resgate dos seus objetivos primordiais de crítica à visão de neutralidade científica, descompromissada com seu papel social” (SANTOS, 2011, p.38).

Essa ressignificação poderá ser justificada a partir da avaliação do resultado que a formação inicial vem obtendo no tocante às questões que abordam os Estudos CTS e a eminente confusão que é realizada pelos professores acerca dos conceitos e dos estudantes em formação inicial acerca dos termos e de disciplinas que não abordam a temática, ou ainda, que não estão presentes na grade.

Para que os professores não propaguem uma imagem deformada da construção do conhecimento científico é necessário que a formação inicial não proporcione o desenvolvimento ou permanência de uma concepção empírico

indutivista. A fim de conhecer possíveis deformações do trabalho científico Gil-Perez et al (2001) desenvolveram uma pesquisa com professores em formação inicial e continuada, comparando suas concepções com as pesquisas da área, objetivando indicar uma definição que se aproxime mais da imagem correta acerca do trabalho científico.

Os autores (GIL-PEREZ et al, 2001) enquadraram as deformações encontradas em sete categorias que podem ser resumidas como: neutralidade da observação e experimentação construindo uma concepção empírico indutivista e ateórica, visão infalível do método científico que é exato e rígido, visão aproblemática e ahistórica, exclusivamente analítica, individualista e elitizada, visão de crescimento linear e de maneira acumulativa sem a existência de erros e uma visão socialmente neutra.

> As concepções dos docentes sobre a ciência seriam, pois, expressões dessa visão comum que os professores de ciências aceitariam implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados – retórica de conclusões. Isso não só secundariza as características essenciais do trabalho científico, mas também contribui para reforçar algumas visões deformadas, como o suposto carácter "exato" (logo dogmático) da ciência, ou a visão aproblemática etc. Desse modo, a imagem da ciência que os professores (e muitos cientistas) possuem diferencia-se pouco, ou melhor, não suficientemente, das que podem ser expressas por qualquer cidadão (GIL-PEREZ, 2001, p.135).

Um dos objetivos apresentados nesta pesquisa é o de investigar como essa eminente confusão de conceitos interfere na concepção que alunos em formação inicial têm acerca da Ciência e dos Estudos CTS, movimento este que através do seu desenvolvimento já realizou essa reflexão sobre os aspectos da Sociologia da Ciência, introduzindo também neste debate as discussões da Filosofia da Ciência.

O modo como um professor ensina Ciências vai além do seu conhecimento bruto sobre os conceitos científicos e o domínio da técnica. Este modo está intimamente ligado a concepção que esse professor apresenta de Ciência, e consequentemente a sua maneira de pensar. Por isso, é necessário que essas questões epistemológicas, históricas e sociológicas sejam aprofundadas na formação inicial desses professores, ampliando as possibilidades de realizar um ensino mais significativo, contextualizado e que amplie as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (BEDIN et al, 2019).

Fatos mais recentes da história acentuaram a responsabilidade social e necessidade de uma formação mais humana para os alunos em Ciência. Alguns exemplos são “O lançamento das bombas atómicas de Hiroshima e Nagasaki, 1945, e desastres químicos e biológicos de grande repercussão em populações totalmente indefesas” (MARTINS, 2020, p.19). Assim, principalmente na Europa e na América do Norte, esse questionamento sobre a compreensão das múltiplas relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade passaram a ocupar papéis centrais nos questionamentos da comunidade científica (MARTINS, 2020).

Se considerarmos que “[...] a ciência é uma atividade humana e, por isso, os valores da ciência são valores humanos: questionamento, pensamento livre, comunicação aberta e tolerância” (MARTINS, 2020, p.19) incluir essas discussões no currículo se torna uma escolha política educativa.

Aprender e ensinar Ciências são tarefas árduas e que requerem muita preparação por parte dos professores e isso independe do nível de ensino que estivermos abordando. “Tão-pouco se pense que tal preparação é apenas necessária para anos de escolaridade mais avançados” (MARTINS, 2020, p.15-16). Esse preparo e atenção ao ensino requer uma orientação didática a dimensão que maior influência poderá ter na construção de competências a alcançar pelos alunos. (MARTINS, 2020)

Segundo Martins (2020) o foco da aprendizagem se tornou o aluno, que ocupa espaço central nessa equação, é necessário que o ensino de Ciências possibilite a esses alunos “Saber ser questionador, crítico, reflexivo, criativo, comunicador, argumentativo, flexível perante a mudança, culto do ponto de vista científico para a sua idade, saber resolver problemas” (MARTINS, 2020, p.17)

Porém, nem sempre essa foi uma disciplina incluída na grade escolar, e nem tampouco obteve essa finalidade de desenvolvimento de habilidades. Sabe-se que após a segunda guerra mundial se generalizou a inclusão das ciências na escolarização (MARTINS, 2020) e “[...] antes disso, aprender ciências destinava-se a quem queria seguir estudos universitários em ciências” (MARTINS, 2020, p.17).

Bedin et al (2019) desenvolveram um importante trabalho nessa área buscando investigar quais são as concepções de alunos licenciandos em Química sobre a abordagem CTS como promotora de Alfabetização Científica. Nessa pesquisa foi realizada a seguinte pergunta aos alunos “De que forma a abordagem CTS pode ser uma facilitadora da alfabetização científica?” (BEDIN et al, 2019, p.4).

Os resultados foram apresentados e analisados em três dimensões: “Compreensão sobre a abordagem CTS no Ensino”, “Relação CTS e Alfabetização Científica” e “Relações com a prática docente”. Foi possível identificar que “[...] as compreensões dos estudantes são ainda inconsistentes, uma vez que apresentam lacunas teóricas e epistemológicas” (BEDIN et al, 2019, p.10) sendo a inclusão de aspectos CTS citados como forma “[...] alternativa de contextualizar ou como forma de motivar” (BEDIN et al, 2019, p.11).

Esses recentes resultados confirmam que é necessário repensar a relação dos aspectos sociais no currículo para entender as potencialidades de sua utilização dentro do Ensino de Ciências. Compreender a evolução e saber questionar o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia é suficiente? Quais devem ser os objetivos dessa educação científica no contexto de um mundo globalizado? Qual o papel do conhecimento técnico e do conhecimento social nesse contexto?

De maneira geral “[...] assumem muitos autores que a educação em ciências deve preparar os estudantes para enfrentarem o mundo socio-tecnológico em mudança, onde valores sociais e éticos são relevantes” (MARTINS, 2020, p.18). Esses temas “[...] inseridos em contextos reais, sociais, dando, assim, sentido funcional aos conceitos canónicos. Tal não significa que se aligeiram os conceitos, mas advoga-se a conveniência de mostrar a importância social da C&T” (MARTINS, 2020, p.18).

Os principais motivos para ensinar Ciências durante a alfabetização dos jovens foram destacados por Martins (2020):

> [...] o conhecimento científico faz parte do património cultural da humanidade; a formação em contexto escolar deve incorporar princípios, leis e conhecimento factual relevante na história da ciência; o conhecimento científico capacita os indivíduos para melhor saberem compreender o mundo que os cerca; melhor saberem tomar decisões sobre situações-problema de dimensão científico-tecnológica (p.15-16).

Grande parte destes se aproximam dos objetivos da educação CTS que “[...] tornou-se um quadro referencial para autores de currículos, de programas, de estratégias e de recursos didáticos” (MARTINS, 2020, p.22) a partir da inclusão de “[...] abordagens didáticas devem ser contextualizadas, contrapondo a ciência como forma de interpretar o mundo a outras formas de conhecimento ou de pensamento” (MARTINS, 2020, p.20).

O desafio de construir uma educação que forme alunos capazes de lidar com questões sociais, científicas e tecnológicas não será contemplado apenas com a construção de programas e currículos que tenham esses aspectos. Precisa-se de professores que estejam motivados e sejam capazes de fazer essa construção já que sabemos: “[...] há décadas, que os professores são o motor principal de qualquer ação de melhoria da educação e que a sua atividade se repercute diretamente na qualidade do ensino e das aprendizagens” (MARTINS, 2020, p.26).

Ao comparar o modelo de educação brasileira e as demandas apresentadas pelas mais recentes pesquisas, é possível afirmar que o conhecimento científico, tecnológico e matemático, mas principalmente suas demandas sociais e políticas, foram reconhecidos como exigências para os indivíduos e a sua vida contemporânea (SCHNEIDER, 2015). “Nesse contexto, as reformas curriculares têm incorporado a necessidade de uma alfabetização científica e técnica que repense o ensino de ciências” (SCHNEIDER, 2015, p.27).

Alguns pontos de consenso foram apresentados por Gil-Perez et al (2001) para tentar vencer as concepções deformadas que os professores e alunos podem eventualmente apresentar sobre o trabalho científico. São elas: reconhecer que existe pluralismo metodológico na construção das ciências, abordar que a interpretação dos dados é sempre feita a luz de alguma teoria, de algum referencial teórico e por isso o dado não é puro, reconhecer o papel do pensamento divergente na investigação, identificar que a ciência é construído buscando ser coerente de maneira global, estabelecendo teorias que poderão ser aplicadas em diferentes contextos e, por último, compreender as relações entre o desenvolvimento científico e a sociedade.

A estrutura dos currículos e das propostas didáticas se mostraram ultrapassadas já que as concepções de Ciência são “[...] incoerentes e desajustadas, nomeadamente, de natureza empirista e indutivista que se afastam claramente das que a literatura contemporânea considera fundamentais a propósito da produção científica e do que significa hoje a ideia de ciência” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p.129). Essa ideia de Ciência, que não incorporou as discussões da Filosofia da Ciência realizadas no século XX, influencia o Ensino de Ciências a permanecer positivista. Essas discussões estão presentes na formação de professores? O Ensino de Ciências é crítico e questiona o próprio desenvolvimento científico?

A formação em Ciências, que em suma é feita de maneira simplificada, enfoca uma visão autoritária de Ciência quando não apresenta elementos referentes ao seu desenvolvimento e produção. (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002). Reforça “[...] uma ideia de ciência finalizada, como retórica de conclusões, não se evidenciando a complexidade da sua construção antes reforçando-se uma visão autoritária da ciência” ao invés de “[...] um questionamento contínuo, de dúvida, em face da forma final do produto final apresentado” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p.134).

Os autores supramencionados afirmam que “[...] prevalece a imagem de ciência como retórica de conclusões”. Essa ideia construída pelo fixismo de apresentar a atividade científica como o produto da sua produção “[...] sem a necessária compreensão de como se lá chegou, dos processos e dos contextos” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p.134).

É comum que os materiais didáticos, currículos, formação dos professores, tudo corrobore para essa ideia fixa de Ciência, contribuindo para um ciclo vicioso, que apesar das pesquisas indicarem essas problemáticas e existirem alguns esforços individuais, mantém essa concepção viva no imaginário dos alunos e professores.

As pesquisas apontam em específico que o Ensino de Ciências precisa rejeitar a proposta de ensinar que a observação é o ponto de partida do método científico já que a “[...] observação científica é, pois, uma ferramenta usada pelos investigadores e que se reveste de características diferentes das observações usadas no quotidiano” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p. 135).

A abordagem teórica e prática do professor será influenciada pelo paradigma que este acredita e, quando conservador, “[...] a experiência do aluno não conta e dificilmente são proporcionadas atividades que envolvam a criação” (BEHNERS; OLLARI, 2007, p.60).

Já é sabido que

> A prática pedagógica tradicional leva o aluno a caracterizar-se como um ser subserviente, obediente e destituído de qualquer forma de expressão. O aluno é reduzido ao espaço de sua carteira, silenciando sua fala, impedido de expressar suas idéias. A ação docente concentra-se em criar mecanismos que levem a reproduzir o conhecimento historicamente acumulado e repassado como verdade absoluta. (BEHNERS; OLLARI, 2007, p. 60)

Os prejuízos oriundos dessa não reflexão sobre qual a Ciência se está estudando são enormes. Behners e Ollari (2007, p.65) afirmam que é necessário “[...]

recuperar o equilíbrio entre a intuição e a razão” e construir uma educação que “[...] leve à produção de conhecimento autônomo, crítico e reflexivo e a construção de uma sociedade mais justa, igualitária, fraterna e solidária”.

Analisando alguns documentos oficiais, como a definição trazida pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) sobre o ensino de Ciências, definições essas que podem acrescentar para essa discussão acerca das concepções de Ciência e Tecnologia, já que são documentos norteadores da Educação.

Para a BNCC, a área de Ciências da Natureza é configurada como

> [...] compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. (BRASIL, 2015, p.321)

Já o PISA entende que

> Letramento Científico é definido como a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências para explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar investigações científicas e interpretar dados e evidências cientificamente. (OECD, 2013, p.22)

Para atingir esses objetivos propostos pelos documentos oficiais para o Ensino de Ciências e para a formação de alunos letrados cientificamente, muitos autores defendem a inclusão de aspectos relativos à Natureza do Conhecimento Científico e aspectos de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências escolar e na formação dos professores.

A inclusão de Filosofia nos currículos de formação docente e de educação básica, para os autores Rufatto e Carneiro (2011) ainda não é consenso e muitas vezes para os professores de Ciências, o conteúdo é “[...] abstrato, um emaranhado de discussões teóricas de importância duvidosa, com um impacto irrelevante na área científica” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p.30). Para os professores, é fundamental conhecer os aspectos históricos da disciplina que irá

ensinar, já que assim eles poderão identificar e antecipar os possíveis locais onde os alunos encontrarão obstáculos. (CASTRO, 2016)

A visão de Ciência é influenciada por eventos históricos que implicam no desenvolvimento de uma visão equivocada e marcada por elementos do positivismo. Assim, nos séculos XIX e XX, foi possível identificar como resultado histórico desse processo “[...] o aparecimento de posicionamentos de valorização dos procedimentos, metodologia e linguagem da Ciência e de condução da investigação filosófica para os temas e problemas abordados pela Ciência” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p.31).

Quando olhamos para a inclusão da História da Ciência no Ensino de Ciências um exemplo clássico é o “Harvard Project Physics (HPP) que incluía grande quantidade de informação histórica para o Ensino de Física” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p.39) que ao ser comparado com o resultado do teste “Physical Science Study Committee (PSSC), que tinha ênfase no conteúdo aplicado e matemático do curso de física” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p.39), avaliou o interesse em Ciências e a compreensão do método científico.

Trabalhos semelhantes foram produzidos na área de História e Filosofia da Ciência (BASTOS, 1998; BATISTA, 2007; EL HANI, 2007) considerando os benefícios da inclusão desses itens nos currículos de formação docente - melhorar aprendizagem dos conceitos, humanização da Ciência e características do seu desenvolvimento como a Natureza da Ciência (NDC), aulas mais motivadoras, desafiadoras e reflexivas, entre outros benefícios.

Como tendências póstumas a esse reconhecimento, mais trabalhos foram produzidos na área e se observou a inclusão de alguns preceitos sobre História e Filosofia da Ciência em documentos educacionais oficiais. “A relevância [...] é cada vez mais bem compreendida, já originando esforços por buscas de pontos convergentes [...] presença cada vez mais significativa e estruturada nas propostas curriculares de vários países” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p. 45).

Ao investigar os principais trabalhos que relacionam a concepção de Ciência dos professores com a sua prática educativa, os autores Ruffatto e Carneiro (2011) destacam uma tese de Doutorado (CUNHA, 1999) que ao “[...] investigar o problema de mudança conceitual dos professores, acabou por apresentar um panorama interessante a respeito de como os professores de Ciências entendem o fazer Ciência” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p. 46).

Os resultados foram apresentados em dois principais grupos de pesquisas, os que confirmavam a influência da Concepção na prática docente e os que entendiam que outros fatores eram mais relevantes que a interpretação do professor sobre o que é Ciência. Todavia, os autores supramencionados enfocam as consequências de tais concepções “[...] que guardam relações diretas com a imagem de Ciência que o professor transmite ao aluno” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p. 47-48).

De maneira geral, apesar das diferentes contribuições dos trabalhos apresentados, o perfil mais encontrado dos professores ainda é uma concepção empírico - indutivista, que apresenta um grande reflexo do positivismo retomando o debate apresentado no Capítulo 1.

Dessa maneira essas reflexões são fundamentais para a área de ensino de Ciência já que “[...] tudo isso tem consequências que vão além do ambiente da escola, na medida em que as Filosofias da Ciência adotadas implicam em teorias do conhecimento que podem ter repercussão mais amplas” (RUFATTO; CARNEIRO, 2011, p. 50).

A autora Castro (2016) apresenta argumentos a favor da inclusão de aspectos históricos e filosóficos no Ensino de Ciências. Esses benefícios podem ser compreendidos através da própria natureza do conhecimento científico, que é gerado quando “[...] ocorre uma mudança metodológica que associa a riqueza e a criatividade do pensamento divergente ao rigor da contrastação de hipóteses e evidencia as características da atividade científica” (CASTRO, 2016, p.38).

> A abordagem histórica parece tornar os conteúdos mais interessantes para o estudante ao revelar a possibilidade de uma discussão crítica sobre o papel e o poder da Ciência, aproximando e relacionando o conteúdo científico e o de outras atividades humanas (CASTRO, 2016, p.38-39)

A apresentação dos conteúdos com linguagem acessível, com habilidades cognitivas mais próximas da capacidade dos estudantes vai contribuir para “[...] transformar o discurso científico frio, dissertativo, impessoal e estático, como ele é quando é apresentado como um produto acabado” (CASTRO, 2016, p.39) e assim “[...] a abordagem histórica funciona como uma tradução do discurso hermético e formal da Ciência, num discurso passível de investigação” (CASTRO, 2016, p.40).

As concepções que os estudantes apresentam pode ser um obstáculo epistemológico ao desenvolvimento do conhecimento científico. Já a ação docente é

orientada pelas concepções epistêmicas que uma pessoa apresenta sobre ciências. A relação entre a questão teórica e prática poderá ser investigada, sendo a epistemologia o eixo teórico.

Assim a “[...] epistemologia está necessariamente implícita em qualquer currículo de ciências” e seu domínio irá ajudar “[...] os professores a melhorarem as suas próprias concepções de ciência e à fundamentação da sua acção pedagógico - didáctica” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p.128).

Esse conhecimento epistêmico “[...] torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e orientação a dar às suas aulas e dá um significado mais claro e credível as suas propostas” A comunidade científica em Educação para a Ciência reconhece a “[...] existência de relações entre a epistemologia e o ensino e aprendizagem das ciências faz parte de uma espécie de consenso” (PRAIA; CACHAPUZ; GIL; 2002, p. 128).

Assim, se o conhecimento epistemológico sobre a compreensão do que é Ciência pode contribuir para a formação dos professores e de práticas pedagógicas mais fundamentadas, podemos considerar que a ausência dele se configura como um possível obstáculo à compreensão sistêmica da Ciência e das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho se configura como uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa. Qualitativa a partir da utilização do método de Pesquisa Bibliográfica para investigar a produção científica de determinados assuntos em algumas revistas da área e quantitativa já que se realizou a elaboração, aplicação e validação estatística de um instrumento de coleta de dados, uma análise exploratória fatorial e por fim, a análise de componentes principais. Ambos os procedimentos metodológicos serão apresentados neste capítulo.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A metodologia qualitativa, utilizada amplamente em pesquisas na área de Ensino de Ciência e Matemática representa um método de pensamento que está embarcado de reflexão, de interpretação. Segundo Marconi e Lakatos (2008) a pesquisa qualitativa demanda um tratamento científico, mas pode se converter em diferentes formas de conhecer a realidade e atribuir resultados de pesquisa. Essa metodologia se “[...] preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano” (MARCONI; LAKATOS 2008, p. 269).

Configurada como uma metodologia qualitativa, a pesquisa bibliográfica contempla a investigação de um assunto de interesse, nesse caso um conjunto de palavras que se referem ao objetivo deste trabalho, em um material produzido cientificamente pela área de pesquisa em Ensino, no caso as revistas.

É importante que o entendimento da pesquisa bibliográfica como metodologia seja expandido para além da pesquisa realizada como referencial teórico. Para os pressupostos metodológicos da pesquisa bibliográfica nessa diferenciação “[...] é importante destacar que ela é sempre realizada para fundamentar teoricamente o objeto de estudo, contribuindo com elementos que subsidiam a análise futura dos dados obtidos” (LIMA; MIOTO, 2007, p.44). Já a revisão bibliográfica, que também é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pode ser interpretada como “[...] observação de dados contidos nas fontes pesquisadas[...]”, mas sem imprimir “[...]

sobre eles a teoria, a compreensão crítica do significado neles existente" (LIMA; MIOTO, 2007, p.44).

Dessa maneira, estabelecer uma estratégia para a pesquisa bibliográfica pode facilitar a identificação dos trabalhos de interesse no meio de diferentes quantidades de possibilidades e garantir que foi estabelecido um norte, uma fronteira, para interpretar os resultados obtidos pelas pesquisas científicas (TREINTA et al, 2014).

Segundo Lima e Mioto (2007) a principal técnica a ser utilizada na pesquisa bibliográfica é a leitura, já que é "[...] através dela que se pode identificar as informações e os dados contidos no material selecionado, bem como verificar as relações existentes entre eles de modo a analisar a sua consistência" (LIMA; MIOTO, 2007, p.41).

No âmbito deste trabalho, a pesquisa bibliográfica foi realizada para encontrar os artigos que foram produzidos sobre as temáticas escolhidas, conhecendo assim o produto da produção científica da área. Foram escolhidas cinco revistas da área e sete termos a serem pesquisados. Explicaremos a seguir os critérios de ambas as escolhas.

As revistas utilizadas na pesquisa bibliográfica foram: Ciência e Educação, Ensaio, Alexandria, Investigações em Ensino de Ciências e *Ensenanza de las ciencias*. Outros periódicos foram consultados antes de se delimitar a redução a esses cinco títulos, mas de acordo com a incidência de trabalhos que apareceram, o acesso a trabalhos em língua portuguesa e acervo on-line e a proximidade dos conteúdos normalmente publicados por estas revistas com a área de Estudos CTS, optamos por reduzir a análise nessas revistas.

Já em relação aos termos, foram buscados sete termos individualmente: Alfabetização Científica, Argumentação Científica, Compreensão Científica, Letramento Científico, Linguagem Científica, Pensamento Crítico, Pensamento Científico e Ciência, Tecnologia e Sociedade, CTS ou CTSA. Os critérios para delimitar os termos que seriam pesquisados foram: aproximação com o problema de pesquisa proposto e serem termos comumente utilizados para mencionar o aprendizado em Ciências. Vale ressaltar que diferentes configurações de busca foram utilizadas, não buscando apenas Alfabetização Científica, mas também Alfabetização e filtrando se eram trabalhos relevantes para não perder nenhum artigo, por exemplo.

Assim, selecionamos os trabalhos de cada periódico e foi lido o título, o resumo e as palavras chaves para filtrar se eram produções que tinham relevância para a nossa pesquisa bibliográfica. Apresentaremos no capítulo 5 os resultados dessa pesquisa. Estes dados, junto à experiência docente da pesquisadora, foram essenciais para construir o instrumento de coleta de dados, que foi validado e interpretado a partir de uma metodologia quantitativa.

3.2 Metodologia Quantitativa

As pesquisas quantitativas estão longe de serem as mais presentes na área de Ensino de Ciências, e este trabalho justifica-se também pela tentativa de incentivar mais pesquisas com metodologia quantitativa serem desenvolvidas para explorar suas possibilidades de análise e vencer uma concepção que essa metodologia necessariamente se apresenta como um processo de generalização dos dados.

A utilização de diferentes combinações entre métodos qualitativos e quantitativos na área de Educação é defendida na perspectiva de possibilitar combinações metodológicas que podem enriquecer a análise de dados, e desta maneira “[...] a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos” (SCHNEIDER, FUJII, CORAZZA, 2017, p.570).

Podemos considerar as técnicas de análise quantitativas como recursos que o pesquisador irá utilizar dentro de seu contexto, escolhendo a melhor ferramenta para extrair os dados de determinada realidade.

Silva et al (2012) sugerem que pesquisas deste tipo podem contribuir para diminuir a subjetividade presente em pesquisas qualitativas. “Não se trata de generalizar os resultados obtidos para além do universo investigado, mas sim de compreendermos mais detalhadamente as concepções dos sujeitos envolvidos na pesquisa” (SILVA et al, 2012, p.500).

Costa, Melo e Teixeira (2011) intensificam os estudos quantitativos sobre um relevante tema biológico, a evolução. Diante da necessária inclusão desse tema nos currículos e das eventuais discussões que surgem sobre a teoria científica e o criacionismo, os autores investigaram com estudantes do 3º ano do Ensino Médio,

suas definições acerca da origem da diversidade biológica. Os autores buscam assim “[...] oferecer alguns indicativos para que o ensino e a aprendizagem deste tema - considerado central para o entendimento da Biologia - se tornem mais efetivos e plenos de significados para professores e alunos” (COSTA; MELO; TEIXEIRA, 2011, p.117). O instrumento de coleta de dados utilizado no trabalho foi um questionário com questões analisadas a partir da Escala Likert, nas quais o aluno deveria selecionar seu grau de concordância com situações de comparação a origem da diversidade biológica.

Schneider, Fujii e Corazza (2017) avaliaram os artigos produzidos em revistas da área de Educação para a Ciência e Ensino entre os anos de 2015 e 2016. Analisando 240 artigos nenhum incorporou a abordagem quantitativa e apenas 10% utilizaram uma metodologia mista entre qualitativa e quantitativa.

As autoras concluem que “[...] a pesquisa qualitativa e quantitativa ainda são concebidas como campos opostos pela maioria dos pesquisadores nacionais da área de ensino de ciências” (p. 582). Refletindo sobre a necessidade das pesquisas da área de tornar o processo de construção de conhecimento mais humanizado, sem o rigor técnico de pesquisas quantitativas, é possível entender por que historicamente isso ocorreu, mas também precisamos vencer esse preconceito presente com determinadas metodologias que podem ser incorporadas para trazer bons resultados a área.

Dessa maneira, entendemos que a pesquisa quantitativa que foi realizada neste trabalho poderá não somente colaborar com os resultados para os objetivos aqui propostos, mas também colaborar para ocupar a área de pesquisa em Ensino com outros trabalhos que incluam metodologia quantitativa dentro de seus métodos e que façam essa escolha não buscando encontrar determinado padrão para generalizar esse conhecimento mas para tornar mais plural a possibilidade de interpretação dos dados, norteando a análise, reduzindo a subjetividade da pesquisa e criando assim mais confiabilidade.

Nessa pesquisa, a análise dos dados será uma análise multivariada determinada como Análise dos Componentes Principais. Apresentaremos os procedimentos metodológicos quantitativos conforme a sequência abaixo:

1. Sujeitos
2. Elaboração do instrumento de coleta

a. Caracterização do instrumento
b. Referencial teórico do instrumento
c. Análise Alpha, KMO e Barllet
d. Validação do instrumento
e. Teste Piloto
f. Teste
g. Análise estatística dos dados
h. Análise Interpretativa dos dados

3. Instrumento e Coleta de Dados

Sujeitos

A amostra escolhida para investigação é composta de licenciandos em Biologia, Química, Física e Ciências da Natureza. A composição da amostra piloto foi exclusivamente de alunos do campus de Bauru da Unesp onde a pesquisadora exerce funções docentes como estagiária. Para o teste piloto foram utilizados 55 alunos da Unesp de Bauru que serão apresentados abaixo e para o teste 473 estudantes de Instituições de Ensino Superior.

Elaboração do instrumento de coleta

Foi utilizado como instrumento de coleta de dados, um questionário com 24 itens que foi desenvolvido a partir de experiências prévias da pesquisadora como professora em cursos de formação inicial e da literatura que será apresentada posteriormente. O questionário está dividido em dois blocos: Compreensão Científica e Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. O instrumento será apresentado abaixo.

a. Caracterização do instrumento

A pesquisa foi desenvolvida a partir da utilização de um questionário que coletou as respostas em Escala Likert. Essa escala, amplamente utilizada em pesquisas quantitativas e qualitativas é baseada e leva o nome de seu criador, Rensis Likert (1932) na qual é verificada a concordância e não concordância do entrevistado

com a assertiva. Essa concordância é posteriormente transformada em números e isso traz a partir de análises estatísticas importantes resultados para a pesquisa.

> Na construção de escalas, os padrões de resposta entre vários itens são ponderados, enquanto na construção de índices as respostas individuais são ponderadas e os escores independentes somados. Por esta definição, o método de medição desenvolvido por Rensis Likert, chamado escalonamento Likert, representa uma maneira mais sistemática e refinada de construir índices (BABBIE, 2003, p. 232).

Optamos também por omitir o ponto neutro de resposta. Os entrevistados tiveram a opção de selecionar concordo totalmente, concordo parcialmente, discordo totalmente e discordo parcialmente com as assertivas. Essa omissão segundo Pasquali (1999) não afeta a consistência da escala avaliativa.

Silva et al (2012) também optaram por omitir a opção central da escala de likert “nem concordo nem discordo”. As autoras indicam que “[...] optou-se por retirar a alternativa central ‘não concordo nem discordo’, presente em grande parte das pesquisas que utilizam esta escala, a fim de evitar a tendência central nas respostas” (SILVA et al, 2012, p.491).

Também houve cuidado para evitar o nível de fadiga do questionário, caso este ficasse muito longo, isso poderia prejudicar a veracidade das perguntas finais.

b. Referencial teórico do instrumento

A elaboração das assertivas foi realizada a partir da triangulação entre a da experiência profissional da pesquisadora como professora, a literatura das pesquisas na área e a investigação realizada com professores sobre o Ensino de Ciências e aspectos CTS, ao longo de algumas das disciplinas citadas na Introdução.

Foi possível investigar ao longo do processo de formação da pesquisadora na área docente que muitos termos eram utilizados para se referir a conceitos que têm significados próximos, e às vezes, sobrepostos. Assim, foi possível a partir de percepções que foram obtidas pela pesquisadora como professora dos cursos de formação inicial, identificar que os alunos tinham algumas dificuldades básicas com os conceitos e a área de CTS. A partir do exercício de entrevistar professores em exercício e questioná-los sobre as dificuldades que tinham, foi possível confirmar algumas dúvidas e, principalmente, expandir algumas propostas de investigação.

Concebeu-se assim o instrumento que foi avaliado pelos juízes e validado no teste piloto. Pequenas alterações foram realizadas para atingir o número total de 24 assertivas que estariam divididas em dois blocos: o primeiro que avalia as relações entre os conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade e o segundo que investiga algumas concepções sobre a Compreensão Científica.

Algumas assertivas aprofundam a definição de termos abordados no Capítulo 4, como Pensamento Crítico e Científico, já que foi possível verificar que parte dos professores não estão preparados para desenvolver práticas pedagógicas que promovam o pensamento crítico dos alunos (TENREIRO-VIEIRA, 2004).

Outros termos abordados como a Linguagem Científica e a Argumentação Científica que se configuram como habilidades que colaboram para construir a concepção que os alunos têm de Ciência, sendo a Linguagem científica caracterizada com elementos de “[...] impessoalidade, clareza, concisão e continuidade (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007, p.679).

A linguagem científica e a argumentação poderiam ser compreendidas como a verbalização de uma compreensão, de um pensamento que é científico, mas Massi e Queiroz (2016) apontam: “A linguagem científica é, portanto, mais que o registro do pensamento científico. Ela possui uma estrutura particular e características específicas indissociáveis do próprio conhecimento científico” (MASSI; QUEIROZ, 2016, p.36).

Além dos termos já mencionados, a dualidade dos conceitos de Letramento e Alfabetização científica, a neutralidade da Ciência e a necessidade de inserir práticas contextualizadas com elementos da natureza deste conhecimento científico também foram incluídas na investigação. Todos os termos acima serão aprofundados no capítulo 4, apresentação dos resultados qualitativos.

c. Análise Alpha, KMO e Barlett

A fim de atingir a fidedignidade do instrumento e avaliar a consistência interna dele, avaliamos a confiabilidade através do coeficiente de alpha de Cronbach, e a reprodutibilidade do instrumento. A análise da consistência interna do instrumento é a “[...] correlação dos itens de um mesmo constructo entre si e na correlação de cada item com o escore total deste constructo” (KOVALESKI; PILATTI, 2010, p. 5).

A confiabilidade de uma análise poderá ser medida através de índices específicos e, a pesquisa será valorizada se utilizar instrumentos capazes de medir com “[...] maior precisão nas medições, consequentemente, maior confiabilidade no instrumento utilizado para a coleta dos dados” (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p.87). Assim a “[...] estimação da fiabilidade pelo α de Cronbach, este permanece a medida mais usada da fiabilidade de um instrumento” (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p. 76).

O Alfa de Cronbach é um coeficiente amplamente utilizado para estimar a confiabilidade de questionários utilizados em diferentes pesquisas. O coeficiente leva o nome de seu criador Lee J. Cronbach (1951). (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010; SILVA et al, 2012). Essa análise de perfil das respostas estabelece “[...] uma correlação média entre perguntas. Dado que todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, o coeficiente α é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens” (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p.88).

Muitas pesquisas realizadas na área de Psicometria utilizam o Alfa de Cronbach como medida de confiabilidade. Atualmente ele é “[...] o índice universalmente aconselhável para o estudo métrico de uma escala (qualquer que sejam as suas características) como tendem a percebê-lo como fornecendo ‘estimativas fiáveis’ da ‘fiabilidade de uma escala’” (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.66).

O alpha é calculado a partir da multiplicação do produto da divisão do número de itens pelo número de itens menos um por um menos a divisão da somatória da variância dos itens pela somatória da variância dos sujeitos.

O resultado do cálculo do alfa é medido em uma escala de zero a um, sendo para pesquisas humanas, 0,6 valores aceitáveis. Segundo Maroco e Garcia-Marques (2006) ao avaliarem aspectos relativos a esse índice, “[...] alguns cenários de investigação das ciências sociais, um α de 0.60 é considerado aceitável desde que os resultados obtidos com esse instrumento sejam interpretados com precaução” (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.73).

O cálculo da consistência interna, avaliado pela confiabilidade e popularizado pelo Cronbach (1951) é uma das formas de avaliar estatisticamente a validade dos dados coletados por meio da exclusão de possíveis erros inerentes. Assim, a

“consistência interna” avalia a consistência com que um determinado conjunto de itens de medida estima um determinado constructo ou dimensão latente. (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.70).

Logo, nos últimos 50 anos

> [...] o α de Cronbach, tem satisfeito a função que os psicometristas procuravam desde os primeiros trabalhos de Spearman e Brown, para uma medida válida de consistência interna e é a medida de consistência, compreendida ou não, usada por excelência. (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.72)

Também, “[...] a grande utilização e aceitação no meio acadêmico do coeficiente alfa de Cronbach é um fator determinante para sua adoção como ferramenta para estimação da confiabilidade” (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p.90).

No entanto, é necessário interpretar quaisquer dados oriundos de análises estatísticas e algumas decisões, do ponto de vista de validação deste instrumento, poderão ser tomadas além do número obtido no cálculo do alpha. Os valores deverão “[...] ser interpretados à luz das características da medida a que se associa, e da população onde essa medida foi feita” (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p. 76) e, sempre é válido ressaltar que “[...] e esta técnica não substitui o papel do pesquisador em avaliar a pertinência de um item que avalia a percepção de um cliente acerca de algum aspecto que seja relevante” (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p.99).

Já a consistência interna é avaliada pelo KMO e teste de Bartlett, que representam “[...] dois procedimentos estatísticos que permitem aferir a qualidade das correlações entre as variáveis de forma a prosseguir na análise factorial” (PESTANA; GAGEIRO, 2005, p. 490).

De maneira resumida o índice KMO avalia se há número suficiente de correlações entre as variáveis para fazer a análise e são valores aceitáveis entre 0,5 e 1. A esferecidade de Bartlett testa a hipótese nula que a matriz de correlação seja matriz de identidade. Assim, a significância deve ser menor que 0,05.

d. Validação do instrumento

Para a validação do instrumento foram solicitadas revisões de juízes de diferentes áreas, que analisaram entre outros tópicos, a clareza da linguagem, a pertinência das perguntas, a sua relevância teórica e relação com os objetivos de pesquisa e a dimensão a ser avaliada.

O questionário foi validado semanticamente através da participação de cinco juízes:

- Professora adjunta da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Doutora em Educação e especialista em Epistemologia e Didática da Biologia.
- Professora associada livre docente da Universidade de São Paulo, Doutora em Educação para a Ciência.
- Professor Livre-docente em Sociologia da Comunicação. Bacharel em Comunicação, Mestre em Comunicação e Doutor em Sociologia pela Unesp.
- Dois Alunos de Pós-graduação: Aluna do último ano do curso de Doutorado em Educação para a Ciência e aluno ingressante do curso de Doutorado em Educação para a Ciência.

Esse processo de validação do instrumento é fundamental para a construção do instrumento de coleta de dados já que “[...] é importante que a linguagem utilizada no instrumento fique próxima da linguagem dos respondentes, evitando, assim, a incompreensão das assertivas**”** (SILVA et al, 2012, p.498).

e. Teste Piloto

A fim de atingir a fidedignidade do instrumento e avaliar a consistência interna dele, foi aferida a confiabilidade e a reprodutibilidade do instrumento, etapas de validação em teste piloto com 10% da população N.

O cálculo amostral total do teste foi feito conforme orientação do referencial teórico de Pasquali (1999), 10 sujeitos para cada item do instrumento, o que em nosso caso resultaria em 240 sujeitos. Hair et al (2006) também indica a utilização de mais

de 200 sujeitos para análises fatoriais. Ambos os referenciais foram superados pelo número de N da amostra final, já que para o teste piloto seria necessário 10% de 200 alunos, valor total de 20 como N do teste piloto.

No teste piloto foram obtidas 55 respostas ao instrumento, considerando a somatória dos alunos de Biologia, Física e Química que participaram da pesquisa. Para a realização do piloto todos os alunos respondentes são matriculados em cursos de licenciatura da Faculdade de Ciências, Unesp Bauru, SP. Esses alunos que realizaram o teste piloto não foram incorporados no N final.

Quando analisamos o Alpha de Cronbach do piloto, o mesmo mostrado na figura 1 abaixo é de 0,655.

Figura 4 - Alpha extraído do Software SPSS para a análise piloto

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,655	,648	24

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

A análise estatística de confiabilidade também produz uma relação do que aconteceria com o alpha nesse retrato de sujeitos pesquisados caso algum item do instrumento fosse excluído. Essa relação por item é apresentada na Figura 2 abaixo:

Figura 5 - Variação do Alpha com exclusão de itens no teste piloto.

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
P1	71,75	33,008	,643	,623	,589
P2	71,44	40,695	-,001	,504	,670
P3	71,25	39,860	,093	,583	,658
P4	72,15	35,015	,491	,639	,612
P5	71,15	40,423	,094	,526	,656
P6	71,07	41,513	-,055	,559	,669
P7	70,69	38,255	,324	,525	,637
P8	70,78	38,174	,332	,470	,636
P9	71,71	36,062	,484	,704	,617
P10	70,73	39,721	,252	,523	,645
P11	70,73	39,684	,234	,513	,646
P12	71,22	37,100	,328	,600	,633
P13	71,60	40,022	,103	,403	,656
P14	71,42	37,248	,294	,659	,637
P15	71,78	40,285	,028	,442	,668
P16	72,20	39,570	,123	,451	,655
P17	71,15	37,275	,292	,378	,637
P18	72,51	36,699	,339	,606	,631
P19	70,78	40,840	,053	,518	,658
P20	70,78	39,285	,282	,599	,643
P21	71,51	41,995	-,108	,438	,676
P22	71,56	36,695	,358	,603	,630
P23	71,25	39,601	,100	,401	,659
P24	71,25	39,675	,142	,450	,653

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

É possível verificar que a exclusão de alguns itens na amostra piloto já resultaria no aumento do valor de alpha, porém, como este já se mostrou aceitável para pesquisas em Ciências Humanas, optou-se em deixar todas as 24 questões posteriormente excluindo itens na amostra final.

Apesar da análise estatística representar que elas interferem na fidedignidade do instrumento, elas são indicadas através do erro por parte dos alunos que não acertam essas questões e, portanto, altera-se o alpha. Pela importância dessas questões na investigação proposta, elas foram mantidas no teste final.

Por outro lado, as medições de KMO e Bartlett do teste piloto foram realizadas conforme a figura abaixo. Esses valores indicam se será possível realizar a análise exploratória dos dados.

Figura 6 - Resultados dos testes de KMO e Bartlett's. Extraída do SPSS.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,489
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	412,900
	df	276
	Sig.	,000

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

Os valores extraídos com o teste de Bartlett mostram-se adequados para fazer a análise exploratória, porém o Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) obtido em nosso teste piloto com a permanência dos 24 itens não foi satisfatório. Isso ocorreu devido ao fato que o N para o teste piloto é considerado um N pobre, que fica no intervalo entre 50 e 100 sujeitos (MARTINEZ; FERREIRA, 2007).
Posteriormente quando o N aumenta, e deixa de ser considerado um N pobre o valor de KMO se mostrou satisfatório.

f. Teste

O teste foi realizado com 473 sujeitos, agora oriundos de outras unidades da Unesp e de outras universidades. O único critério para inclusão do sujeito é ser aluno matriculado em cursos de licenciatura em Biologia, Física, Química ou Ciências da Natureza. Será apresentado no Capítulo 5 a configuração da amostra dos 473 sujeitos.

g. Análise estatística dos dados

A análise dos dados será realizada por um método que busca reduzir um maior número de variáveis, estabelecendo assim relações entre elas e quais variáveis são mais relevantes para a determinação dos componentes principais. Essa análise é chamada de Análise dos Componentes Principais (ACP) (LEBART; MORINEAU; FÉNELON, 1977).

Através da ACP é possível condensar um maior número de questões em um menor número de componentes "[...] extraindo algumas orientações conceptivas importantes. A ACP do conjunto das variáveis fornece dois eixos (Componente 1 e Componente 2) que apresentam importantes proporções de variância das respostas" (SILVA et al, 2012, p.472).

Essa ACP é feita a partir da extração da Matriz de Análise do *software* SPSS e a redução de fatores fixada em dois. "A projeção das coordenadas das variáveis sobre os eixos permite reconhecer as assertivas que caracterizam estes eixos" (SILVA et al, 2012, p.473). Assim, "[...] mediante análise destas representações gráficas podem-se identificar as orientações conceptivas que caracterizam os dois eixos" (SILVA et al, 2012, p.473).

Os testes de análise exploratória são realizados para verificar a existência de relação entre as dimensões. "A elevada consistência na presença de multidimensionalidade indica que os itens que compõem as diferentes dimensões de uma medida estão fortemente correlacionados" (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.67).

Os autores Maroco e Garcia-Marques (2006) apresentam uma interessante metáfora para entender essa redução:

> Com um exemplo corriqueiro percebe-se facilmente o conceito. Imaginemos que queremos uma medida do tamanho do pé de uma pessoa. Medimos as suas meias, os seus ténis, as suas pantufas, etc. O grau de relação entre as diferentes medidas é elevado e a sua média pode fornecer-nos uma estimativa fiável do tamanho do pé do indivíduo. Nunca confundiríamos no entanto, o pé com o sapato, nem a meia com o sapato. Seriam dimensões distintas que nos informam sob o mesmo constructo subjacente." (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p.67).

Da mesma maneira, apesar da simplicidade da metáfora, reduzimos após os testes exploratórios, as variáveis a dois fatores fixos e apresentaremos no capítulo de resultados quantitativos o resultado da realização da ACP.

Instrumento e coleta de dados

As assertivas utilizadas no instrumento de coleta de dados estão inseridas abaixo. Os alunos possuíam as opções de resposta: Concordo Totalmente (CT), Concordo Parcialmente (CP), Discordo Parcialmente (DP) e Discordo Totalmente (DT).

A pontuação: 1, 2, 3, 4 foi atribuída ao estudante selecionando a opção referida em cada questão. Está destacado com o fundo cinza a pontuação mais alta de cada questão. O número é uma atribuição numérica para o padrão que servirá para as análises estatísticas já que o Software SPSS utilizado nas análises não realiza a leitura de respostas escritas e sim de números.

Tabela 1: Assertivas do instrumento de coleta de dados

Bloco Ciência - Tecnologia - Sociedade - Letramento Científico				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
1.Um aluno letrado cientificamente é aquele que faz uso socialda Ciência	4	3	2	1
2.Um dos principais objetivos do ensino de Ciências é a formação de alunos letrados cientificamente.	4	3	2	1
3.Um aluno alfabetizado cientificamente é aquele que faz usosocial da Ciência.	1	2	3	4
4.Alfabetização científica e Letramento Científico são sinônimos	1	2	3	4

Bloco Ciência - Tecnologia - Sociedade - Tomada de decisão				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
5.A participação pública em decisões de C e T é uma habilidadedesenvolvida pela Educação CTS.	4	3	2	1
6.A Educação CTS resulta na formação para o exercício plenoda cidadania.	4	3	2	1

7.Contextualizar o ensino de Ciências resulta em alunos incapazes de tomar decisões conscientes na sociedade.	1	2	3	4
8.A Educação em Ciências é indiferente à habilidade de tomada de decisões.	1	2	3	4

Bloco Ciência - Tecnologia - Sociedade - Contextualização/Integração				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
9.Contextualizar o conteúdo científico gera motivação no aprendizado do aluno.	4	3	2	1
10.O aluno se interessa mais pelo conteúdo quando este é maispróximo a sua realidade social.	4	3	2	1
11.O aluno aprende mais quando o ensino é focado na transmissão dos conceitos científicos.	1	2	3	4
12.A compreensão do conteúdo científico é independente da suacontextualização.	1	2	3	4

Bloco Compreensão Científica - Articulada/Polissemia				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
13.Compreender o conhecimento científico em rede, articulado,é mais importante do que compreender conceitos científicos específicos.	4	3	2	1
14.A variedade de termos no Ensino de Ciências dificulta oaprendizado.	4	3	2	1
15.A articulação dos conteúdos científicos aprendidos ocorre de modo mais significativo quando eles são ensinados de maneira separada.	1	2	3	4
16. A educação para a cidadania ocorre por meio da compreensão do método científico pelo aluno.	1	2	3	4

Bloco Compreensão Científica - NdC/NdT				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
17.A inclusão de aspectos históricos e filosóficos é fundamentalpara entender a subjetividade da atividade científica	4	3	2	1
18.As decisões sobre C e T devem ser compartilhadas entre osespecialistas e a sociedade comum	4	3	2	1

19.A tecnologia é a aplicação prática da Ciência	1	2	3	4
20.A ciência e a tecnologia são neutras.	1	2	3	4

Bloco Compreensão Científica - Pensamento/Argumentação				
ASSERTIVA	CT	CP	DP	DT
21.A argumentação é uma habilidade científica	4	3	2	1
22.Aprender Ciências é se apropriar do discurso científico	4	3	2	1
23.A linguagem científica é acessível para a população.	1	2	3	4
24.A linguagem científica, o pensamento científico e a argumentação científica são sinônimos.	1	2	3	4

Fonte: Elaboração própria.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS QUALITATIVOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados da pesquisa bibliográfica realizada com o intuito de investigar como o conceito de Ciência e da Educação CTS e outros importantes termos derivados da área que se relacionam com o objeto dessa pesquisa estão sendo abordados pela área de pesquisas no Ensino de Ciências.

Essa pesquisa nas principais revistas da área de Educação para a Ciência, listadas abaixo, foi iniciada buscando sete termos individualmente nos artigos indexados online. A partir da leitura dos resumos e das palavras-chave, foi possível selecionar os trabalhos de cada subárea, lidos para construir essa pesquisa e alguns que serão apresentados a seguir.

As revistas utilizadas são Qualis A1 e A2, segundo avaliação da plataforma Qualis, Capes no quadriênio 2013-2016:

1. Ciência e Educação
2. Ensaio
3. Alexandria
4. Investigações em Ensino de Ciências
5. *Ensenanza de la Ciência*

Para a escolha dos termos a serem buscados, introduziu-se as principais palavras que apresentam relação com o problema de pesquisa proposto. A procura pelas palavras CTS ou Ciência-Tecnologia-Sociedade, além do letramento científico e alfabetização científica foram realizadas já que este é o recorte do conhecimento científico que objetivamos aprofundar nesta pesquisa, além disso, buscou-se os termos Linguagem, Pensamento e Argumentação científica, já que assim seria possível encontrar todos os trabalhos realizados a fim de conhecer as formas de aprendizado do conhecimento científico. Por fim, o termo Compreensão Científica por se tratar de uma visão mais geral sobre o aprendizado de Ciências.

No total foram selecionados 172 artigos que abordam de alguma maneira todos os termos citados acima, mas como já fora adiantado, foram necessários esforços de procurar termos semelhantes ou que apresentassem significados diferentes, como é o caso de buscar Alfabetização Científica no momento de realizar a busca pelos trabalhos de Letramento Científico.

Também é importante ressaltar que este número não representa o total de artigos produzidos nessas respectivas áreas, e sim, os que foram selecionados em uma análise da pesquisadora, através da leitura do título, resumo e palavras-chave.

Abaixo apresenta-se a distribuição temporal destes trabalhos:

Tabela 2: Número total de artigos encontrados nas revistas de acordo com o ano.

ANO	TERMO						
	CTS	Linguagem	Pensamento Científico	Pensamento Crítico	Compreensão Científica	Letramento Científico	Argumentação Científica
2020	2	0	0	0	1	1	0
2019	5	1	2	1	1	2	1
2018	10	0	2	0	3	2	4
2017	2	1	1	0	1	1	7
2016	5	2	1	0	0	1	1
2015	4	4	0	1	1	4	3
2014	2	2	0	0	2	1	0
2013	1	1	0	0	2	2	1
2012	4	0	1	0	1	0	0
2011	1	1	1	0	2	2	1
2010	3	1	1	0	0	1	2
2009	3	1	0	1	0	1	0
2008	3	3	1	1	1	1	3
2007	5	1	1	0	2	1	1
2006	1	0	1	0	0	0	0
2005	3	0	2	0	2	1	0
2004	1	0	1	1	0	1	0
2003	0	0	0	0	0	1	0
2002	4	0	0	0	0	0	0
2001	4	0	1	0	0	3	0
2000	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria.

Foi possível verificar que os trabalhos de Linguagem, Compreensão Científica e Argumentação são mais presentes na última década, sendo considerados mais recentes e que a área de CTS apresenta grande expressividade no início dos anos 2000, principalmente pela revista *Ensenanza de la Ciencia*, mas também é bem expressivo nos últimos dois anos.

Quando analisamos as palavras-chave desses 172 artigos que abordam as temáticas de interesse é possível verificar um grande número de termos distintos, mas também a repetição de algumas palavras-chave em mais de um trabalho.

A tabela abaixo mostra os termos que em maior quantidade apareceram, considerando a inclusão em mais de 10 artigos da amostra analisada.

Tabela 3: Palavras chave encontradas nos artigos.

Termo	Número de Artigos
CTS/CTSA	65
Ensino de Ciências	35
Alfabetização Científica	23
Argumentação	22
Educação cientifica	21
Formação de Professores	20
Ensino de Química	15
Natureza da Ciência	13
Ensino Médio	12
História da Ciência	10
Recursos didáticos	10

Fonte: Elaboração Própria.

Presente em 65 artigos dos 172, o termo CTS ou CTSA lidera a lista sendo incluído sempre que os termos buscados foram encontrados. Ensino de Ciências, Alfabetização Científica, Argumentação, Educação Científica e Formação de Professores também são termos que aparecem em mais de 20 artigos.

Foram inseridos a seguir os principais artigos encontrados em cada bloco pesquisado, a partir dos termos já indicados, com exceção dos artigos de CTS que por representarem um número grande de trabalhos que já foram relacionados em outra categoria ou foram incluídos no capítulo 1 como referências da área de CTS.

Pensamento crítico/científico

Ao buscar os termos Pensamento Científico e Crítico foram encontrados poucos artigos e, em algumas revistas, não foi encontrado nenhum artigo. Por isso, e pela dificuldade em dissociar os poucos artigos que apareciam entre pensamento crítico e científico, apresentaremos essas pesquisas congregadas. A maioria dos trabalhos aborda a maneira de pensar do professor, poucos trabalhos falam sobre a maneira de pensar do aluno e do formador de professor. Também foi possível verificar que muitos trabalhos da área de pensamento são referentes à área da Física. Somados foram encontrados 22 artigos e destacamos cinco a seguir.

Alguns trabalhos de Pensamento utilizavam a epistemologia Ludwik Fleck para interpretações. Esse é o caso do artigo de Scheid, Ferrari e Delizoicov (2005) no qual os autores interpretam relatos sobre a evolução do modelo de dupla hélice do DNA e a aceitação pela comunidade científica, acreditando que o estudo sobre a natureza desse conhecimento científico poderá auxiliar principalmente na formação de professores. “A história da construção do conhecimento, pode ser uma facilitadora da educação científica, quando o pressuposto é o aspecto dinâmico do saber científico” (SCHEID, FERRARI, DELIZOICOV, 2005, p.231).

Assim, é relevante conhecer quais as limitações e potencialidades que o “[...] uso de capacidades de pensamento crítico permite aos indivíduos tomarem posição sobre questões científicas” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p.229) e são caracterizadas como capacidades do pensamento crítico: “[...] formular hipóteses explicativas, fazer previsões, planear e conduzir investigações, efectuar observações, tomar decisões com base em evidências recolhidas, formular conclusões e comunicar” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p.230).

Neste artigo Tenreiro-Vieira (2004) apresenta o estudo que buscou implementar e avaliar na formação contínua de professores de Ciências a influência que o desenvolvimento crítico pode ocasionar. Dois programas de formação de professores foram desenvolvidos de 50 e 25 horas com diferentes bases ideológicas para 39 sujeitos. Os resultados mostram que “[...] a formação em pensamento crítico dos professores influencia as práticas docentes relativamente ao ensino de pensamento crítico” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p.247) e por isso, já em 2004 indicou que o presente estudo poderia colaborar com o “[...] ajustamento dos currículos de

formação inicial por forma a formar professores potencialmente promotores do pensamento crítico" (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p.249).

O pensamento crítico e científico relacionados as pesquisas na área da Física estão muito presentes nos artigos encontrados e destacamos dois: Bulegon e Tarouco (2015) e Faria e Vaz (2018). No primeiro, os autores avaliam a contribuição da utilização de um objeto de aprendizagem no ensino da Termodinâmica e no segundo categorizar uma experiência sobre dinâmica newtoniana com alunos de ensino médio de uma escola técnica.

Por fim Mesquita e Soares (2008) procuraram identificar quais as visões de Ciências que estão sendo reproduzidas pelos desenhos animados Jimmy Nêutron e O Laboratório de Dexter já que a televisão que representa um papel central na construção da cultura mundial. Essa interessante pesquisa conclui que "É uma alternativa a mais na busca de tornar o ensino de ciências um ensino significativo para a vida dos jovens" (MESQUITA; SOARES, 2008, p.427).

Compreensão Científica

Os trabalhos encontrados ao buscar o termo Compreensão Científica foram os mais diversos possíveis, desde artigos que abordam as concepções de Ciências por professores e alunos até estudos de ferramentas que podem ser utilizadas para aumentar e aferir a compreensão de Ciência. Foram selecionados 19 artigos como apresentados anteriormente e destacaremos alguns abaixo.

Entender a história da construção do conhecimento científico, as possíveis dificuldades enfrentadas no processo, o perfil das pessoas que trabalharam construindo essa Ciência, todos esses são aspectos relativos à Natureza da Ciência, objeto de investigação de alguns artigos selecionados. A necessidade de incluir esses aspectos na formação dos professores, as potencialidades oriundas dessa inclusão e as concepções tradicionais que os professores ainda possuem são importantes assuntos abordados por diferentes artigos recentemente. (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007; OKI; MORADILLO, 2008; FARIA et al, 2014)

Alves e Caldeira (2005) através da aplicação de atividades com o Projeto Genoma a 18 alunos do 3º ano do Ensino Médio buscaram traçar estratégias de ensino que estimulassem o interesse e a curiosidade dos estudantes. Assim "[...]

percebemos uma forte influência de crenças e valores morais e familiares" (ALVES; CALDEIRA, 2005, p.21) e que "[...] predomina a visão utilitária da Ciência, motivada por razões pessoais" (ALVES; CALDEIRA, 2005, p.21).

Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2018) realizam uma análise para investigar os processos de formação do pensamento científico a partir de três áreas: natureza da ciência, argumentação e alfabetização ou competência científica. Os problemas de aprendizagem apresentados poderiam ser resolvidos através da promoção de uma educação científica que ensinando habilidades de pensamento crítico resultarão em um pensamento científico mais estruturado.

Linguagem científica

Ao buscar o termo linguagem científica nas revistas foram encontrados 18 trabalhos que de alguma maneira trabalham o tema. A maioria dos artigos debatem sobre a apropriação de desenho em linguagem escrita sendo a linguagem uma maneira de avaliar a aprendizagem em Ciências mais focada no aluno.

Alguns dos artigos selecionados, após a leitura do resumo foram excluídos por se tratar de outros assuntos como investigações de obras de Monteiro Lobato como recurso no ensino de Ciências e a inclusão das imagens como formas de linguagem. São trabalhos interessantes na área, mas que desviam um pouco do ponto central a ser investigado nesse momento. Separamos então nove artigos restantes que abordam a Linguagem Científica em três grupos: artigos que abordam a leitura e análise da linguagem científica, artigos que analisam recursos didáticos de maneira geral e artigos que investigam a formação a nível de ensino superior.

No primeiro grupo estão os trabalhos Silva e Almeida (2014), Nigro e Trivelato (2016) e Silva e Aguiar Junior (2014).

Silva e Almeida (2014) analisaram as dificuldades oriundas para utilização de um texto de divulgação científica em sala de aula, no ensino médio. O texto da revista "Ciência hoje" sobre Ressonância Magnética Nuclear, apesar de ser um texto de divulgação científica foi considerado pelos autores como de alto grau de dificuldade na linguagem. A análise concluiu que mesmo com o interesse a linguagem pode afastar os alunos. "Os resultados obtidos sugerem que textos escritos numa

linguagem não comum aos estudantes podem desencorajá-los no estudo de um assunto que lhes interessava" (SILVA; ALMEIDA, 2014, p.68)

Nigro e Trivelato (2016) avaliaram estatisticamente 220 alunos de 14 e 15 anos a partir da compreensão de um texto de divulgação científica e um livro texto sobre a doença genética anemia falciforme. A partir da aplicação de seis questões foi possível concluir "[...] que os estudantes que leram um material de divulgação científica obtiveram melhores pontuações, em relação aos seus pares que leram um trecho de livro texto" (NIGRO; TRIVELATO, 2016, p.566).

Silva e Aguiar Junior (2014) fizeram uma análise de pós teste com estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental sobre a apropriação do conceito de elemento químico e transformações de material. Após a realização de uma sequência de ensino os alunos foram avaliados e os resultados mostram grande dificuldade destes em produzirem textos com linguagem científica coerente e coesa. Os principais resultados apontam que existem "[...] transições entre linguagem científica e cotidiana" (SILVA; AGUIAR JUNIOR, 2014, p. 814) e "[...] dificuldades de integração entre elementos que fazem parte do mundo vivido de objetos e fenômenos para o mundo concebido, dos conceitos e modelos científicos" (SILVA; AGUIAR JUNIOR, 2014, p. 814).

No segundo grupo sobre recursos didáticos estão os trabalhos Souza e Rocha (2017), Miceli e Rocha (2019), Nascimento e Martins (2009) e Oliveira e Queiroz (2007).

Souza e Rocha (2017) analisaram a linguagem e o discurso de 17 textos de Divulgação científica dentro do conteúdo biológico Biologia Animal. Os textos pertenciam a cinco coleções de materiais didáticos do PNLD de Biologia para o Ensino Médio. A análise de discurso buscou "[...] verificar o tipo de linguagem adotado, a utilização de analogias e metáforas e a presença de erros conceituais" (SOUZA; ROCHA, 2017, p.323). Os autores concluíram que estes textos são importantíssimos para manter o material atualizado já que a Ciência é dinâmica e este material vai ser utilizado por todo o país. Eles ainda destacam a possibilidade de utilizar textos de divulgação científica para realizar uma abordagem CTS.

Miceli e Rocha (2019) também realizaram uma análise de textos de divulgação científica presente em materiais didáticos, mas dessa vez sobre o tema de genética. O artigo analisa os três volumes de uma coleção de livro didático de Biologia do PNLD a partir da metodologia da análise de conteúdo em quatro categorias: reelaboração

discursiva, natureza da ciência, linguagem e grau de hibridez. Os autores concluem que estes materiais possuem grande “[...] capacidade de gerar discussões e oferecer a possibilidade do estudante refletir sobre como a ciência tem sido atrelada à tecnologia, à questões éticas, sociais, políticas e econômicas” (MICELI; ROCHA, 2019, p.135).

Nascimento e Martins (2009) realizaram um trabalho também inserido no contexto da genética, porém buscando realizar a caracterização da linguagem do texto sobre Genética no livro de Ciências do fundamental, a partir de uma análise textual. É possível perceber “[...] no texto investigado a predominância do discurso científico apesar de toda a discussão sobre Genética na mídia e de todas as controvérsias e questões sócio-científicas” (NASCIMENTO; MARTINS, 2009, p. 21). A partir da verificação de presença de estruturas gramaticais típicas do discurso científico as autoras concluem que se “[...] confirma a identidade do livro didático como um veículo fortemente voltado à divulgação das versões didaticamente autorizadas de conteúdos das ciências de referência” (NASCIMENTO; MARTINS, 2009, p. 22).

Oliveira e Queiroz (2007) realizaram um trabalho um pouco diferente, a construção de um guia: material didático sobre comunicação científica elaborado e validado a partir da pesquisa. Este material voltado para a modalidade de ensino superior é fruto de uma pesquisa participante na qual também foi possível investigar os reflexos desta produção. O material foi validado e teve “[...] boa aceitação tanto por alunos quanto por professores da área de Química” (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007, p.688) e “[...] a pesquisa participante apresenta-se como um importante instrumento metodológico” (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007, p.688).

No terceiro e último grupo estão os trabalhos de Massi e Queiroz (2016) e Massi, Santos e Queiroz (2008), ambos trabalhos sobre a área de Química e o Ensino Superior.

Massi e Queiroz (2016) realizaram a análise de tipologia do discurso de alunos em Iniciação Científica classificando em autoritário, polêmico e lúdico. Esses diálogos ocorreram entre dois alunos de iniciação e seus orientadores durante um ano. Com a análise foi possível verificar a alternância entre os discursos autoritário e lúdico e isso “[...] indica o fomento de qualidades importantes, como a independência intelectual e o senso crítico dos alunos, além da sua importância no que diz respeito ao aprendizado da Química” (MASSI; QUEIROZ, 2016, p.56). Além disso essa pesquisa

indica “[...] direcionamento para eventuais propostas de fortalecimento e/ou aprimoramento da relação fazer pesquisa (desenvolver estágio de IC)/apropriar-se da linguagem científica” (MASSI; QUEIROZ, 2016, p.36).

Massi, Santos e Queiroz (2008) buscaram avaliar a utilização de artigos científicos como texto alternativo ao livro didático buscando a aprendizagem em Ciências, em específico na Química. O trabalho foi realizado a partir da análise de 47 trabalhos nas revistas *Journal of College Science Teaching Journal of Chemical Education.* Foi possível verificar que “[...] a adoção mais freqüente de referenciais teóricos em trabalhos dessa natureza poderia vir a contribuir com elementos importantes para a melhoria do ensino de ciências no nível superior” (MASSI, SANTOS, QUEIROZ, 2008, p.171).

Dessa maneira, foi possível confirmar a partir dos artigos selecionados da busca do termo Linguagem Científica que muitas pesquisas foram realizadas no âmbito da avaliação de textos de divulgação científica e grande parte utilizou-se da metodologia de Análise do Discurso, além de uma maior incidência de trabalhos na área da Química. A linguagem dos materiais apresentados para os alunos influencia na sua compreensão científica e isso está sendo investigado nessa área concentrado nos materiais didático, textos de divulgação científica e análise textual.

A linguagem é entendida como uma forma de comprovar que houve aprendizado científico, quando o aluno se apropria da linguagem científica e utiliza seus principais recursos. “A aprendizagem em ciências se realiza por meio da apropriação das linguagens que moldam e configuram os modos de pensar das ciências” (SILVA; AGUIAR JUNIOR, 2014, p. 802).

Argumentação

Ao pesquisar sobre Argumentação Científica e considerar também os artigos que se referiam somente a Argumentação, separamos 24 artigos. O tema se mostrou uma área com muitos artigos produzidos, principalmente com metodologias de análise de discurso e padrão de argumentação de Toulmin. Esses trabalhos desenvolvem pesquisas que investigam assuntos específicos de Química, Física e Biologia. É comum a relação do aprendizado em Ciências com a Argumentação, como se fosse uma habilidade a ser identificada no desenvolvimento de uma compreensão científica.

Alguns artigos se assemelhavam investigando a partir da produção de argumentos em sala de aula propostas de ensino investigativo e sua importância para a aprendizagem em Ciências. A argumentação é considerada por alguns destes trabalhos uma evidência na busca por uma comprovação que o aluno aprendeu Ciência. (SILVA; TRIVELATO, 2017; FERRAZ; SASSERON, 2017; FRANCO; MUNFORD, 2017; MOTOKANE, 2015)

Outro padrão identificado foram trabalhos que se referiam a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2017; SILVA; CHIARO, 2018), investigando se a metodologia em questão influenciava a capacidade de argumentação e poderia ser utilizada como um indicativo de aprendizado. Silva e Chiaro (2018) concluem que por si só a metodologia não garante a argumentação.

Como já mencionamos acima, alguns trabalhos utilizam da proposta filosófica do modelo de argumentação Toulmin, metodologia consolidada na área de pesquisa em Ensino de Ciências para identificar argumentos considerados científicos em atividades didático pedagógicas além de outras investigações. (HENAO; STIPCICH, 2008, OROFINO; TRIVELATO, 2015, GALVAO; SPAZZIANI; MONTEIRO, 2018 SASSERON; CARVALHO 2011)

Ainda é possível identificar dois artigos que relacionam a presença e desenvolvimento da argumentação científica a partir de atividades com Questões Sócio Científicas. (BRAGA; MARTINS; CONRADO, 2019, BRITO; SÁ, 2010) Ambos os artigos fizeram a avaliação da presença de argumentação a partir da metodologia do Padrão de argumentação de Toulmin. Essa metodologia mostra bons resultados, promissores e eficientes nas avaliações dos autores para desenvolverem essas habilidades.

Letramento Científico

Foi possível verificar na busca do termo Letramento Científico que muita coisa ainda é produzida sobre Alfabetização Científica, considerando que este seja o melhor termo para abordar a tradução de *Scientific Literacy,* e que por já ser mais conhecido, este apresenta-se consolidado. Como mostrado anteriormente, Alfabetização Científica é listado como palavra-chave em 23 artigos e Letramento Científico em apenas cinco. A utilização do termo letramento científico está relacionada a trabalhos

que se encontram na área CTS, que se preocupam, portanto com a alfabetização em Ciências focada no âmbito social.

Essa dicotomia só apresenta prejuízos aos estudantes que não entendem a diferença entre esses dois termos e, muitas vezes, atribuem diferentes ou iguais significados ao mesmo termo. Para investigar se os estudantes em formação inicial atribuem diferentes significados aos termos Alfabetização Científica e Letramento Científico este será um bloco investigado no instrumento de coleta de dados.

Para investigar se esses diferentes ou iguais significados que vêm sendo atribuídos aos termos e entender como isso poderá influenciar na formação dos alunos, apresentaremos abaixo os principais autores que se posicionam sobre essa polissemia de termos na área de Educação para a Ciência.

Quando se trata do mais conhecido Alfabetização Científica alguns nomes que têm defendido essa utilização são Chassot (2003; 2016) e Krasilchik e Marandino (2007). Já quando olhamos para os autores que preferem o uso do termo Letramento Científico quando olhamos não só para a habilidade científica, mas o uso social dela, temos Santos (2007), Praia et al (2007) e Mamede e Zimermann (2005).

Para iniciar a distinção dos termos iremos retornar às bases da alfabetização escolar, não exclusivamente quando discutimos a área de aprendizagem em Ciências. Os termos Alfabetização e Letramento apresentam significados diferentes, sendo o Letramento utilizado quando se refere a prática social de leitura e escrita, além da tradicional alfabetização. “Um indivíduo alfabetizado não é necessariamente um indivíduo letrado, pois ser letrado implica em usar socialmente a leitura e escritura e responder às demandas sociais” (SOARES, 2003, p. 12).

Ainda sobre essa diferenciação, Santos (2007) afirma

> [...] uma pessoa alfabetizada, que sabe ler e escrever, pode não ser letrada, caso não faça uso da prática social de leitura, ou seja, apesar de ler, não é capaz de compreender o significado de notícias de jornais, avisos, correspondências, ou não é capaz de escrever cartas e recados. Isso é o que se tem chamado de analfabetismo funcional (SANTOS, 2007 p.478-479).

Por conseguinte, ao analisar as definições dos termos Alfabetização Científica e Letramento Científico é comum que se faça a mesma interpretação.

Chassot (2016) acredita que a alfabetização científica “[...] pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida” (CHASSOT, 2016, p.91) e assim, ser um indivíduo

alfabetizado cientificamente “[...] é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”.

A importância de socializar os conhecimentos adquiridos e acumulados pelo desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia também vem sendo discutida “Que ciência e que tecnologia deve ser compreendida pela população? Para que? Como? Quem deve tomar essas decisões? Os cientistas? Os divulgadores? Os professores? A família? O conjunto dos cidadãos?” (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p.10).

As autoras preferem a utilização do termo Alfabetização Científica e explicam que este já está mais difundido.

> Apesar da diferença entre os significados dos termos alfabetização e letramento ser importante, entendemos que o primeiro já se consolidou nas nossas práticas sociais. Assim, consideramos aqui que o significado da expressão alfabetização científica engloba a idéia de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individualmente e coletivamente, considerar oportuno. (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p.18)

No entanto, para os autores que defendem a utilização do termo letramento científico, que já foi apresentado acima, apesar da difusão apresentada do termo Alfabetização, o fato de serem termos com significados diferentes, já justifica a necessidade de incluir o Letramento Científico.

Mamede e Zimmermann (2005) propõem que a Alfabetização Científica seja relativa a aprendizagem da linguagem e dos conteúdos científicos. “Por outro lado, o letramento científico se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, no interior de um contexto sócio-histórico específico” (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005 p.2). Santos (2007) ainda completa que é necessário optar pelo termo Letramento Científico quando o objetivo for priorizar a função social da educação científica.

A distinção prática foi exemplificada por Salla (2016) em sua dissertação de mestrado. Um cidadão alfabetizado cientificamente “[...] conhece os termos científicos, sabe o que significam as palavras utilizadas em ciências, ou seja, domina o vocabulário, mas desconhece significados e aplicabilidades” (SALLA, 2016, p. 47). Por outro lado, o cidadão letrado cientificamente será capaz de compreender a cultura científica, o significado e aplicabilidade daqueles termos, questionar socialmente o

desenvolvimento científico e tecnológico, realizando assim a aplicação social dos termos (SALLA, 2016).

Porquanto, ao realizar a pesquisa dos termos Letramento e Letramento Científico nas bases de dados, também expandimos buscando os termos Alfabetização e Alfabetização Científica, selecionando os trabalhos que tivessem relação com o tema central a ser explorado. Foi possível identificar revistas que preteriam a utilização de um termo a outro e trabalhos que ao se assemelhar mais com outras áreas de intersecção serem utilizados termos específicos. Por exemplo, quando se trata da área CTS, o termo letramento está mais presente.

Feita essa introdução sobre os termos, foi possível encontrar 26 trabalhos relacionados ao problema desta pesquisa a partir da pesquisa nas revistas já mencionadas. Destacaremos seis trabalhos em específico mais importantes para nossa discussão. Os primeiros quatro trabalhos se referem a realidade escolar de certa forma, focando no aluno ou no professor e os dois últimos abordam questões teóricas relacionadas ao letramento científico.

Santos e Mortimer (2001) é um dos principais e mais utilizados trabalhos como referencial nacional na área, fundamentando muitas pesquisas que vieram na sequência. Nesse artigo os autores apresentam uma revisão da literatura articulando as implicações dessas pesquisas para o Ensino de Ciências e para a construção de uma proposta educacional que promova a tomada de decisão e formação para o exercício pleno da cidadania.

Após a análise os autores concluem que é preciso “[...] ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.107). Porém “[...] não é suficiente mencionar as conseqüências do desenvolvimento científico e tecnológico, sem desenvolver uma consciência para a ação social responsável” (SANTOS; MORTIMER, 2001 p.108).

Richetti e Pinho-Alves (2009) buscaram analisar a partir de entrevistas, com cinco professores de Química do Ensino Médio, como o tema da Automedicação contribui para o ensino de química contextualizado. Eles apresentam a partir da análise das entrevistas muitas possibilidades didáticas e dificuldades enfrentadas nesse desafio e concluem que “[...] a contextualização auxilia na aprendizagem dos

conteúdos disciplinares, além de criar condições para que estes alunos constatem que não existem realidades absolutas" (RICHETTI; PINHO-ALVES, 2009, p.106).

Filho et al (2013) realizaram uma importante pesquisa quantitativa em vias de investigar concepções de professores de Ciências e de Humanas aplicando um questionário de opinião acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade. O trabalho foi realizado com 537 professores extraídos da amostra global. Foi possível identificar que as relações com CTS estão "[...] distante dos currículos e das salas de aula, apesar de contemplados nos documentos oficiais brasileiros" (FILHO et al, 2013, p.327) e os professores apresentam concepções avaliadas como "[...] crenças ingênuas são o reflexo do modelo de ensino ainda dominante na maioria das universidades" (FILHO et al, 2013, p.327).

Para terminar esse grupo, Rodrigues e Quadros (2020) buscaram refletir sobre a contribuição de abordagens CTS para o letramento científico de 79 estudantes de uma turma de Educação de Jovens e Adultos. A partir do desenvolvimento de uma sequência didática com o tema da Água foi possível identificar que "[...] o envolvimento dos estudantes da EJA com os problemas propostos durante as aulas foi fundamental para que eles se apropriassem de conceitos científicos necessários à resolução dos problemas" (RODRIGUES; QUADROS, 2020, p. 20). E, portanto, a "[...] escola pode ser um espaço de formação e de preparação de jovens e adultos para o exercício da cidadania de maneira mais crítica" (RODRIGUES; QUADROS, 2020, p. 21).

Em 2015, Suisso e Galieta produziram uma importante pesquisa que buscou "[...] averiguar as relações estabelecidas entre leitura/escrita e alfabetização científica (AC) e/ou letramento científico (LC) em textos de periódicos brasileiros de Educação em Ciências" (SUISSO; GALIETA, 2015, p. 991). Analisando 506 números de 18 periódicos as autoras selecionaram 21 artigos, mas somente em três essa relação era realmente feita. Por fim elas consideram "[...] uma vertente ainda pouco analisada: o papel da leitura e da escrita na almejada formação crítica dos alunos" (SUISSO; GALIETA, 2015, p.1006).

Por fim, o último artigo de letramento a ser apresentado é de Jorge e Peduzzi (2018). A partir da análise de desenhos lunares do século XVII foi possível investigar a não neutralidade da observação científica, e agora a *posteriori,* aprofundar as potencialidades de incrementar essas análises em uma importante discussão sobre Natureza da Ciência para compreensão e construção histórica do conhecimento.

Assim, ao identificar os 172 artigos separados, suas palavras-chave, anos de produção e principais objetivos de pesquisa e conclusões apresentadas, foi possível identificar que muitos termos são utilizados como sinônimos, existe uma variedade grande de termos diferentes para conceitos que se assemelham e por vezes se sobrepõem e ainda, diferentes escolhas de termos semelhantes para contextos e subáreas diferentes.

Ao questionarmos o que se configura como fundamental na área de pesquisa em Ensino de Ciências e Educação CTS e qual tendência vem sendo atribuída aos trabalhos através do editorial das revistas nos questionamos: Como isso é refletido na formação inicial? Qual é a base de sustentação dessas concepções que os professores apresentam? Essa polissemia contribui para uma concepção de ciências que é confusa e ultrapassada?

A existência de muitos termos e diferentes definições e aplicações para estes certamente refletem em uma dificuldade conceitual por parte dos alunos da graduação. Será investigado a seguir como esses termos são entendidos por alunos em formação inicial buscando compreender como os mesmos influenciam a compreensão de Ciência de futuros professores.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS QUANTITATIVOS

Nesse capítulo apresentaremos os resultados da análise quantitativa contemplando a amostra, a análise de confiabilidade do instrumento, índice de KMO e Bartlett, a análise de componentes principais e o rendimento geral dos estudantes.

Análise da amostra

O questionário foi respondido por 473 estudantes de Licenciaturas em Ciências, Ciências Biológicas, Física e Química de 35 instituições de Ensino Superior. Estes alunos foram alcançados e convidados a participar da pesquisa por meio de divulgação na internet, contato com coordenadores de curso e seções de graduação.

O quadro abaixo apresenta os dados de caracterização dos sujeitos respondentes:

Tabela 4: Caracterização da amostra N

Amostra		
N=473		
1ª GRADUAÇÃO	SIM	87%
	NÃO	13%
IDADE	ATÉ 18	8%
	19-21	40%
	22-24	28%
	25 OU MAIS	25%
GÊNERO	MULHER	52%
	HOMEM	46%
	NA	2%

Fonte: Elaboração própria.

Esse conjunto de sujeitos se configurou como uma amostra diversa que contemplou uma maioria de 87% de alunos em 1ª graduação, 68% possui de 19 a 24 anos, e representa uma divisão que se aproxima da real entre homens e mulheres na sociedade, 46% e 52% respectivamente.

Tabela 5: Caracterização da amostra N

Amostra		
N=473		
ANO	1º	19%
	2º	18%
	3º	23%
	4º	16%
	5º	13%
	6º OU MAIS	11%
LICENCIATURA EM	CIÊNCIAS	0,4%
	BIOLOGIA	36,6%
	FÍSICA	39%
	QUÍMICA	24%

Fonte: Elaboração própria.

Já em relação ao ano do curso e quais são os cursos desses alunos é possível verificar que houve uma participação proporcional de alunos de diferentes períodos de sua formação na universidade, sendo o curso de Licenciatura em Física o mais expressivo com 39% da amostra, seguido pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas com 36,6%, o curso de Licenciatura em Química com 24% e a participação de dois alunos de Licenciatura em Ciências da Natureza, somando 0,4% a amostra.

Quanto às Instituições de Ensino Superior (IES) que estes alunos estão vinculados:

Tabela 6: Distribuição dos estudantes nas IES.

IES	**Quantidade**	**Porcentagem**
Unesp	160	33,8%
USP	41	8,7%
UFSCar	34	7,2%
UFC	29	6,1%
UFPR	29	6,1%
IFSP	23	4,9%
UFSC	23	4,9%
UNB	13	2,7%
UFRGS	11	2,3%
UFSM	10	2,1%
FURG	9	1,9%
UTFPR	9	1,9%
UENP	8	1,7%
UFRR	8	1,7%
UDESC	7	1,5%
UFAM	7	1,5%
UERJ	6	1,3%
UERN	6	1,3%

UFF	6	1,3%
UFJF	6	1,3%
UFMT	4	0,8%
IFRS	3	0,6%
UFP	3	0,6%
UNIP	3	0,6%
IFRN	2	0,4%
UESC	2	0,4%
UFV	2	0,4%
UNIR	2	0,4%
IFRJ	1	0,2%
PUCRS	1	0,2%
UFPA	1	0,2%
UFPE	1	0,2%
UFRJ	1	0,2%
UFTM	1	0,2%
UNICAMP	1	0,2%

Fonte: Elaboração própria.

Análise de Confiabilidade

O instrumento final teve o alpha calculado em 0,727. Para atingir esse valor de alpha foram excluídas as assertivas, 2, 3, 4, 15, 21 e 23. Apresentaremos abaixo as imagens extraídas do Software SPSS para o cálculo do Alpha com os 18 itens restantes.

Figura 6 - Alpha de Cronbach do instrumento final com 18 itens

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	473	100,0
	Excluded[a]	0	,0
	Total	473	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,727	18

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

Também é possível verificar o que aconteceria com o valor de alpha se dentro desse conjunto de 18 itens alguns itens ainda fossem excluídos, analisando a participação de cada questão do instrumento da construção da fidedignidade interna deste instrumento.

Figura 7 - Alteração do Alpha caso o item seja excluído.

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Alfabetização científica e Letramento Científico são sinônimos]	53,82	31,826	,268	,720
A participação pública em decisões de C e T é uma habilidade desenvolvida pela Educação CTS]	52,97	34,236	,100	,732
A Educação CTS resulta na formação para o exercício pleno da cidadania.]	52,82	33,889	,170	,726
Contextualizar o ensino de Ciências resulta em alunos incapazes de tomar decisões conscientes na sociedade.]	52,74	30,586	,469	,699
A Educação em Ciências é indiferente à habilidade de tomada de decisões.]	52,84	29,449	,551	,689
O aluno aprende mais quando o ensino é focado na transmissão dos conceitos científicos.]	53,44	30,506	,513	,696
Contextualizar o conteúdo científico gera motivação no aprendizado do aluno.]	52,55	34,282	,189	,724
O aluno se interessa mais pelo conteúdo quando este é mais próximo a sua realidade social.]	52,51	34,411	,166	,726
A compreensão do conteúdo científico é independente da sua contextualização]	53,08	30,669	,494	,698
Compreender o conhecimento científico em rede, articulado, é mais importante do que compreender conceitos científicos específicos.]	53,40	33,935	,091	,736
A articulação dos conteúdos científicos aprendidos ocorre de modo mais significativo quando eles são ensinados de maneira separada]	53,50	29,734	,538	,691
A educação para a cidadania ocorre por meio da compreensão do método científico pelo aluno.]	54,25	33,407	,147	,731
A ciência e a tecnologia são neutras]	53,14	30,499	,357	,711
A tecnologia é a aplicação prática da Ciência]	54,52	32,517	,240	,722
As decisões sobre C e T devem ser compartilhadas entre os especialistas e a sociedade comum]	52,73	34,857	,043	,735
A inclusão de aspectos históricos e filosóficos é fundamental para entender a subjetividade da atividade científica]	52,55	34,235	,160	,726
A linguagem científica, o pensamento científico e a argumentação científica são sinônimos.]	53,37	30,082	,417	,704
A linguagem científica é acessível para a população.]	53,02	30,652	,449	,701

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

Ainda é possível verificar que o alpha poderia ser maior com a exclusão de três itens do questionário, porém julgou-se que é melhor que estes permaneçam para realizar a análise teórica dos padrões de resposta apresentado pelos alunos. É a partir dessa análise que o *software* SPSS faz sobre a correlação dos itens e o que aconteceria com o valor de alpha caso este item seja excluído que é possível fazer a exclusão das seis perguntas. Essas perguntas também apresentaram um valor negativo para os dois fatores, componentes da matriz extraídos na Análise de Componentes Principais.

KMO e Bartlett

Os valores para o KMO e o teste de esferecidade de Bartlett estão apresentados na figura abaixo. Como já foi explicado no item Teste Piloto, o aumento do valor de N e a diversificação da amostra ocasionaram o aumento no valor de KMO para 0,793 considerado bom e o valor de significância permaneceu 0,0. Assim foi possível prosseguir para a realização de uma análise exploratória e para a realização da Análise de Componentes Principais.

Figura 8 - Resultado do teste de KMO e Bartlett's.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,793
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1348,816
	df	153
	Sig.	,000

Fonte: Extraída do IBM SPSS (2020).

Análise de Componentes Principais

Tabela 7: Extração dos componentes principais do software SPSS.

Perg.	Component Matrix[a]	Component	
		1	2
1	Alfabetização científica e Letramento Científico são sinônimos	,393	-,248
5	A participação pública em decisões de C e T é uma habilidade desenvolvida pela Educação CTS	,091	,548

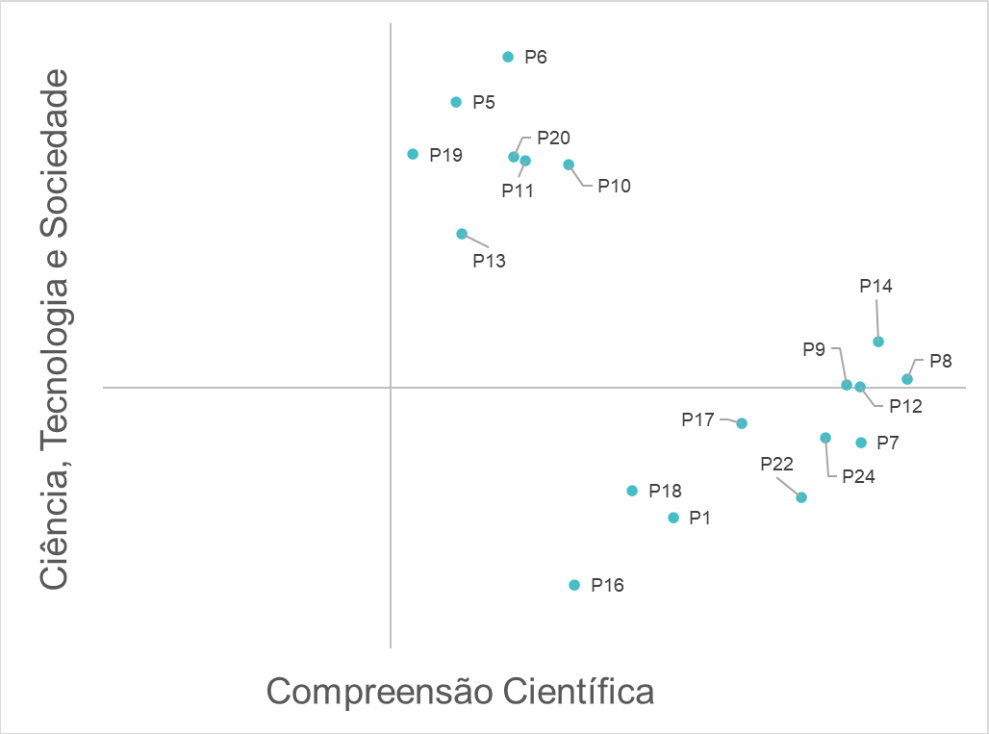
6	A Educação CTS resulta na formação para o exercício pleno da cidadania.	,163	,635
7	Contextualizar o ensino de Ciências resulta em alunos incapazes de tomar decisões conscientes na sociedade.	,653	-,104
8	A Educação em Ciências é indiferente à habilidade de tomada de decisões.	,718	,018
9	O aluno aprende mais quando o ensino é focado na transmissão dos conceitos científicos.	,633	,005
10	Contextualizar o conteúdo científico gera motivação no aprendizado do aluno.	,247	,428
11	O aluno se interessa mais pelo conteúdo quando este é mais próximo a sua realidade social.	,187	,436
12	A compreensão do conteúdo científico é independente da sua contextualização	,653	,003
13	Compreender o conhecimento científico em rede, articulado, é mais importante do que compreender conceitos científicos específicos.	,099	,295
14	A articulação dos conteúdos científicos aprendidos ocorre de modo mais significativo quando eles são ensinados de maneira separada	,679	,090
16	A educação para a cidadania ocorre por meio da compreensão do método científico pelo aluno.	,256	-,377
17	A ciência e a tecnologia são neutras	,488	-,068
18	A tecnologia é a aplicação prática da Ciência	,335	-,196
19	As decisões sobre C e T devem ser compartilhadas entre os especialistas e a sociedade comum	,030	,448
20	A inclusão de aspectos históricos e filosóficos é fundamental para entender a subjetividade da atividade científica	,171	,443
22	A linguagem científica, o pensamento científico e a argumentação científica são sinônimos.	,571	-,210
24	A linguagem científica é acessível para a população.	,605	-,095

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a. 2 components extracted.

Fonte: Elaboração própria a partir da extração do software IBM SPSS (2020).

A partir da redução de fatores a extração para dois componentes e da definição de qual eixo se refere a cada componente, a partir da similaridade entre as assertivas e conteúdo dos componentes que formam os eixos, é possível construir o gráfico abaixo:

Figura 9 - Análise dos Componentes Principais, gráfico de redução em 2 fatores



Fonte: Elaboração própria.

É possível verificar que as assertivas 5, 6, 10, 11, 13 e 19 e 20 se localizam concentradas na parte superior do gráfico com alta expressividade no componente CTS. Esse eixo que é composto por questões que avaliam a integração entre os setores CTS mostra que essas questões conseguem avaliar a relação que o aluno faz dos conceitos proporcionando a formação de uma concepção de Ciência que relacione Tecnologia e Sociedade de maneira satisfatória. Ainda é possível inferir que as questões que se localizam mais próximas ao ponto de intersecção dos componentes representam uma relação superficial entre os setores da sigla CTS.

Já as assertivas 7, 8, 9, 12, 14, 17, 22 e 24 se concentram de maneira mais expressiva no eixo que se chamou de Compreensão Científica. Além das questões que perguntavam diretamente sobre a compreensão dos conceitos científicos, a introdução de aspectos relativos ao pensamento, linguagem, argumentação e sistematização dos conteúdos.

O gráfico da ACP nos permite fazer algumas inferências, a partir do comportamento das variáveis, na relação que os eixos Compreensão Científica e CTS apresentam entre si, além de possibilitar enquadrar demandas para a formação inicial de professores de Ciências Naturais. É visível a separação dos blocos de assertivas

e o posicionamento do bloco mais expressivo para o componente CTS apresentou uma baixa correlação ao outro componente. Em outras palavras, essas assertivas representam uma boa correlação entre os eixos C, T e S e uma baixa compreensão científica, em comparado com outras assertivas. Assim, as relações e intersecções que os eixos apresentam entre si é mais significativa para as assertivas que apresentam baixa compreensão científica, e sendo a Ciência um desses eixos, a sua compreensão individual fica em segundo plano na discussão das relações com a Tecnologia e a Sociedade.

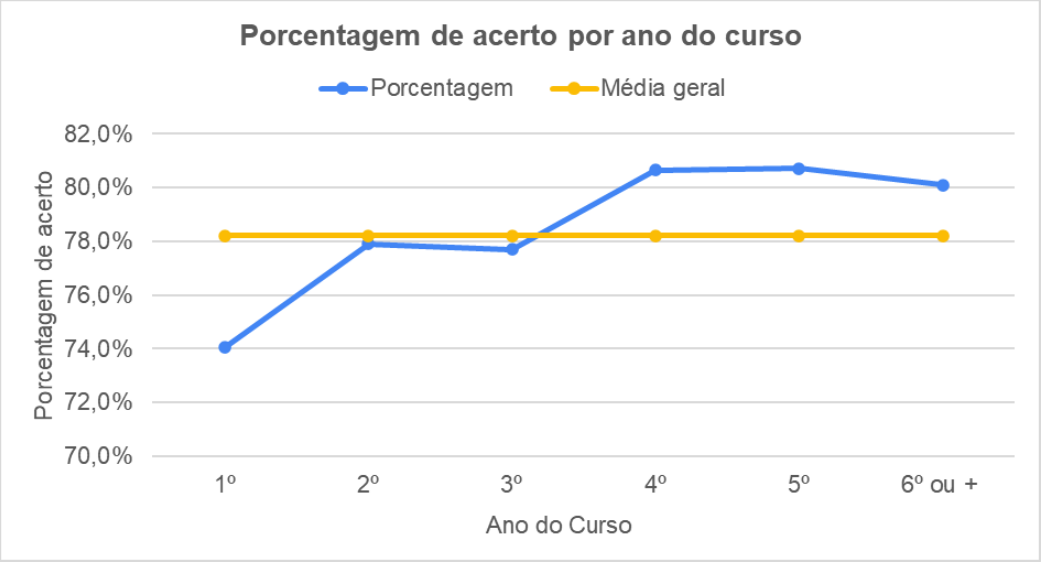
Quando analisamos o outro bloco, as questões do eixo compreensão científica, também por serem mais numerosas, não se concentram no gráfico de maneira tão visual, mas é possível identificar que as de maior expressividade no eixo se comportam próximo ao ponto 0 para CTS, o que corrobora com a hipótese anterior. Dessa maneira, é possível questionar essa relação entre a compreensão da Ciência e o comportamento do eixo CTS que representa as relações que a Ciência estabelece com a Tecnologia e a Sociedade.

Rendimento geral

A partir da atribuição de um valor numérico as respostas dos alunos, para a validação do *software* SPSS, também é possível comparar o resultado individual do aluno no questionário além de estabelecer comparações a partir das características desse aluno, como por exemplo o tempo do curso e qual curso ele está matriculado.

A nota total que poderia ser atingida no teste é 72, já que são 18 questões pontuando de 1 a 4. A média geral dos acertos foi de 78,21%. Quando comparamos o resultado dos alunos por ano o resultado é o mostrado abaixo:

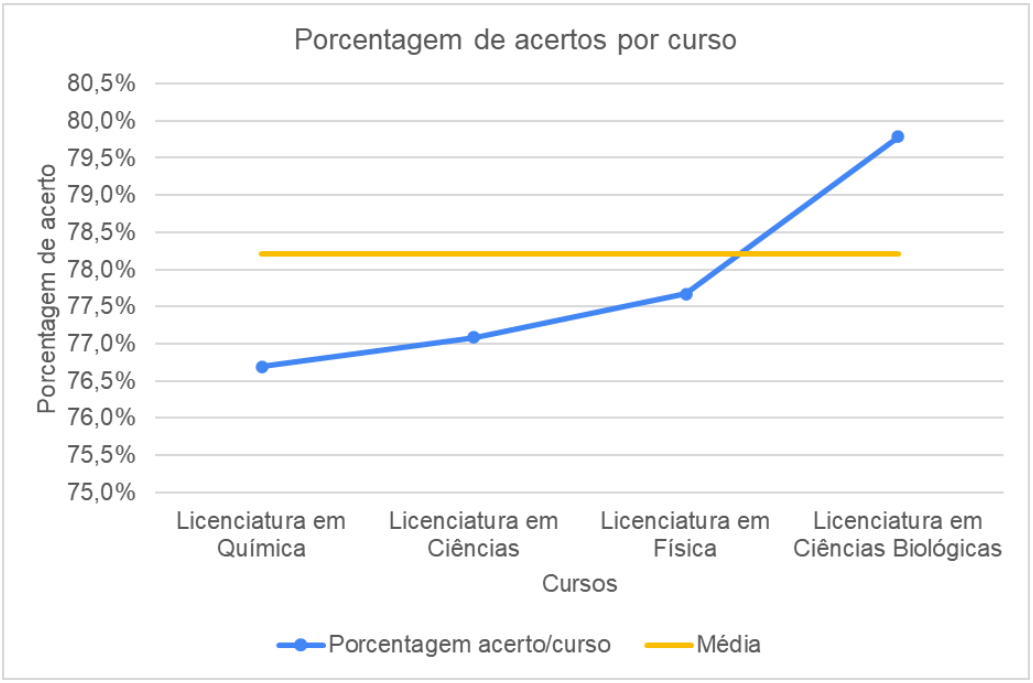
Figura 10 - Gráfico de rendimento por ano do curso.



Fonte: Elaboração própria.

Os alunos do 1º ano, ingressantes nas Licenciaturas atingem a menor média de acertos, 74,04%. No 2º e 3º anos os alunos se aproximam da média encontrada e no 4º e 5º ano encontraremos a maior pontuação do teste, 80,66% e 80,72%, respectivamente.

Figura 11 - Gráfico de rendimento por curso.



Fonte: Elaboração própria.

Apesar da média de rendimento apresentada pelos alunos da graduação poder ser considerada satisfatória atingindo acima de 74% em todos os anos da graduação ao analisar as questões em específico não é isso que ocorre, já que é possível verificar questões que apresentam mais de 90% de acerto e questões que não atingem 50% de acerto.

Vale ressaltar que os valores atribuídos são representações numéricas para os padrões de comportamento nas respostas da Escala Likert e podem ser consultados no capítulo de metodologia. Não necessariamente o valor 1, 2, 3 e 4 representam a mesma resposta em cada questão, e sim, representam a nossa atribuição de comportamento esperado dos alunos. Na discussão apresentaremos detalhadamente o rendimento de cada assertiva.

CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO

A partir das respostas dos 473 estudantes às 18 assertivas do instrumento foi possível realizar a Análise de Componentes Principais indicando os 2 eixos: Ciência, Tecnologia e Sociedade e Compreensão Científica. Ao visualizar o gráfico apresentado na figura 9 é possível identificar o comportamento das questões na intersecção desses eixos em dois principais concentrações das assertivas de alto valor de correlação CTS e baixa compreensão científica ou alta compreensão científica e baixa correlação CTS. A seguir, apresentamos a análise e interpretação dos resultados a partir da divisão da ACP.

6.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade

A partir da análise estatística dos dados e da redução do número de variáveis em dois componentes principais, as assertivas que tiveram maior correlação ao componente Ciência, Tecnologia e Sociedade serão discutidas a seguir.

Tabela 8 - Média, mediana e porcentagem de aproveitamento das assertivas do componente principal CTS

Nº	Pergunta	Média	Mediana	Porcentagem aproveitamento
11	O aluno se interessa mais pelo conteúdo quando este é mais próximo a sua realidade social.	3,79	4	94,87%
10	Contextualizar o conteúdo científico gera motivação no aprendizado do aluno.	3,76	4	94,03%
20	A inclusão de aspectos históricos e filosóficos é fundamental para entender a subjetividade da atividade científica.	3,76	4	93,97%
19	As decisões sobre C e T devem ser compartilhadas entre os especialistas e a sociedade comum.	3,58	4	89,38%
5	A participação pública em decisões de C e T é uma habilidade desenvolvida pela Educação CTS.	3,34	3	83,56%
13	Compreender o conhecimento científico em rede, articulado, é mais importante do que compreender conceitos científicos específicos.	2,91	3	72,73%
6	A Educação CTS resulta na formação para o exercício pleno da cidadania.	3,49	4	87,21%
16	A educação para a cidadania ocorre por meio da compreensão do método científico pelo aluno.	2,06	2	51,23%

Fonte: Elaboração própria.

Nosso interesse ao introduzir as assertivas que abordavam de maneira geral a contextualização do conteúdo a ser aprendido, se isso gera interesse ou motivação

no aluno e a relação com o seu aprendizado, é justificada já que a área dos Estudos CTS têm apontado a necessidade de aproximar os conteúdos da escola com a realidade do aluno e sua aplicabilidade na sociedade. No entanto, a abordagem CTS não se resume a contextualização dos conteúdos já que, inclusive, enxergamos que deveria ser um objetivo constante da Educação Básica alfabetizar em ciência e tecnologia buscando desenvolver uma formação para o letramento científico, sendo todos os conteúdos presentes no currículo relevantes para a vida dos alunos. Em outras palavras, não deveria ser função de uma proposta CTS ou qualquer outro nome atribuído a isso, e sim uma necessidade de um processo educativo em um mundo globalizado que busca preparar os alunos para viver em sociedade no século XXI.

Domiciano e Lorenzetti (2020) analisaram as abordagens da Educação CTS em um curso de formação inicial de professores em Ciências, a partir da percepção e prática dos formadores de professores. Foi possível separar em duas grandes categorias, percepções de uma Educação CTS reduzida e outra crítica, sendo na primeira categorizados exemplos de concepções que entendem a tecnologia como aplicação prática da Ciência, tecnocracia, entre outros. Já para uma proposta crítica: contextualização, interdisciplinaridade, problematizações, entre outros.

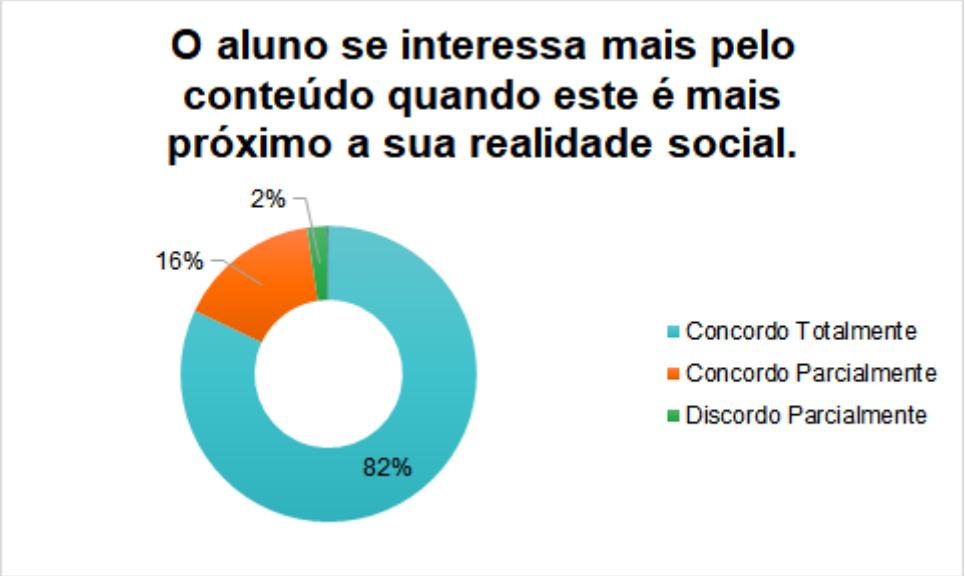
> Além da contextualização, entende-se como básico em uma proposta de educação CTS crítica, a abordagem interdisciplinar dos conhecimentos. Uma postura disciplinar, centrada apenas em conhecimentos científicos e tecnológicos para olhar o mundo e tomar decisões, reforça as concepções ingênuas de neutralidade e tecnocracia (DOMICIANO; LORENZETTI, 2020, p.6).

Dessa maneira, além da contextualização e de uma abordagem interdisciplinar, os autores apresentam a necessidade da Educação CTS ser trabalhada com diálogo proporcionando aos alunos entenderem-se sujeitos históricos, trabalho com problematizações em situações reais e que exijam uma análise para além do científico na tomada de decisões. Sendo a contextualização, uma das abordagens que mais apareceu na análise em questão com 193 ocorrências, ficando atrás somente da Natureza da Ciência e Tecnologia, é compreensível os resultados que foram encontrados no instrumento desta pesquisa.

Algumas questões do instrumento, que serão apresentadas a seguir, avaliaram a relação da contextualização com o Ensino, seja pelo despertar do interesse no aluno, a sua motivação frente a situações mais ou menos próximas à sua realidade

social e a relação com outras habilidades de interesse para o ensino de ciências, como a tomada de decisões e a formação para o exercício pleno da cidadania.

Figura 12 - Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 11 sobre interesse e realidade social.



Fonte: Elaboração Própria.

Ao afirmar que o aluno se interessa mais pelo conteúdo quando este é mais próxima a sua realidade social esperávamos que os alunos concordassem com essa afirmação, e esse foi o comportamento da massiva maioria dos estudantes, 82%, que concorda totalmente com a afirmativa. O interesse do aluno neste caso pode ser entendido pelo fato que se aquele conteúdo faz sentido, é algo que ele vivência e tem curiosidade de entender o funcionamento ou se aprofundar naquele aprendizado. Também 16% concorda parcialmente e 2% discorda parcialmente. Não tiveram respostas discordando totalmente dessa assertiva.

Em comparativo com as outras assertivas, que envolviam a contextualização e a aproximação do conteúdo à realidade do aluno, são verificadas uma alta porcentagem que acompanha alguns consensos na área de Educação. Talvez nessa assertiva em específico possa ter havido alguma interpretação quanto a realidade social, se é referente a classe econômica ou ainda, a ausência de interesse em aprender sobre outros conceitos que não estejam na minha realidade, como conhecer o sistema político-social de outro país, por exemplo.

Alguns trabalhos confirmam essa alta porcentagem sobre o interesse do aluno no conteúdo que é apresentado de maneira próxima a sua realidade social e eventuais

desdobramentos dessas práticas pedagógicas, mas também apresentam possíveis incongruências na contextualização do ensino realizada pelo professor.

Pontes et al (2008) analisaram a realização de práticas de sala contextualizadas no ensino de química e enquanto 62,06% dos professores participantes afirmaram utilizar a contextualização em suas aulas a média dos alunos que afirmavam que os seus professores faziam a mesma prática foi de 35,42%. Os autores refletem que “[...] a contextualização de conteúdos assume diferentes significados tanto para o aluno quanto para o professor” (PONTES et al, p.7). Também reconhecem que os professores realizam aula sem o “[...] objetivo de despertar o interesse por conteúdos muitas vezes abstratos e aparentemente sem nenhuma relação com o dia-a-dia do alunado” (PONTES et al, p.9).

Targa, Paim e Paredes (2011) realizaram o planejamento e execução de uma sequência didática na disciplina de Biologia com estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Durante 12 horas de aula foram utilizados diferentes recursos metodológicos para medir o interesse e motivação dos alunos nos temas em questão.

> Percebemos a importância do professor como estimulador do interesse e da motivação. Essa instigação pode ser feita por meio de aulas bem planejadas, diferenciadas e com a utilização de recursos didáticos que propiciem o interesse dos estudantes e sua conseqüente motivação. Os estudantes possuem suas particularidades e respondem diferentemente a diferentes estratégias didáticas. Todavia, o professor pode adaptá-las, visando atender à necessidade da turma como um todo (TARGA, PAIM e PAREDES, 2011 p.12703).

Seguindo as assertivas desse componente CTS da ACP, a figura abaixo mostra o resultado que 78% dos alunos concorda totalmente que contextualizar o conteúdo científica gera motivação no aprendizado do aluno, comportamento que era esperado nessa assertiva dos licenciandos. Enquanto 21% concorda parcialmente e 1% discorda parcialmente. Também não houve respondentes que discordaram totalmente dessa afirmação.

Figura 13 - Padrão de respostas dos estudantes para assertiva número 10 sobre motivação.

Fonte: Elaboração Própria

Maffi et al (2019) investigou a partir de uma análise textual discursiva qual a percepção que 17 professores têm sobre a contextualização para a aprendizagem de Ciências e Matemática. No geral, os professores entendem que a contextualização é uma forma de aprender mais significativa e um fator de motivação.

Os docentes participantes da pesquisa "[...] percebem que a contextualização possibilita a construção de significações e relações entre os saberes, aqueles que os estudantes já possuem, com os conhecimentos científicos" (MAFFI et al, 2019, p.89) e também,

> [...] o aproveitamento do conhecimento que o aluno já traz, além da consideração sobre as curiosidades que a turma apresenta sobre os assuntos, faz com que os estudantes se interessem mais pelas aulas. Para tanto, os participantes da pesquisa apontam que a contextualização em Ciências e Matemática favorece a aprendizagem e, por meio de reflexões pertinentes que fujam da superficialidade e superem o senso comum, possibilita a apropriação de conhecimentos científicos. Além disso, evidencia-se que aulas contextualizadas permitem verificar a aplicabilidade dos conceitos estudados, promovendo maior interesse e participação (MAFFI et al, 2019, p.89).

Outro resultado semelhante foi observado por Braga, Martins e Conrado (2019, p.130) ao avaliar a construção de argumentos para a resolução de problemas com questões sócio científicas. Os autores identificaram que os conteúdos de natureza científicas "[...] foram mobilizados de forma secundária, pois o foco esteve em outros

aspectos. Isso mostra, por um lado, a influência do contexto de formação desses estudantes".

Podemos entender que a motivação é uma forma de gerar interesse em aprender e quando comparamos as duas últimas assertivas, elas se assemelham em resultado já que a aproximação com a realidade social gera interesse e a contextualização (gerar contexto) motiva o aluno.

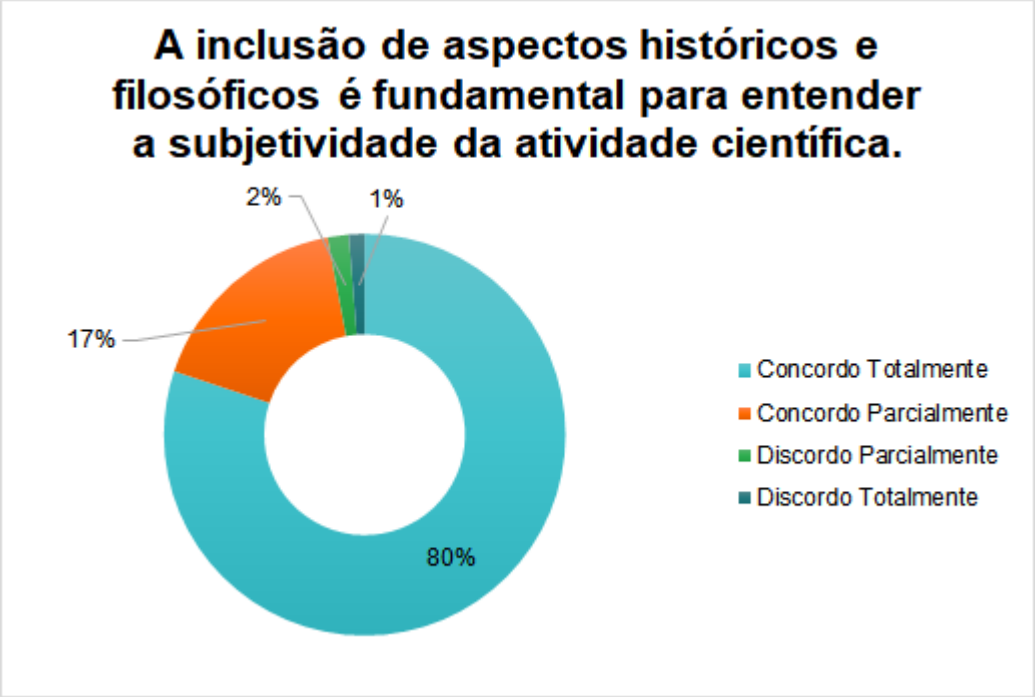
Maffi et al (2019) defende que essa motivação pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem pois "[...] além de contribuir para a compreensão de fenômenos e conhecimentos científicos" ajuda os alunos a "[...] estabelecer relações desses aspectos com o contexto em que vive, com criticidade, com vistas a compreender esse contexto, superando o senso comum." (MAFFI et al, 2019, p.80). A influência que o contexto pode causar na compreensão do conteúdo científico também foi tópico da assertiva número 12 que será discutida no componente Compreensão Científica devido ao comportamento estatístico de respostas a essa questão.

A introdução do contexto também é fundamental quando a abordagem frente a Ciência e Tecnologia será realizada de maneira histórica, considerando a sua natureza de desenvolvimento. Algumas assertivas abordaram desde a subjetividade da construção das ciências, relacionando a participação da sociedade nas decisões desses setores e o papel do cientista, do técnico neste processo, até a neutralidade dessa produção.

Esperamos que os alunos em formação para atuarem como professores sejam capazes de construir uma noção de Ciência que demonstra na própria abordagem "[...] como o conhecimento científico é produzido, validado e comunicado, considerando as particularidades epistemológicas da ciência de forma explícita (AZEVEDO; SCARPA, 2017, p.581), sendo fundamental entender que "[...] a ciência não é algo dado, acabado, natural, mas uma construção. Não existe 'descoberta' acidental, nem tampouco os cientistas trabalham desinteressadamente" (SCHEID, FERRARI, DELIZOICOV, 2005, p.231).

Na assertiva número 20, afirmamos que incluir aspectos históricos e filosóficos é fundamental para entender a subjetividade da atividade científica e esperávamos dos alunos que concordassem conosco. Vejamos a seguir o comportamento das respostas:

Figura 14 - Padrão de resposta dos estudantes à assertiva número 20 sobre a compreensão da subjetividade da Ciência.



Fonte: Elaboração própria.

A grande maioria dos alunos concorda totalmente (80%) que é necessário incluir aspectos históricos e filosóficos para entender a subjetividade da atividade científica e ainda, 17% concorda parcialmente com essa afirmação. Isso reafirma o que já apresentamos acerca da necessidade de incluir esses aspectos na formação dos professores, já que "[...] contribui para uma nova forma de conceber a ciência como conhecimento dinâmico, produzido por seres humanos com limitações, utilizando aparelhos nem sempre tão perfeitos" (SCHEID, FERRARI, DELIZOICOV, 2005, p.231).

Ao incluir aspectos históricos e filosóficos, apresentam-se as pessoas por traz da construção da Ciência, para além de uma imagem distorcida da atividade científica (GIL-PEREZ et al, 2001) é preciso entender o contexto social, político, econômico e todas as outras possíveis interferências que essa pessoa sofre ao propor uma teoria ou explicação na Ciência e não a apagar para tornar a ciência mais objetiva, menos subjetiva.

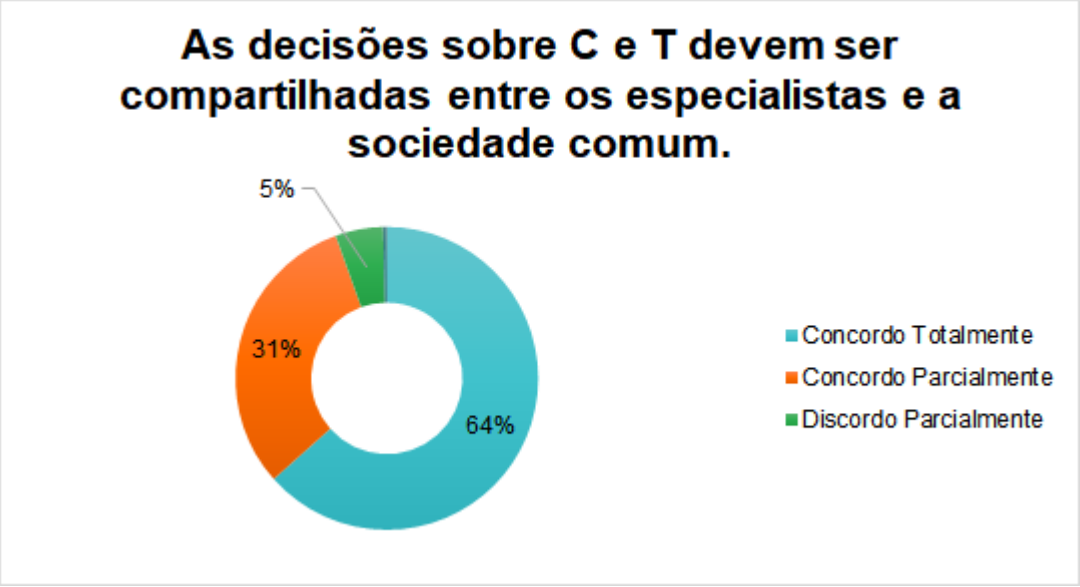
Quando se apaga o sujeito, o cientista envolvido na produção da ciência e as possíveis subjetividades que ele traria consigo "Obliterando-o obtém-se a imagem de uma objetividade absoluta, independente de qualquer projeto humano. É uma maneira

de absolutizar a visão científica e nossa visão do mundo, e de velar-nos a sua particularidade" (FOUREZ, 1995, p.52).

Para além de compreender funcionamentos básicos, interpretar fenômenos e possivelmente entender a subjetividade de um processo de construção que é histórico e embebido de diferentes influências, pessoais, sociais, econômicas, etc, os estudantes se posicionam favoravelmente a necessidade de envolver a população nas decisões sobre Ciência e Tecnologia.

Também é fundamental incluir aspectos históricos da construção da atividade científica pois estes serão fundamentais para o aluno conhecer o processo de desenvolvimento da Ciência. Em contextos como da pandemia de COVID-19, apresentada nocapítulo 1, é importante para distinguir o que é Ciência do que não é, questionar fontes, a relação com a Sociedade em momentos de produção de Tecnologia e contribuir para a defesa do que é científico.

Figura 15 - Padrão de resposta dos estudantes da assertiva número 19 sobre o compartilhamento entre sociedade e cientistas.



Fonte: Elaboração própria.

Podemos verificar que 64% concorda totalmente e 31% parcialmente que as decisões acerca da C e T devam ser compartilhadas entre diferentes setores da sociedade, relacionando os especialistas e a sociedade comum, 5% discorda parcialmente disso. A atividade científica "[...] precisa ter um controle social que, em

uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T.” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.96).

Envolver a população nas tomadas de decisão sobre C e T relacionam diferentes âmbitos de reflexão em um modelo democrática de participação, e por isso atribuímos a pontuação 4 ao concordo totalmente nessa assertiva, já que entendemos que relacionar de maneira significativa CTS é realizado no processo educativo para que o aluno, como cidadão, seja capaz de participar das decisões sobre Ciência e Tecnologia e isso só ocorrerá a partir do compartilhamento entre especialistas e a sociedade comum.

Almeida (2020) soma a essa complexidade um caráter social, já que a partir de uma desigualdade que só se expande no mundo globalizado, cada vez mais a população fica externa às instâncias de produção do conhecimento, se fortalecem esferas de resistência ao intelectualismo e a Ciência se encontra em crise.

Voltando a pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia realizada em 2019 pelo CGEE, o envolvimento da sociedade com os especialistas em questão pode ser questionado a partir da visão que a população tem sobre os cientistas. Apresentaremos a seguir 2 conjuntos de dados sobre o assunto. O primeiro, é uma série histórica da imagem que é atribuída ao cientista. É possível verificar que a maioria acredita que são pessoas inteligentes que fazem coisas úteis a sociedade, mas em 2019, houve uma queda nesse padrão. Também aumentou a crença que são pessoas comuns com treinamento especial e que servem a interesses econômicos específicos.

Figura 16 - Gráfico de comparação histórica extraído do relatório de CGEE.

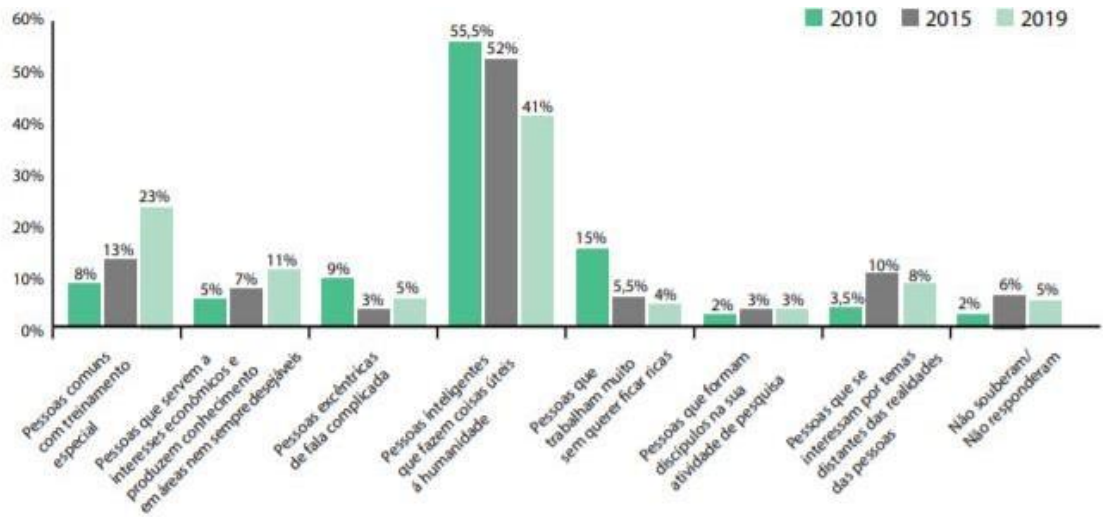
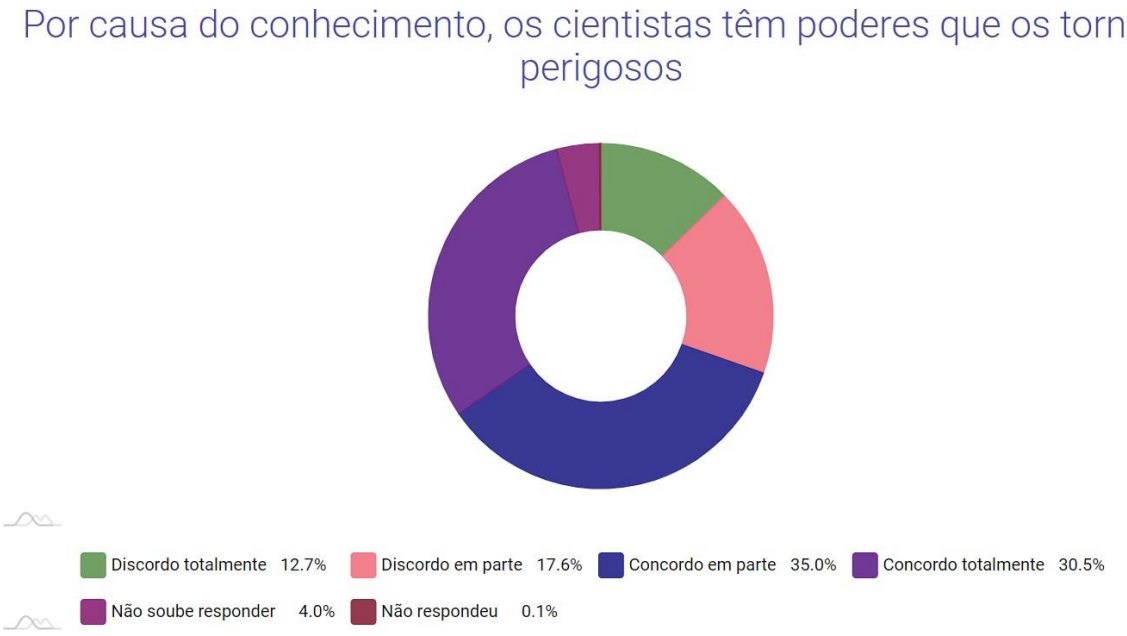


Gráfico 2 – Percentual dos entrevistados em 2006, 2010, 2015 e 2019, segundo a opinião sobre a imagem dos cientistas

Fonte: Brasil (2019).

O segundo gráfico é o padrão de resposta da população para a concordância de que os cientistas ao terem conhecimento específico, se tornam perigosos. É possível verificar que a maioria concorda com essa afirmação, aproximadamente 30% concorda totalmente e 35% em partes.

Figura 17 - Gráfico extraído da análise de resultados da pesquisa de PCPCT.

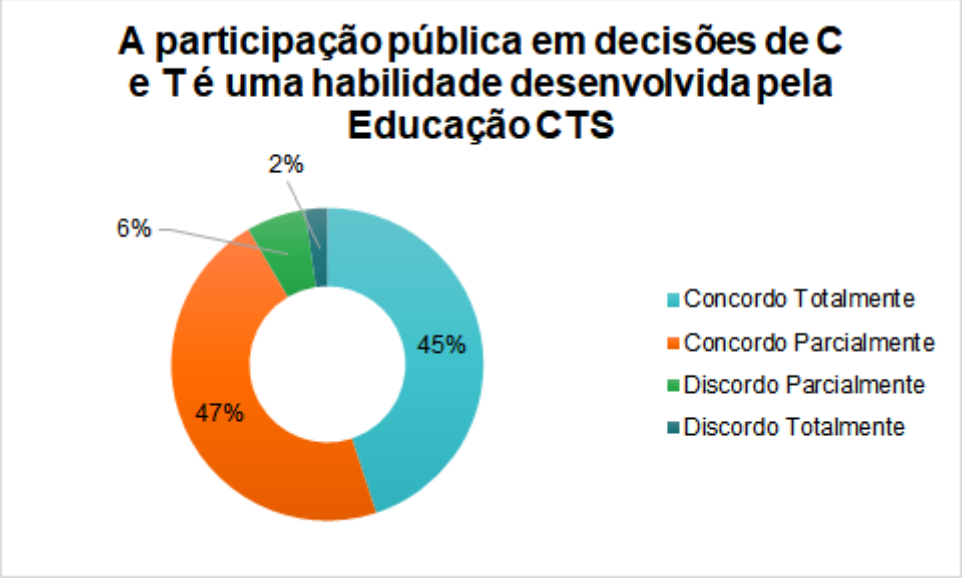


Fonte: Brasil (2019)

Isso mostra que ainda é necessário que a população conheça a natureza da Ciência e da Tecnologia e se aprofunde nas pluralidades que o conhecimento pode apresentar. Não estaria de todo errado pensar que quem interpreta de maneira mais consciente os fenômenos da natureza e consegue participar de maneira mais democrática dos processos decisórios na sociedade tem vantagens, mas configurar o poder dos cientistas em geral como perigosos é problemático. A utilização da Ciência produzida pela humanidade é intencional e não pode ser omitida da discussão, mas qual a participação do sujeito cientista? Para aprofundar a intencionalidade dos produtos da atividade científica ver a distribuição de resultados das assertivas número 17 e 18 que serão apresentadas no bloco do componente de Compreensão Científica.

O envolvimento da sociedade nas decisões sobre C e T pode ocorrer, em democracias mais participativas, a partir da participação mais efetiva da população nas decisões que envolvem a produção dessas áreas. Afirmamos para os alunos que essa habilidade poderá ser desenvolvida a partir de uma proposta de Educação CTS, abaixo o padrão de concordância com essa assertiva:

Figura 18 - Padrão de respostas dos estudantes para a participação pública em CeT.

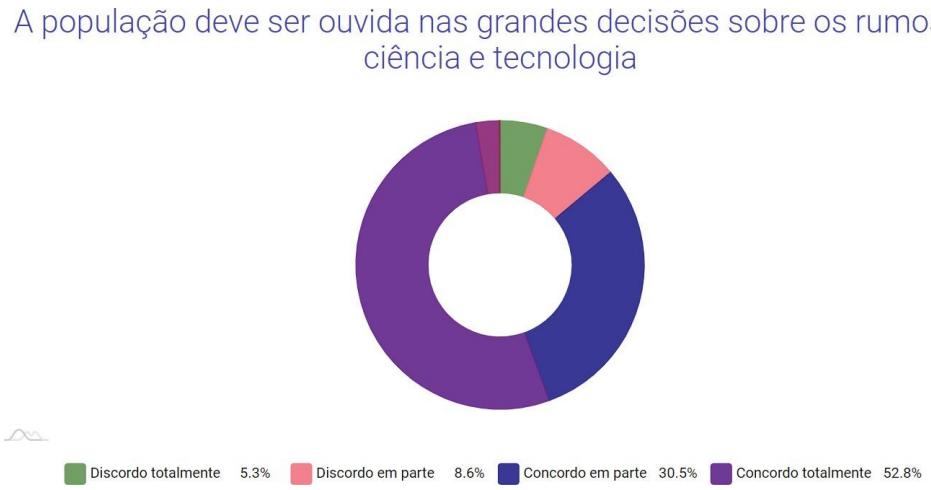


Fonte: Elaboração própria.

Quando perguntamos aos alunos sobre a habilidade de participação pública nas decisões sobre Ciência e Tecnologia 45% concorda totalmente e 47% concorda parcialmente que a Educação CTS promove essa habilidade, 6% discorda parcialmente e 2% discorda totalmente dessa afirmação. A maior pontuação foi atribuída aos alunos que concordaram totalmente com essa afirmação.

Analisando os resultados da última pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia realizada a nível nacional pelo Brasil (2019) é possível verificar que a massiva maioria dos brasileiros quer ser ouvida no que tange as decisões sobre os rumos dessas áreas, 52,8% concorda totalmente com a afirmação e 30,5% concorda em partes.

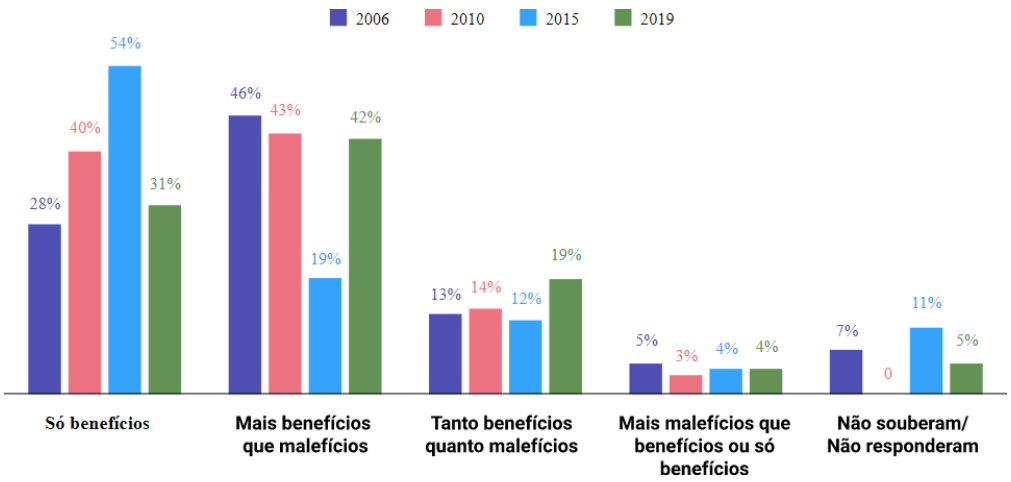
Figura 19 - Resultados da pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia.



Fonte: Brasil (2019).

Além dos outros resultados já apresentados vale também ressaltar aqui a visão acerca dos benefícios e malefícios que os brasileiros têm sobre a Ciência.

Figura 20 - Resultados da pesquisa de percepção pública em Ciência e Tecnologia.



Fonte: Brasil (2019).

Esse resultado historicamente mostra que a grande maioria enxerga benefícios ou ainda mais benefícios que malefícios. Poucas pessoas apontam que os dois tem o mesmo peso ou ainda que existem mais malefícios. Vale destacar também que por ser um resultado em série histórica, da edição de 2015 para 2019 é possível visualizar uma alteração na inclusão de mais pessoas que enxergam possíveis malefícios também nos resultados da Ciência.

Algumas questões que podem ser levantadas a partir da análise e reflexão desses dados são: Qual a relação entre a Educação CTS e a participação pública em Ciência e Tecnologia, e ainda qual a relação da participação que a população espera ter nas decisões quando a visão acerca da ciência é positivista? É diferente nos cursos de formação de professores?

Além do que já foi apresentado, nessa edição da pesquisa do CGEE (Brasil, 2019) foi aferida diferentes noções sobre a Ciência e é possível verificar que apesar da visão dos benefícios ser maior e ainda, da vontade da população de participar das decisões sobre C e T, os respondentes não conhecem alguns conceitos básicos da Ciência, como o funcionamento dos antibióticos, por exemplo.

> Particularmente preocupante foi o desconhecimento dos brasileiros quanto ao uso de antibióticos, especialmente considerando que o uso excessivo e inadequado de tais medicamentos é a principal causa de resistência antimicrobiana no mundo e também importante problema de saúde pública: 73% dos respondentes acreditam que os antibióticos matam vírus (BRASIL, 2019, p. 20).

Esses dados confirmam que apesar do interesse em participar das discussões sobre Ciência e Tecnologia é demonstrado pela população uma visão que enxerga mais benefícios em detrimento de questionar possíveis riscos, além da falta de conhecimento de alguns princípios básicos sobre o fundamento de conceitos científicos. Nesse sentido, a democratização do processo de tomada de decisões também engloba a necessidade de promover uma inclusão, do ponto de vista de deficiência em entendimento, na esfera científica.

O controle social sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia é um debate político que envolve diferentes instâncias de participação, sendo necessário "[...] incluir a sociedade nos processos de tomada de decisões em temas relativos à CT, tornando essa dinâmica mais democrática, em detrimento a modelos de decisões puramente técnicos, tecnocráticos" (ROSO, AULER, DELIZOICOV, 2020, p.227).

Por isso, será

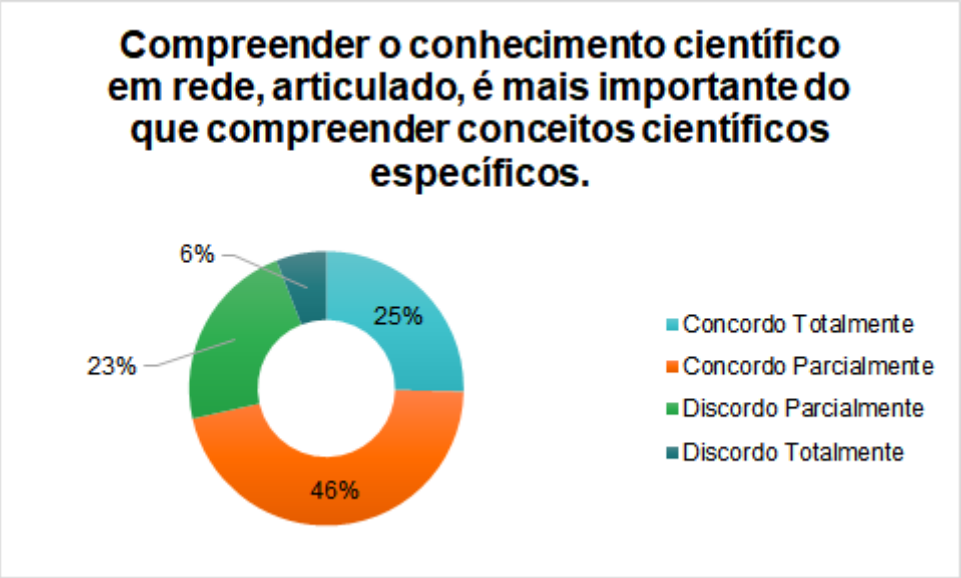
> [...] necessário que as ações de popularização da C&T sejam pensadas e implementadas considerando as contribuições dos Estudos CTS e uma visão crítica sobre a comunicação pública da ciência. O objetivo dessa conjunção é fomentar um entendimento sobre C&T em suas dimensões econômicas, culturais e políticas (LIMA, NEVES e DAGNINO, 2008, p.7).

Dessa maneira o indivíduo poderá ampliar o seu entendimento acera dos fenômenos que ocorrem no seu dia a dia, capacitando-se assim para possíveis debates acerca do direcionamento das inovações científicas e tecnológicas. Poderemos então estimular sua participação pública nessas escolhas, contribuindo para a "[...] inclusão dos interesses de grupos sociais tradicionalmente deixados à margem dos benefícios que o desenvolvimento científico e tecnológico pode proporcionar" (LIMA, NEVES e DAGNINO, 2008, p.1).

Nos objetivos desta pesquisa, apresentamos o questionamento de identificar se a fragmentação dos conceitos na formação inicial do aluno prejudicava de alguma maneira a sua compreensão de Ciência, podendo interferir na transposição didática do conteúdo relacionando todas as esferas que já foram anteriormente comentadas. Também incluímos outro objetivo de compreender se CTS realiza uma abordagem integradora que auxilia a superar possíveis obstáculos epistemológicos oriundos da compreensão que os alunos têm da natureza do conhecimento científico.

A próxima assertiva relacionou a compreensão do conhecimento científica de maneira articulada ou específica, sendo que esperávamos que os estudantes valorizassem uma compreensão articulada ao invés da obtenção de conceitos específicos. Outras perguntas além dessa também investigavam a relação dos conceitos e de maneira geral, as respostas para essas assertivas se mostraram dispersas e não refletiu o que vinha sido verificado em algumas perguntas anteriores.

Figura 21 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva sobre a articulação dos conteúdos em rede.



Fonte: Elaboração própria.

Nesse caso, a compreensão do conhecimento científico articulado é prioridade para 25% dos estudantes que concordou totalmente e 46% que concordou parcialmente. Ainda, 23% discordou parcialmente e 6% totalmente da afirmação.

Os alunos apresentam uma leve tendência a concordar com essa afirmação. Identificamos que talvez essa tendência não seja maior por dois principais motivos. A utilização do termo “importante” na redação da afirmativa faz com que o aluno decida entre a compreensão em rede, um entendimento mais macro da Ciência e de suas relações ou de uma compreensão do conceito de maneira específica e decidir o que é mais importante para a formação do aluno possa gerar essa discordância.

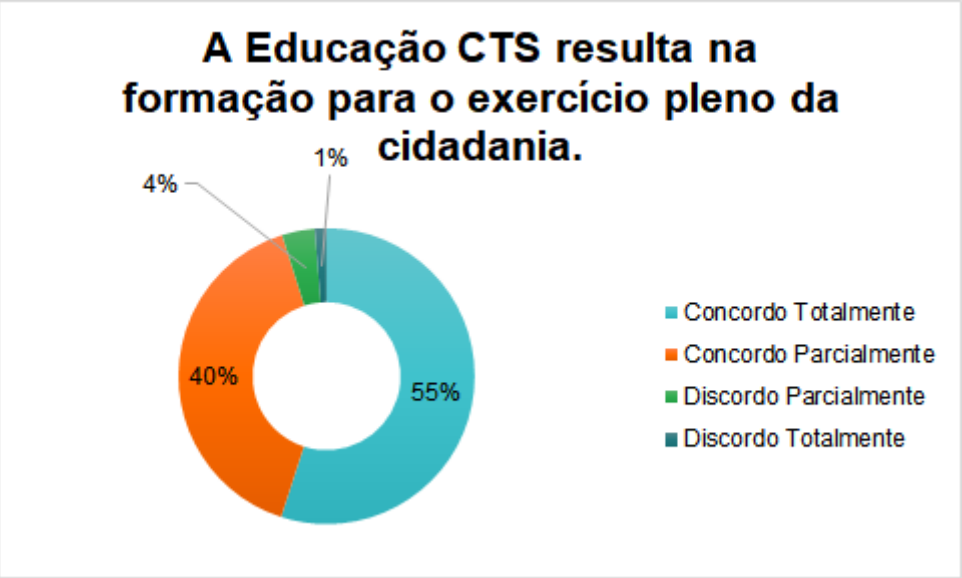
Outra maneira de interpretar é entender se esse padrão de comportamento de concordância não reflete uma visão de Ciência que esses próprios estudantes em formação inicial apresentam sobre a maneira como os conhecimentos científicos são articulados e qual o peso na própria formação deles em aprender conhecimento científicos específicos da área bruta ou entender a maneira que esses conhecimentos se articulam e configuram a rede de produção da Ciência.

Já vimos aqui que por vezes a Ciência não é entendida como o produto de uma produção humana e coletiva, que trabalha também em rede para a construção de novos conhecimentos científicos. Outro fator que se apresenta como consequência desse ensino fragmentado é aprofundado a frente, que dentro do processo e

construção do instrumento era entendida como uma interpretação simples de texto já que algo não pode ser articulado e separado ao mesmo tempo. Essa análise pode ser aprofundada consultando o padrão de respostas presente na assertiva número 14, do componente Compreensão Científica.

Essa concepção que os professores em formação inicial apresentam sobre o desenvolvimento, articulação e compreensão do conhecimento científico poderá influenciar diretamente a concepção que será desenvolvida pelos estudantes em suas formações em Ciência em caráter escolar, e no sentido mais amplo, pode privar esse aluno de conhecer a plenitude de possibilidades da sua formação científica, além de prejudicar a sua capacidade de se posicionar, articulando esses conhecimento para a sua tomada de decisões individual ou coletiva e entender a complexidade das relações que acontecem entre a Ciência, a Tecnologia e Sociedade.

Figura 22 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 6 que envolve a formação para o exercício pleno da cidadania.



Fonte: Elaboração própria.

Quando abordamos a formação para o exercício pleno da cidadania, verifica-se que 55% concorda totalmente que este é o resultado da Educação CTS e 40% concorda parcialmente com a afirmação. Apenas 4% discordou parcialmente e 1% discordou totalmente, o que condiz com a literatura da área e o comportamento esperado dos alunos.

É interessante analisar que mesmo sem as devidas definições do que entendemos como Educação CTS e do que seria uma formação para o exercício pleno da cidadania, ou ainda, o que seria cidadania nesse contexto, a maioria dos alunos assume que é uma consequência do Ensino pautado nos pressupostos CTS.

É comum que os trabalhos na área de CTS discutam a necessária introdução de alguns aspectos na prática educativa ou ainda que utilizem essa abordagem como uma possibilidade de aprimoramento de uma educação por vezes apresentada como precária, com diferentes pontos de melhoria (SANTOS, 2011; PRAIA, CACHAPUZ, GIL, 2002; MARTINS, 2020). No entanto apesar dos comuns benefícios apresentados pelos trabalhos é pouca a presença de direcionamentos de como isso será realizado ou ainda, de pressupostos como estes nos cursos de formação inicial.

Pinhão e Martins (2016) problematizaram a relação que o Ensino de Ciências tem com a formação para o exercício da cidadania, já que cidadania é um conceito tão complexo e relacionado com cenários políticos que poderiam significar diferentes participações da população nas decisões a nível governamental. Por isso, é necessário aprofundar qual sentido esperamos dar a essas palavras e qual sentido é atribuído a elas nos documentos oficiais de educação. “Além disso, uma retórica que ignora a polissemia de conceitos tais como cidadania, democracia e participação esconde que estes podem estar presentes tanto em propostas progressistas quanto conservadores” (PINHÃO, MARTINS, 2016, p.11).

Nas propostas atuais de educação, a nível de políticas públicas, o acesso à educação de qualidade e o exercício pleno da cidadania tendem a aparecer como direitos dos cidadãos. Isso também é comum nas propostas de formação de professores, apesar de não se aprofundar o significado profundo de um sistema democrático ou do que seria o exercício não pleno, e talvez por isso, os sujeitos da pesquisa concordem com essa afirmação sem dificuldade.

> Apesar de se constatar um consenso praticamente unânime entre os professores sobre a formação para a cidadania, vale lembrar que, em geral, os textos sobre o assunto não apontam uma metodologia específica, uma “receita” perfeita para se conseguir formar cidadãos críticos, autônomos e participativos (SANTOS, 2006, p.1).

Historicamente o conceito de Cidadania vai aparecer nos documentos e nas propostas de governo desde 1931 com a Reforma Francisco Campos e mais tarde com a Reforma Capanema. Ambas realizadas durante os governos de Getúlio Vargas

incialmente já se referenciava a necessidade de formar cidadãos, mas na reflexão dos autores (PINHÃO; MARTINS, 2016) eram objetivadas duas formas de cidadania, a primeira que formaria para o convívio social e o trabalho e a segunda que formaria para o acesso à universidade e a consequente participação política.

Durante os períodos do governo Vargas e da ditadura militar existiu um retrocesso do entendimento de cidadania, que vem no sentido de cumprir deveres como cidadão já que a maioria dos direitos foram privados em alguns momentos desses períodos políticos. Na tentativa de formar mão de obra científica e tecnológica em um contexto de pós-guerras, o próprio ensino de Ciências vai sofrendo modificações que alteram desde os seus objetivos principais, aos currículos e a relação que este terá com uma formação que busca preparar o cidadão para a tomada de decisões responsável (SANTOS, 2007; PINHÃO, MARTINS, 2006).

Ao longo do seu desenvolvimento

> [...] a educação em ciências foi fortemente marcada pela valorização do conhecimento científico compreendido a partir de um viés positivista e por meio da adesão ao ensino do método científico como base para a construção de estratégias pedagógicas [...] fortalecido o objetivo de formar para o trabalho e cria-se uma grande dicotomia no interior do ensino, de um lado as disciplinas humanísticas, com a função de formar o cidadão, e do outro as disciplinas científicas, voltadas à formação do profissional/técnico/trabalhador. Estas últimas pautadas no ideário desenvolvimentista da época que trazia a ciência e a tecnologia como neutras e imunes à lógica do poder e do interesse de classes (PINHÃO, MARTINS, 2016, p.22).

Diante dessas relações que os objetivos do Ensino de Ciências podem apresentar variações estudadas historicamente quando relacionados à formação do cidadão, ainda refletindo sobre o papel da Ciência e da Tecnologia no desenvolvimento dessas sociedades e qual a participação da sociedade comum nas decisões que norteiam o rumo de modelos políticos participativos para essas áreas, é fundamental “[...] orientar o ensino de Ciências para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão” (SANTOS, 2006, p.1).

Portanto,

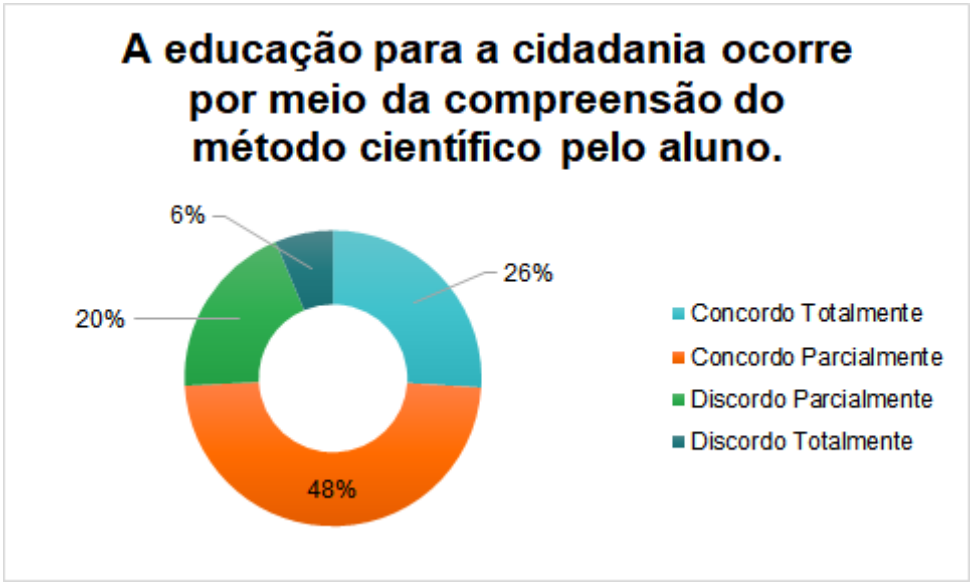
> [...] faz parte necessariamente da educação para a cidadania que o aluno consiga adquirir na escola a capacidade de entender e de participar social e politicamente dos problemas da comunidade e saiba posicionar-se

> pessoalmente de maneira crítica, responsável e construtiva com relação, por exemplo, a problemas científicos e tecnológicos que afetam toda a sociedade (SANTOS, 2006, p.1).

Aprofundados os conceitos mencionados na assertiva em questão, refletimos que a maioria de concordância com essa afirmação pode ser fruto de um possível desconhecimento das palavras abordadas no íntimo da pluralidade de significados que poderiam ser atribuídos a elas. Além é claro, de uma concordância por conveniência porque dentro da área de estudos CTS isso aparece com frequência como justificativa, confundindo-se até mesmo com os objetivos da própria educação, mesmo que não amparada por uma abordagem CTS, que é a de formar cidadão capazes de conviver em sociedade.

Esse comportamento dos alunos, frente a formação para o exercício pleno da Cidadania, pode ser mais aprofundado a partir da interpretação da próxima assertiva que correlacionou essa formação com a compreensão do método científico.

Figura 23 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 16 sobre Cidadania e Método Científico.



Fonte: Elaboração própria.

Quando afirmamos que a Educação para a Cidadania ocorre por meio da compreensão do Método Científico pelo aluno, esperávamos que os professores em formação entendessem que são conceitos que se relacionam, mas, infelizmente, na maneira como o Ensino de Ciências é apresentado no Brasil historicamente e realizado até os dias de hoje, não necessariamente representam uma relação que

agrega ao processo educativo de uma Educação Sistêmica. Pelo contrário, as propostas de Educação CTS apresentam objetivos que visam problematizar o método científico como única forma de fazer ciência e assim, popularizar o acesso e participação da população às discussões que envolvem Ciência e Tecnologia. Por isso, e atentando-se a complexidade atrelada a interpretação dessa assertiva, a pontuação 4 foi atribuída ao discordo totalmente.

Retomando a análise realizada na assertiva anterior (A Educação CTS resulta na formação para o exercício pleno da cidadania), 55% dos alunos concordou totalmente e 40% parcialmente com essa afirmação.

Seria interessante averiguar se talvez por método científico os sujeitos respondentes já estivessem considerando um método de construção de Ciência que considera esta, produto de uma atividade humana e subjetiva, e por isso, quando o aluno compreende o processo de construção dessa ciência (mais humanizada) ele atinge os objetivos apresentados com uma educação para a exercício pleno da Cidadania. Ou ainda, que esse conceito de cidadania é entendido de maneira mais simples como ser cidadão, e ter a capacidade de conviver na sociedade e entender processos científicos, vivenciar fenômenos da ciência sem necessariamente questionar a sua construção e/ou os fins do seu progresso e produtos.

Porém, com o padrão de respostas apresentado nas questões que envolviam os mesmo conceitos anteriores e o dessa pergunta em específico, no qual 26% dos alunos concorda totalmente e 48% concorda parcialmente, 20% discorda parcialmente e somente 6% discorda totalmente, verificamos que é urgente, na formação inicial, delimitar possíveis significados sobre os termos envolvidos e expandir a discussão acerca dos principais objetivos da Educação Científica, além da natureza de sua própria construção.

6.2 Compreensão Científica

O bloco de questões Compreensão Científica é composto de 10 assertivas que se aproximaram a partir da redução de fatores na análise dos componentes principais. O rendimento das assertivas desse bloco são apresentadas na tabela abaixo:

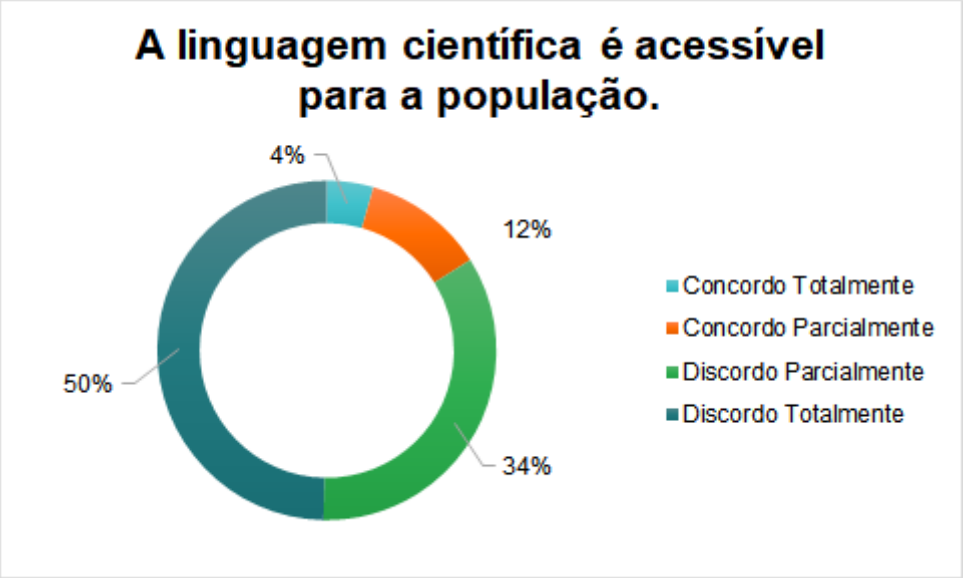
Tabela 9 - Média, mediana e porcentagem de aproveitamento das assertivas do componente principal Compreensão Científica.

Nº	Pergunta	Média	Mediana	Porcentagem aproveitamento
24	A linguagem científica é acessível para a população.	3,29	3	82,29%
22	A linguagem científica, o pensamento científico e a argumentação científica são sinônimos.	2,94	3	73,41%
1	Alfabetização científica e Letramento Científico são sinônimos	2,49	2	62,21%
17	A ciência e a tecnologia são neutras	3,17	4	79,33%
18	A tecnologia é a aplicação prática da Ciência	1,79	2	44,77%
12	A compreensão do conteúdo científico é independente da sua contextualização	3,23	3	80,66%
7	Contextualizar o ensino de Ciências resulta em alunos incapazes de tomar decisões conscientes na sociedade.	3,57	4	89,16%
8	A Educação em Ciências é indiferente à habilidade de tomada de decisões.	3,47	4	86,73%
9	O aluno aprende mais quando o ensino é focado na transmissão dos conceitos científicos.	2,86	3	71,62%
14	A articulação dos conteúdos científicos aprendidos ocorre de modo mais significativo quando eles são ensinados de maneira separada	2,81	3	70,24%

Fonte: Elaboração própria.

A maneira como a ciência é comunicada para a população, a partir da divulgação científica, produção das universidades e centros de ciência e, outras formas que poderiam ser aqui incluídas. Essa comunicação ocorre a partir de sua linguagem própria, com termos e significados próprios da Ciência e é parte fundamental da compreensão dos seus processos e, também da busca por um letramento científico para a população. Acerca de sua acessibilidade, os alunos afirmam que:

Figura 24 - Padrão de respostas dos estudantes na assertiva número 24 sobre Linguagem Científica.



Fonte: Elaboração própria.

É possível verificar que os alunos não acreditam de maneira geral que a Ciência tenha uma linguagem acessível para a população. 50% dos respondentes discordam totalmente da assertiva e 34% discordam parcialmente. Vale ressaltar que apenas 4% dos alunos afirma que concorda totalmente e 12% parcialmente com a acessibilidade da linguagem da Ciência para a população.

No capítulo 1 apresentamos algumas práticas de divulgação científica além das já tradicionalmente conhecidas e contextualizamos o momento atual que a divulgação e aproximação da Ciência passam na pandemia de COVID-19. Principalmente diante deste cenário foi possível verificar a facilidade da divulgação de informações, não necessariamente comprovadas cientificamente, utilizando-se de características da ciência, como a linguagem e opinião de especialistas, por exemplo remédios sem eficácia para a profilaxia de uma doença. Por esses motivos esperávamos que os alunos discordassem dessa assertiva.

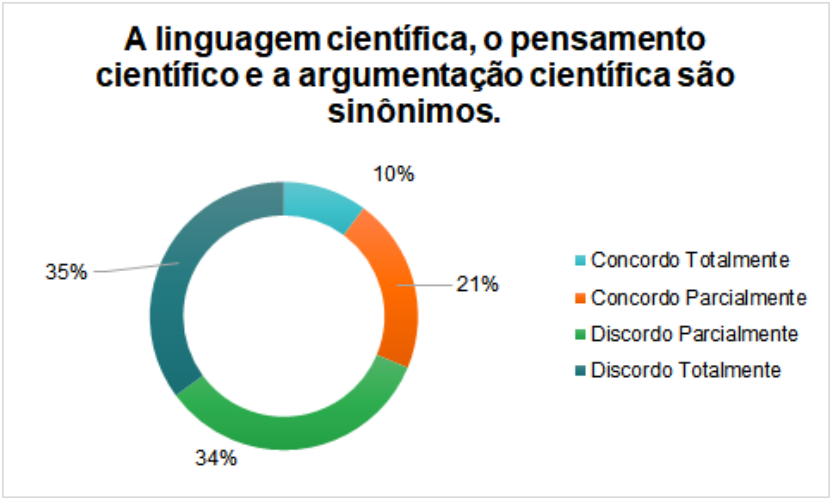
A partir de pesquisas que medem a percepção pública de Ciência e Tecnologia se pode conhecer os índices de confiança da população na Ciência além de muitos outros indicadores. Ainda não é possível mensurar o impacto que a pandemia causará na percepção pública sobre Ciência (ALMEIDA, 2020) e na maneira como a mesma é comunicada para a população.

Os resultados da última pesquisa realizada no Brasil, promovida pelo CGEE (Brasil 2019), apresenta dados da população sobre o conhecimento da Ciência brasileira e, indiretamente, a maneira como a linguagem da Ciência é compreendida pela população comum. Além do difícil acesso às instituições que promovam a divulgação científica, poucas pessoas sabem lembrar nomes de cientistas e/ou instituições que produzem Ciência e Tecnologia.

> Poucos entrevistados souberam citar o nome de um cientista ou instituição de ciências; 90% dos brasileiros não se lembram ou não sabem apontar um cientista do País; 3% não responderam; 88% não se lembram ou não sabem indicar instituição do setor. Nem mesmo as universidades foram muito citadas, embora sejam os principais centros de produção de conhecimento científico. (BRASIL, 2019, p.17)

A próxima pergunta analisada nesse bloco buscou investigar se os alunos enxergavam diferenças em possíveis níveis de obtenção do letramento/alfabetização científica abordando se a Linguagem, Pensamento e a Argumentação em Ciências seriam sinônimos. As motivações para incluir essa questão no instrumento foram apresentadas nos resultados qualitativos já que os trabalhos produzidos na área não mostram um consenso quando o assunto é a escolha dos termos e seus significados, e por isso é importante que os licenciandos identifiquem essa distinção. É comum que essa escolha seja de acordo com a área da pesquisa – como artigos de CTS ou QSC preterirem letramento científico, e ainda termos que aparecem mais em determinadas áreas (física ou química) ou de acordo com o periódico.

Figura 25 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 22 sobre polissemia de termos.



Fonte: Elaboração própria.

A maioria dos alunos enxerga que são termos que apresentam significados distintos já que 35% discorda totalmente da afirmação e 34% discorda parcialmente. Se entendermos que um sinônimo representa uma palavra que pode substituir a outra em uma frase sem que haja prejuízo de significado, é notável uma dificuldade dos alunos em identificarem que apesar de serem termos que estão conectados à compreensão científica e apresentarem sentidos semelhantes, não são sinônimos (21% concorda parcialmente e 10% totalmente).

O aluno que foi sujeito dessa pesquisa é graduando em um curso de licenciatura em uma área científica e diariamente na universidade é incentivado a ler textos de divulgação científica, absorve a linguagem de diferentes maneiras, deveria ser incitado a pensar cientificamente e estimulado a concretizar o entendimento da linguagem e do pensamento em argumentação, que quando apropriado da Ciência consegue utilizar esses conceitos na construção de seus pensamentos.

Resgatando o que foi visto nesta pesquisa, na seção dos resultados qualitativos, identificamos que os trabalhos da área de Pensamento Científico se concentravam em investigar o pensamento no papel do professor e eram mais abrangentes para a componente curricular Física. Foram 22 artigos encontrados a partir da junção dos que mencionavam Pensamento crítico e Pensamento Científico.

Já a Linguagem, foram observados artigos em três principais grupos de assunto: leitura e análise da linguagem científica, recursos didáticos de maneira geral e formação a nível de ensino superior. Encontramos majoritariamente trabalhos que utilizam a metodologia de análise de discurso e se concentravam na área de Química além de uma relação muito interessante com a divulgação científica, já que a Ciência é divulgada para a população por meio da sua linguagem.

Silva e Aguiar Junior (2014) entendem que a apropriação das linguagens é parte integrante do ensino de ciências, já que é a partir dessa habilidade que os alunos serão capazes de compreender o modo de pensar das ciências e sua construção é uma maneira de verificar a utilização de recursos e conhecimentos próprios para comprovar que houve aprendizado científico.

Já a Argumentação, foi uma área com um número relevante de artigos que em resumo se concentravam em análises de discurso com o padrão de argumentação de Toulmin. É possível afirmar uma similaridade nos artigos em identificar a

argumentação como processo avaliativo do desenvolvimento de uma compreensão científica. Ainda, diversos autores (SILVA; TRIVELATO, 2017; FERRAZ; SASSERON, 2017; FRANCO SILVEIRA; MUNFORD, 2017; MOTOKANE, 2015) apresentam a argumentação como evidência que o aluno aprendeu e verbalizou em um argumento a Ciência.

Além de conhecer os principais processos de construção da Ciência, esperamos de um aluno em formação inicial das carreiras em questão neste trabalho que ele seja capaz de identificar nuances na aprendizagem de conceitos científicos, a partir de diferentes momentos em sua formação que tenham essa intencionalidade pedagógica. Se, a partir da pesquisa em periódicos da área, não foi possível identificar um consenso no significado atribuído a cada um destes termos – Linguagem, Pensamento e Argumentação Científica, o que os currículos de formação de professores poderiam incluir para que o aluno seja capaz de distinguir, ou não, entender como sinônimos, estes termos?

Tenreiro-Vieira (2004) em um estudo que promoveu a concepção, desenvolvimento, implementação e avaliação de dois programas de formação contínua de professores de ciências focados no pensamento crítico concluiu que “[...] a formação em pensamento crítico dos professores influencia as práticas docentes relativamente ao ensino de pensamento crítico”. Isso porque, os professores da pesquisa “[...] mudaram as suas práticas relativamente ao pensamento crítico, as quais se tornaram significativamente ‘mais’ promotoras do pensamento crítico” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 247-248). Se o desenvolvimento de um aluno plural, capaz de realizar uma reflexão sobre os fenômenos e tomar decisões, é objetivo dos currículos de formação em ciências na educação básica “[...] é também imperioso que as instituições de formação inicial de professores estejam preocupadas com a formação de futuros professores de ciências promotores do pensamento crítico” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 249).

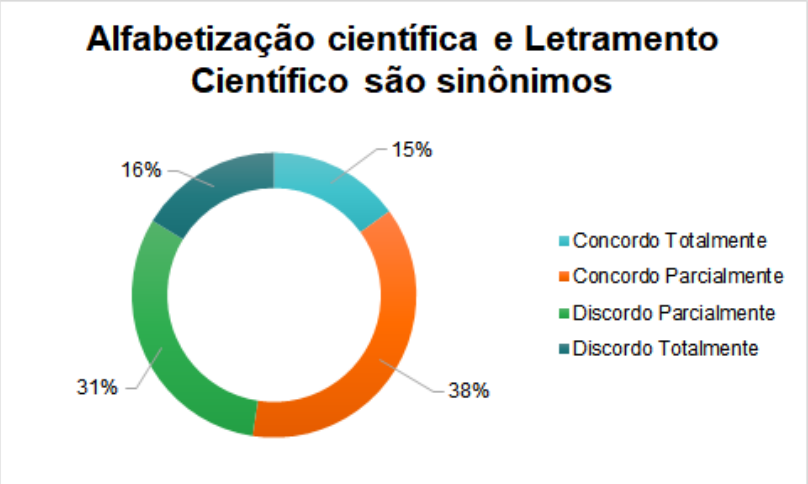
A formação inicial deverá incluir não apenas os conhecimentos conceituais de Ciências “[...] mas também aspectos epistêmicos de sua prática, além das relações entre ciência, tecnologia e sociedade” (FERRAZ; SASSERON, 2017, p.3). Podemos entender a argumentação como o desenvolvimento de habilidades procedimentais e atitudinais sobre Ciência, resultado de uma interação mais ativa entre alunos e

professores e também uma maneira de se aproximar da cultura científica (FERRAZ; SASSERON, 2017).

> É nesse processo que eles encontram espaço para propor e testar hipóteses, construir e relacionar justificativas, aderindo a diferentes opiniões e compartilhando conceitos e pontos de vistas. Não se trata, ressaltamos, de um processo de recriação da ciência em sala de aula, mas sim uma forma para desenvolver habilidades cognitivas de maneira responsiva e, portanto, ativa, que, além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas. (FERRAZ; SASSERON, 2017, p.6)

Também exploramos anteriormente, já com alguma profundidade, a dicotomia existente na área quando os termos são Alfabetização Científica e Letramento Científico. Assim, quando perguntamos se os conceitos são sinônimos, 15% concorda totalmente, 38% concorda parcialmente, 31% discorda parcialmente e 15% discorda totalmente.

Figura 26 - Padrão de respostas da assertiva número 1 sobre Alfabetização e Letramento.



Fonte: Elaboração própria.

Nos resultados qualitativos foi possível verificar que ambos os termos apresentam significados que se aproximam no que tange as pesquisas em Educação para a Ciência, mas são utilizados com fins distintos na maioria dos casos, ou ainda se opta pelo uso de Alfabetização Científica já que é o termo mais conhecido. Cunha (2017) identificou que essa dicotomia é presente inclusive tema de trabalhos na área de Ensino de Ciências, e essa distinção era esperada pelos estudantes.

Assim como o que foi visto no levantamento sobre os conceitos de Linguagem, Pensamento e Argumentação Científica, a falta de consenso nas pesquisas da área para delimitar o significado de cada um dos termos pode também prejudicar a concepção apresentada pelos professores em formação. A opção dos autores de usar um ou outro também foi investigada em Bertoldi (2020) que verificou a partir de uma revisão de literatura que “os autores investigados optam por um termo ou outro mais influenciados pela concepção de alfabetização e letramento que por questões de tradução” (BERTOLDI, 2020, p.7), nesse caso a tradução para o termo em inglês “*Scientific literacy*”.

No entanto,

> Para além da variação terminológica, encontra-se também uma imprecisão conceitual no emprego desses termos. Tanto alfabetização científica quanto letramento científico podem abranger uma variedade de habilidades esperadas do aluno, como reconhecimento e compreensão de sentenças científicas ou capacidade de leitura e escrita de textos sobre ciência, ou desejadas para o futuro cidadão, como o pensamento crítico acerca dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade ou o engajamento político e ambiental (BERTOLDI, 2020, p.11)

Essa imprecisão conceitual influencia na concepção apresentada pelos sujeitos desta pesquisa e, por isso, é necessário repensar o letramento científico para além da alfabetização pautada na transmissão unilateral de conhecimento científico de um especialista para o aluno, não especialista, “[...] apresentar argumentos em defesa de que seria interessante falar, pensar e refletir sobre letramento científico” (CUNHA, 2017, p.184).

A escolha ao usar o termo Alfabetização Científica é justificada pela amplitude que ele já atingiu na sociedade, sendo mais conhecido e utilizado. (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007) Porém, esse rótulo (Alfabetização Científica e Tecnológica - ACT) pode significar uma série de objetivos propostos,

> [...] traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2001, p.123)

É possível confirmar essa popularização do termo Alfabetização Científica nos resultados qualitativos apresentados neste trabalho e também identificado por Cunha (2017):

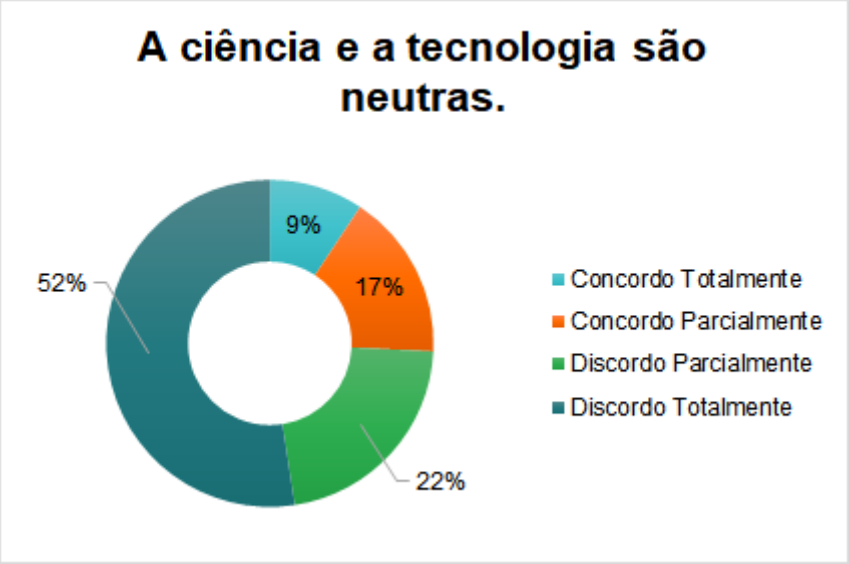
> Uma busca no Google Acadêmico com a expressão ‘alfabetização científica’, realizada em outubro de 2014, apresentava 4.180 trabalhos como resultado, enquanto a busca com a expressão ‘letramento científico’ apresentava apenas 714 resultados. (CUNHA, 2017, p.171)

Bertoldi (2020) identificou na literatura três perfis de significados atribuídos aos termos em questão: um primeiro grupo enxerga uma variação de denominação e optam por Alfabetização Científica para fazer alusão aos escritos de Paulo Freire, outro grupo trata como conceitos distintos, mas não explora as limitações das escolhas e o terceiro grupo distingue os significados e aborda as diferenças de significado dos termos.

Diante dos significados encontrados para Alfabetização Científica e Letramento Científico nas pesquisas da área, da escolha de alguns autores em fazer uso de um ou outro termo e ainda, da similaridade entre os objetivos da Educação CTS com uma perspectiva de Letramento Científico e Tecnológico da população, é compreensível que os alunos tenham se dividido nas respostas para os termos serem ou não sinônimos.

Tanto em uma perspectiva de Alfabetização Científica crítica como em uma de Letramento Científico e Tecnológico questionar o produto da atividade científica e a subjetividade natural ao processo de construção das ciências é colocado com um objetivo de uma educação que priorize as relações CTS. As próximas assertivas buscaram avaliar a concepção que os alunos em formação inicial, nas licenciaturas em carreiras científicas, têm sobre a neutralidade da Ciência e da Tecnologia, além de investigar a relação entre ambas.

Figura 27 - Padrão de resposta da assertiva número 17 sobre a neutralidade da CT.



Fonte: Elaboração própria.

Quando o assunto é a neutralidade da atividade científica e tecnológica, 9% dos alunos concorda totalmente com essa afirmação e 17% concorda parcialmente. Isso representa somados mais de 118 alunos da amostra, que de alguma maneira concordam total ou parcialmente com a neutralidade da Ciência e da Tecnologia.

A Ciência não é neutra (SANTOS; MORTIMER, 2001; ALVES; CALDEIRA, 2005) e sua produção que é subjetiva está “[...] diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.96) além de “[...] intimamente ligada aos processos políticos e econômicos de um país ou instituição. Também destacamos que a Ciência não é infalível, trata-se de uma construção humana, suscetível de erros e em constante mudança” (ALVES; CALDEIRA, 2005, p 13).

Uma possível justificativa para o entendimento que o produto da Ciência e da Tecnologia não apresentam necessariamente um direcionado político ou ideológico é justificar que esse processo de produção acontece por meio de um método, com etapas bem definidas e que não apresenta subjetividade, do sujeito que realiza a interpretação. Contudo, “[...] esse olhar neutro do indivíduo sobre o mundo é uma ficção: antes do indivíduo há sempre a língua que ele utiliza, e que o habita como uma cultura. A observação neutra diante do objeto é uma ficção” (FOUREZ, 1995, p.45).

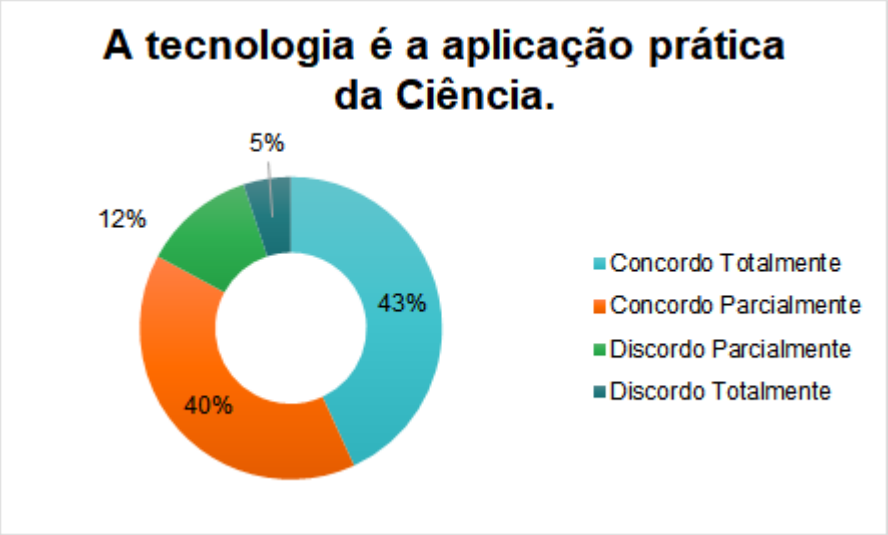
Dessa maneira a observação não pode se configurar como “[...] o ponto de partida de indiscutível da ciência” (p.44), já que os cientistas quando observam o mundo, são sujeitos que participam de um contexto cultural, linguístico,

socioeconômico e até de individualidades pessoais, sendo a própria linguagem uma forma de expressão escrita/verbal por meio da qual é compreendida a observação e comunicada (FOUREZ, 1995).

> A imagem do trabalho científico pela qual se começaria por recolher observações que exprimiríamos por meio de proposições empíricas indiscutíveis, para as quais procuraríamos em seguida proposições teóricas explicativas, e uma imagem puramente ficcional. (FOUREZ, 1995, p.45)

Além dessa imagem deturpada sobre a neutralidade da Ciência e da Tecnologia, a próxima assertiva procurou investigar se os estudantes apresentavam uma noção sobre a natureza desses conceitos que os relacionava como consequência, aplicação prática no cotidiano.

Figura 28 - Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 18 sobre a Natureza da Tecnologia.



Fonte: Elaboração própria.

O entendimento que a tecnologia é a aplicação prática da Ciência é uma visão reducionista/ingênua que pode ser entendida como um aspecto de uma abordagem de educação CTS reduzida. (DOMICIANO; LORENZETTI, 2020) Diante dessa assertiva 43% dos estudantes concorda totalmente e 40% concorda parcialmente enquanto 12% discorda parcialmente e 5% discorda totalmente.

Domiciano e Lorenzetti (2020) identificaram em sua pesquisa com formadores de professores que os mesmos apresentam essa concepção sobre a definição de tecnologia e consequentemente transmitem aos alunos, já que devido a sumária

presença da tecnologia em nosso dia a dia, é quase impossível não entender a tecnologia como aplicação dos conhecimentos científicos em instrumentos e técnicas para a sociedade. Isso possivelmente ocorre devido a “[...] formação dos professores formadores não contemplar aspectos sobre a tecnologia, bem como a pouca ênfase dada historicamente aos debates que permeiam os conhecimentos tecnológicos no Ensino de Ciências” (p. 22).

Sobre a participação do técnico em um processo de decisões mais democrático Roso, Auler e Delizoicov (2020, p. 243-244) fizeram um importante levantamento de qual é o papel do conhecimento técnico nas decisões que envolvem CT. Após fazer um levantamento da literatura é possível afirmar que “[...] o papel do técnico, o conhecimento técnico, nunca é desprezado, ou mesmo colocado em segundo plano” e em uma “[...] perspectiva mais tecnocrática, em que os conhecimentos científico-tecnológicos são concebidos como condição necessária e suficiente para a tomada de decisão” o perfil do técnico como tomador de decisão pode ter se mostrado insuficiente ao longo dos anos. Assim, será necessário o envolvimento da sociedade “[...] pela impossibilidade real de separar o campo técnico do campo de juízos de valor (valores), o que implica em escolhas, em decisões políticas”.

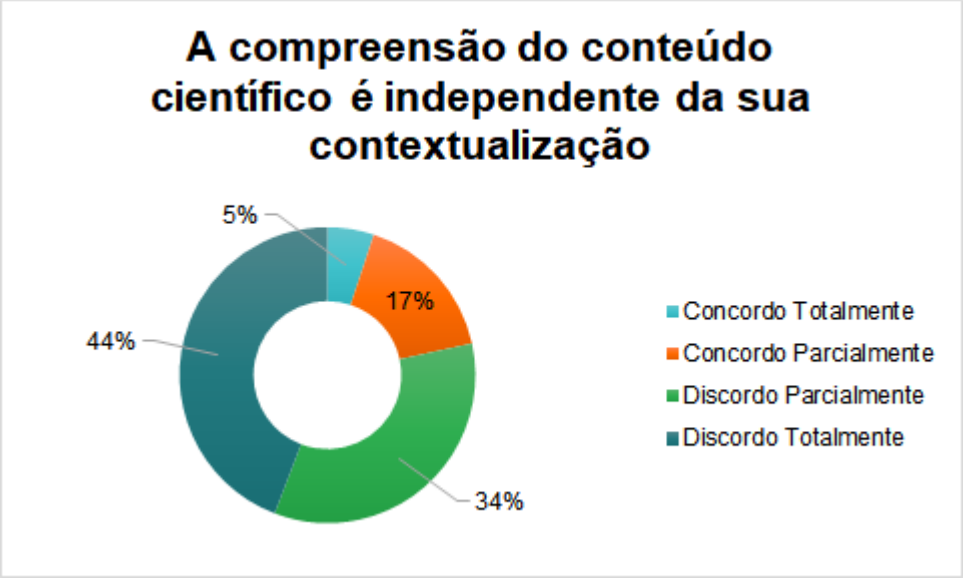
Para Fourez (1995) é necessário desabsolutizar a ciência por meio da discussão entre a subjetividade e a objetividade dos processos de construção das ciências, e isso poderá trazer a possibilidade de recusar a tecnocracia.

É possível verificar algumas concepções preocupantes sobre a construção do conhecimento científico e tecnológico que ainda permanecem com os alunos em formação inicial e isso, pelo menos para a área de Biologia que representa 36,6% da amostra de sujeitos pode ser explicada já que “[...] os pesquisadores em ensino de Biologia têm se dedicado pouco à investigação das concepções de NdC, em comparação com as áreas de ensino de Física e de Química” (AZEVEDO; SCARPA, 2017, p.605).

Os autores também verificaram que “[...] o foco dos trabalhos de concepções de NdC está na educação básica, com um déficit no levantamento de concepções de NdC no ensino superior em todos os países” (p. 605-606) e isso pode trazes poucos comparativos para o ensino superior mensurar se houve ou não um prejuízo histórico nessas concepções para esse segmento.

Já vimos anteriormente nessa análise que os alunos concordam que aproximar o conteúdo de Ciências da realidade social dos estudantes poderá contribuir para o interesse e motivação do aprendizado. Também verificamos nas assertivas anteriores que incorporar aspectos de Natureza de construção da Ciência e Tecnologia é fundamental para vencer uma concepção tecnocrática proporcionar uma reflexão sobre o papel do científico na tomada de decisões. A próxima assertiva avalia qual a concordância dos alunos acerca da influência que o contexto pode causar na compreensão do conteúdo científico.

Figura 29 - Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 12 sobre a aprendizagem contextualizada.



Fonte: Elaboração própria.

Nessa assertiva tivemos um padrão de resposta um pouco diferente do visto nas anteriores sobre contextualização, e não é tão visível esse consenso quando o assunto é a aprendizagem. Na amostra 44% discorda totalmente da assertiva: A compreensão do conteúdo científico é independente da sua contextualização, comportamento esperados dos alunos, enquanto 34% discorda parcialmente, 17% concorda parcialmente e 5% concorda totalmente.

Finger e Bedin (2019) buscaram investigar a influência que a contextualização tem sobre a aprendizagem e a geração de significados no ensino de química e puderam concluir que “[...] o ensino contextualizado promove a construção significativa dos alunos, despertando a curiosidade e o interesse pelo saber científico” (p.22).

Assim, utilizar a contextualização na sala de aula,

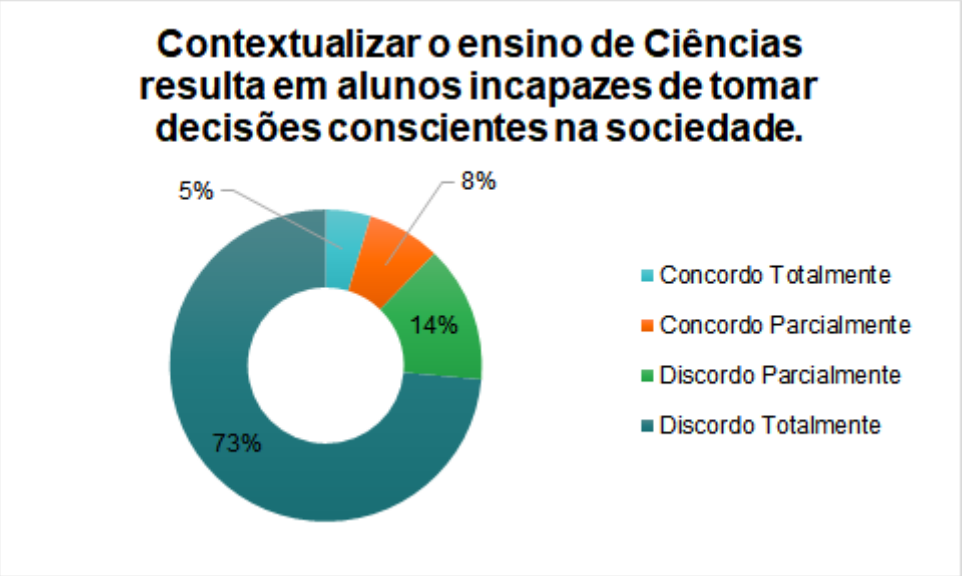
> [...] além de instigar o aluno para participar ativamente da aula e tornar-se um membro da construção do saber, favorece a organização e a constituição do conhecimento de forma cooperativa entre alunos e professor, pois contextualizar é uma forma de aprimorar os saberes do cotidiano do aluno por meio daquilo que ele busca em sala de aula: conhecimentos científicos relacionados à ideia macro do próprio contexto (FINGER; BEDIN, 2019, p.17-18).

É importante distinguir o que é a contextualização do conteúdo e o conteúdo científico em si. Nessa pergunta tentamos abordar esse aprofundamento, se por exemplo, ao trabalhar a presença ou não de organismos geneticamente modificados nos alimentos contribuo para a compreensão da técnica de utilização da enzima de restrição atrelada à engenharia genética ou, ainda, se ao estudar a importância do desenvolvimento de máquinas simples para a humanidade contribui para que o aluno entenda a mudança que ocorre na aplicação da força versus direção em uma polia.

É consenso que o ensino contextualizado e atrelado à realidade social do aluno é necessário também para compreender já de antemão a relação daquele assunto com a sociedade em geral, mas até que ponto quando investigamos mais a fundo a prática docente, a utilização dessa contextualização contribui de maneira prática para a compreensão do conteúdo científico. Com essa assertiva foi possível verificar que os alunos enxergam uma relação direta entre a contextualização e a aprendizagem. No entanto, identificamos que seja fundamental expandir essa análise investigando outras óticas dessa relação.

Além disso, quando os objetivos da Educação CTS são abordados, as habilidades relacionadas como a tomada de decisões e a participação pública em C e T é possível identificar um maior consenso dos alunos. Parece que em se tratando na necessidade de formar para o exercício pleno da cidadania e a relação com o Ensino de Ciências, ambos estão mais bem difundidos entre os licenciandos.

Figura 30 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva sobre contextualização e tomada de decisões.



Fonte: Elaboração própria.

Essa difusão principalmente quando envolve a contextualização do ensino foi algo muito presente em todas as questões do instrumento que abordavam essa temática. “A tomada de decisão em uma sociedade democrática pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade” (SANTOS; MORTIMER, p.101) e 73% dos alunos discorda totalmente que o Ensino de Ciências é indiferente a essa habilidade, além de 14% que discorda parcialmente. 8% concordou parcialmente e 5% totalmente com a afirmação.

Quando esse estudante em formação inicial discorda majoritariamente que a contextualização do Ensino de Ciências não interfere na capacidade de tomada de decisões, isso demonstra que eles identificam essa relação entre a contextualização dos assuntos que serão ensinados em sala de aula e essa habilidade. Assim, o estudante estará preparado para “[...] as decisões que o indivíduo e a coletividade precisam tomar, muitas vezes apoiadas em conhecimentos cuja origem e compreensão fogem de suas possibilidades” (ALVES; CALDEIRA, 2005, p 13).

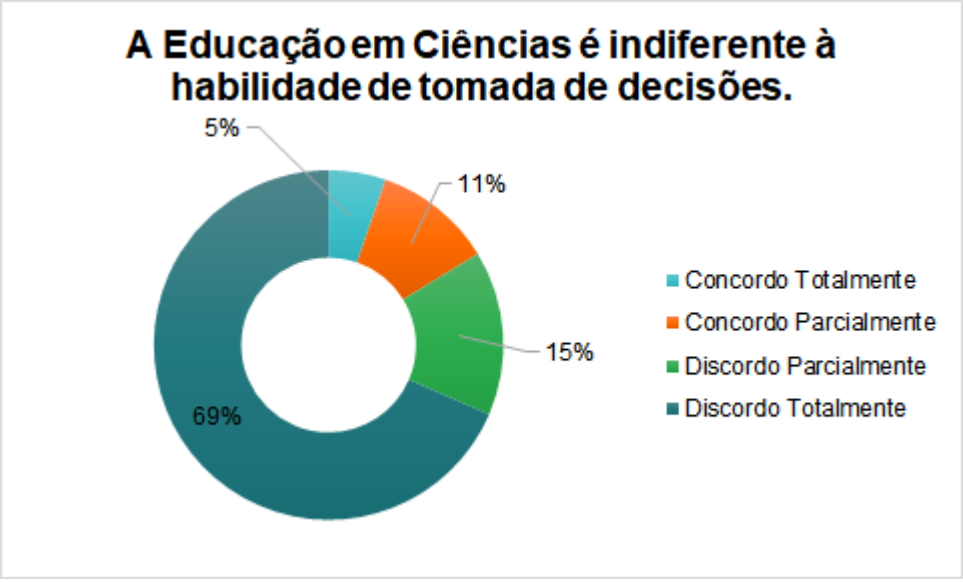
A tomada de decisões consciente é uma habilidade que surge como objetivo de diferentes práticas pedagógicas na área de CTS (DOMINICIANO; LORENZETTI, 2020). Braga, Martins e Conrado (2019) avaliaram a resolução de problemas com Questões Sócio Científicas a partir da análise de argumentos e identificaram que os principais conteúdos mobilizados para resolver os problemas não eram de âmbito conceitual, e sim, envolviam outras dimensões como política e ética. Dessa maneira,

ao tomar uma decisão, os estudantes da pesquisa mobilizaram “[...] aspectos políticos e epidemiológicos, ao invés de serem também considerados aspectos biológicos presentes nos conteúdos mobilizados na resolução do caso” (BRAGA, MARTINS, CONRADO 2019, p. 132).

Incongruência já apresentada nas assertivas 6 e 16 do componente CTS, quando a finalidade do ensino é colocada em xeque abordando se o resultado dessa abordagem CTS seria uma formação voltada para o exercício pleno da cidadania alguns fatores de reflexão podem ser apresentados. As assertivas apresentam que o termo é conhecido e difundido entre os alunos em carreiras de formação inicial que foram sujeitos da pesquisa, mas sem uma definição específica do que está sendo considerado, quando relacionamos outros termos da área, os alunos não apresentam o mesmo padrão de resposta.

Um exemplo de assertiva que avaliou esses conceitos tidos como consenso entre os alunos é a apresentação da Educação em Ciência e o desenvolvimento para a habilidade de tomada de decisões.

Figura 31 - Padrão de respostas dos estudantes para assertiva número 8 sobre a habilidade de tomada de decisões.



Fonte: Elaboração própria.

Na amostra, 69% discorda totalmente que a Educação em Ciências é indiferente a essa habilidade enquanto 15% discorda parcialmente, 11% concordam parcialmente e 5% concorda totalmente. A habilidade de tomada de decisão, já mencionada anteriormente nessa análise, é amplamente mencionada como objetivo

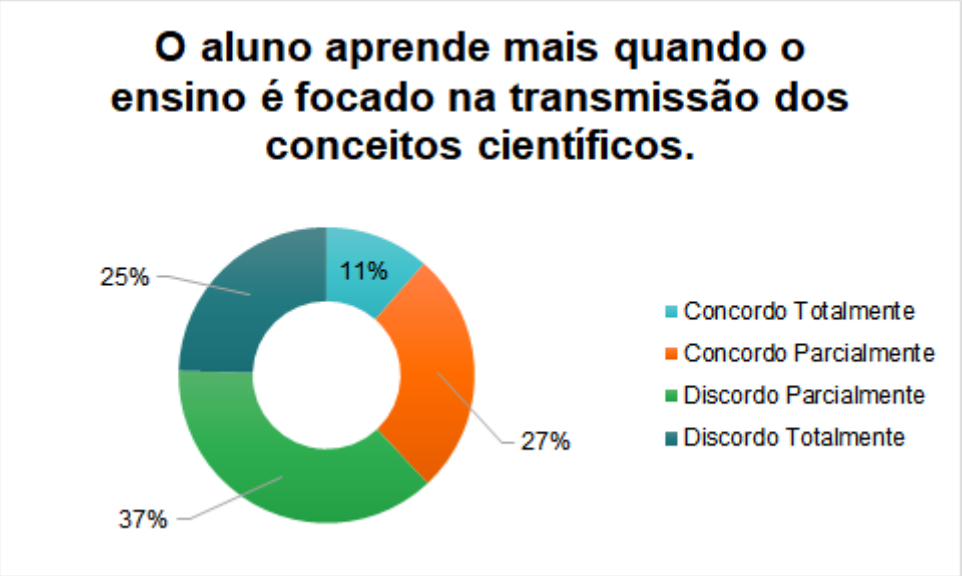
de uma Educação Científica que prepara o aluno para exercer de maneira plena sua participação nas decisões sobre Ciência e Tecnologia e “[...] para isso o cidadão precisa desenvolver a capacidade de julgar a fim de poder participar do debate público” (SANTOS; MORTIMER, p.101), e por isso, esperávamos que os alunos identificassem como objetivo do ensino de Ciências.

Essa tomada de decisões a ser desenvolvida pelos alunos durante o seu processo de Letramento Científico justifica-se de algumas maneiras: decisões que serão tomadas diariamente em assuntos que de alguma maneira envolvem Ciência ou decisões não tão diárias, mas que um indivíduo letrado, habilitado a uma tomada de decisões responsável irá realizar ao longo de sua vida, sendo um cidadão mais ou menos envolvido com processos científicos. Em ambas as situações ou ainda em situações extraordinárias, como a decisão de se vacinar após uma pandemia de COVID-19, essa importante habilidade de tomar decisões deve ser amplamente valorizada no ensino de ciências.

A sociedade deveria ser envolvida nas decisões que envolvem Ciência e Tecnologia e as atividades científicas submetidas às instâncias democráticas, processos estes que só beneficiariam ambos os envolvidos. A sociedade que se aproximaria de tais práticas e compreenderia com mais qualidade os processos que envolvem fatores de produção de Ciência e os cientistas e instituições científicas que estabeleceriam uma maior participação e consequente valorização e motivação do seu trabalho e eventual liberação de verbas à pesquisa.

Já sobre a transmissão dos conceitos científicos e a relação com a qualidade do aprendizado do aluno, a assertiva é tendenciosa quando afirma que o aprendizado estará diretamente ligado a transmissão do conceito científico, de maneira passiva entre o professor que detém esse conhecimento para o aluno. Diante dessa afirmação 11% dos estudantes concorda totalmente, 27% concorda parcialmente, 37% discorda parcialmente e 25% discorda totalmente.

Figura 32 - Padrão de respostas dos estudantes a assertiva número 9 sobre transmissão do conhecimento.



Fonte: Elaboração própria.

A palavra transmissão foi usada aqui de maneira proposital já que quem transmite pressupõe que alguém é o transmissor, nesse caso o professor e, outra pessoa é o receptor do conteúdo, nesse caso o aluno, e esperávamos que essa concepção de educação tradicional estivesse superada. Na mesma linha da assertiva anterior, os alunos acreditam que a contextualização tem um papel principal na obtenção dos conceitos ou acreditam que focar na transmissão de conteúdo é o que vai ser relevante para o aprendizado.

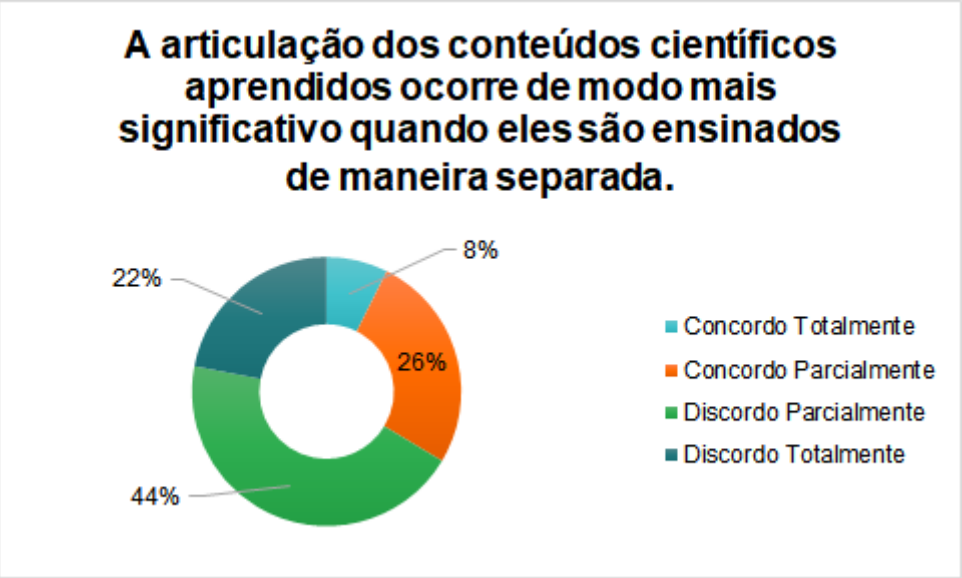
É possível verificar nessa pergunta, tanto pela distribuição de respostas menos padronizada, como pelo visto nas perguntas anteriores, que existem incongruências na formação inicial desses alunos. Se o mesmo grupo de sujeitos respondeu que 82% concorda totalmente que existe interesse por parte dos alunos quando o conteúdo está próximo a sua realidade social, 78% concorda totalmente que a contextualização gera motivação para o aprendizado do aluno e apenas 5% concorda totalmente que a compressão do conteúdo é independente da sua contextualização, qual o motivo para a transmissão do conceito científico gerar mais aprendizado?

É importante não escolher uma situação em detrimento da outra. O conhecimento científico deve ser valorizado e ensinado da melhor maneira para os alunos e, do ponto de vista de crítica ao ensino de uma Ciência empirista, tradicional,

introduzir o contexto é o primeiro passo para discutir outras formas de desenvolvimento da sua natureza e as relações com a Tecnologia e a Sociedade.

Ainda sobre o aprendizado, e buscando compreender de que maneira o objetivo já apresentado de investigar de que maneira a articulação ou fragmentação dos conteúdos influencia na formação inicial, a próxima assertiva relacionou essa articulação com o aprendizado.

Figura 33 - Padrão de respostas dos estudantes para a assertiva número 14 sobre articulação dos conteúdos.



Fonte: Elaboração própria.

Nesse caso, 8% dos sujeitos concordou totalmente, 26% concordou parcialmente, 44% discordou parcialmente e 22% discordou totalmente da assertiva. O entendimento de tais respostas poderão ser refletido a partir da formação escolar e universitária que os sujeitos dessa pesquisa tiveram, já que eles aprenderam os conhecimentos na escola de forma fragmentada e, seguem, em sua maioria no Brasil, para currículos de formação inicial que não relacionam as disciplinas de formação científica com as matérias pedagógicas. No entanto, como a assertiva abordava a articulação dos conteúdos não faz sentido acreditar que mesmo após o aprendizado separado, eles ainda seriam articulados se aprendidas de maneira fragmentada.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa de Doutorado investigou como os professores em formação inicial articulam as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir da elaboração e validação de um instrumento de coleta de dados. Foram apresentados cinco objetivos para encaminhar o problema de pesquisa proposto, que serão a seguir resgatados para organizar o delineamento das principais conclusões.

Realizou-se a pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo para identificar os principais problemas descritos na literatura sobre a compreensão de Ciência, Tecnologia e Sociedade. A partir da busca dos termos (CTS, Alfabetização Científica, Letramento Científico, Linguagem Científica, Pensamento Científico, Pensamento Crítico, Argumentação Científica, Compreensão Científica) foram encontrados 172 artigos públicos em cinco periódicos da área de 1998 a 2020. Esses trabalhos foram fundamentais para a construção das assertivas utilizadas no instrumento e para interpretar os principais resultados encontrados.

O instrumento, com 24 itens, foi aplicado de maneira online, por conta da pandemia de COVID-19 utilizando o recurso Google *Forms* e, após a obtenção dos 473 participantes no teste iniciamos o tratamento estatístico e interpretação nos dados coletados. Foi atribuído a cada resposta de cada questão uma pontuação numérica, de acordo com o referencial teórico e o comportamento esperado dos alunos para tais questões. Essa atribuição numérica é meramente uma maneira de mostrar para o software o padrão de respostas do sujeito e da variável.

A consistência interna final obtida (alpha = 0,727) aponta que existe a confiabilidade do instrumento. Esse valor foi obtido a partir da exclusão de seis itens do instrumento, finalizando a análise com 18 itens. A partir de uma análise fatorial exploratória foi possível verificar a possibilidade de realizar a Análise de Componentes Principais, no qual as variáveis foram reduzidas a um número fixo de fatores, nesse caso dois. Com o comportamento das respostas aos itens foi possível identificar quais seriam os dois eixos da análise: Ciência, Tecnologia e Sociedade e Compreensão Científica.

Dessa maneira acredita-se que o segundo objetivo: elaborar, aplicar e validar um instrumento de coleta de dados que permita investigar a concordância, a partir da escala likert, dos licenciandos em Ciências Naturais por meio de assertivas que articulam Ciência, Tecnologia e Sociedade foi alcançado. Espera-se que esse

instrumento represente tanto a possibilidade de outras pesquisas na área de Ensino se configurarem como pesquisas quantitativas com rigor estatístico, como seja utilizado por outros colegas da comunidade científica para expandir a interpretação dos resultados e comparar com outros contextos.

Buscou-se analisar por meio do instrumento de coleta de dados e da pesquisa bibliográfica a polissemia de termos presente na área de Ensino. A partir dos artigos encontrados e do comportamento de resposta dos estudantes foi possível questionar se essas definições, investigadas na formação inicial do professor, podem ter reflexos nas transposições didáticas que estes realizarão em sua prática docente.

Os alunos em formação inicial não acreditam que a Linguagem científica seja acessível para a população, o que se confirma nas pesquisas de percepção pública de Ciência e Tecnologia que retratam a falta de contato da população com a produção científica, seja por pouco frequentar espaços de divulgação e centros de ciência e por não conhecer alguns significados e explicações de fenômenos naturais pelo viés científico. Quando questionados se a Linguagem, o Pensamento e a Argumentação Científica eram sinônimos os alunos se comportaram de maneira diferente, sem um aparente consenso, o que ilustra de maneira prática o cenário dos artigos encontrados nessa área. Finalmente, ao perguntar se a Alfabetização Científica e o Letramento Científico eram sinônimos os estudantes mostraram um maior desconhecimento dos termos. A porcentagem de estudantes que concordaram parcialmente sobre a similaridade de Pensamento/Argumentação/Linguagem para Alfabetização e Letramento subiu de 21% para 38%.

A partir da pesquisa bibliográfica foi possível verificar que diferentes nomenclaturas foram escolhidas para diferentes enfoques e na análise quantitativa verificamos que os alunos não enxergam acessibilidade na linguagem da ciência, não apresentam consenso quanto aos significados da Argumentação, Pensamento e Linguagem em ciências e não distinguem Alfabetização de Letramento Científico. Apesar de se tratar de uma questão de nomenclatura acredita-se, por meio da presente pesquisa, que seja necessário para um licenciando o mínimo entendimento dos processos de obtenção de uma compreensão científica, no qual ele consiga distinguir os significados e relacionar com o desenvolvimento da área de pesquisa em Ensino de Ciências.

Para compreender se CTS é um conceito integrador na compreensão de futuros professores de Ciências Naturais diferentes assertivas abordaram a finalidade do enfoque CTS, além da relação que pode apresentar no interesse do aluno, articulação dos conteúdos e até a formação para o exercício da cidadania.

Foi possível verificar alguns consensos de concordância quando o assunto era as finalidades de uma educação que prepara os alunos para a tomada de decisões e faz isso através da contextualização dos conteúdos, da aproximação deste a sua realidade social, e assim, gera interesse e motivação no aprendizado. Também foi possível enxergar alguns consensos dos alunos quando as assertivas abordaram a Natureza da Ciência e da Tecnologia. Eles concordam sumariamente que incluir aspectos históricos e filosóficos auxilia a compreender a subjetividade da atividade científica e que o compartilhamento de informação sobre as decisões de Ciência e Tecnologia entre os especialistas e a sociedade comum deve ser realizado.

Chamam a atenção o comportamento verificado nas assertivas que envolviam a formação para a cidadania e método científico, a concepção reducionista e ingênua que os estudantes têm sobre a Tecnologia ser a aplicação prática da Ciência, e ainda, que o produto destas duas é neutro. Por isso, é necessário aprofundar discussões na formação inicial dos professores que possibilitem que a imagem construída de Ciência por eles compreenda a subjetividade e objetividade implícita nos processos da sua natureza, e que a partir da desabsolutização da ciência a sociedade enxergue a possibilidade de recusar a tecnocracia.

Alguns conceitos da área de CTS parecem estar bem difundidos, e entende-se que isso ocorre quando a vasta produção científica na área CTS há mais de duas décadas relaciona esses assuntos, que já estão presentes na formação inicial. Por outro lado, alguns resultados que relacionavam de maneira interseccional os preceitos CTS com a compreensão científica, como o entendimento do método científico, a articulação dos conceitos e o caráter tecnocrático da Ciência nos mostraram que a formação de professores não contempla com profundidade esses assuntos. Isso é preocupante já que a abordagem CTS na formação de professores para o ensino das ciências poderá seguir uma linha superficial, que não acompanha as discussões atuais e a velocidade da produção de conhecimento do mundo atual.

Dessa maneira, também foi objetivo da presente pesquisa investigar possíveis compreensões da natureza da ciência que possam causar obstáculos epistemológicos

impedindo uma compreensão sistêmica de Ciência e sua relação com a Tecnologia e Sociedade. Essa investigação ocorreu por meio da interpretação do comportamento das variáveis e dos sujeitos na análise de componentes principais além da relação com os outros trabalhos produzidos na área.

A análise do gráfico da ACP nos permite fazer questionamentos com base na relação dos eixos de Compreensão Científica e CTS e a distribuição das assertivas nessa organização. Essa reflexão é fundamental para enquadrar as compreensões investigadas como problema de pesquisa e enquadrar demandas para a formação inicial de professores de Ciências Naturais.

Ao analisar o comportamento dos estudantes nas assertivas é possível inferir que apesar dos alunos apresentarem uma compreensão científica eficiente não há uma grande expressividade na construção do eixo CTS. Já para as assertivas que apresentam um bom rendimento nesse mesmo eixo, e, portanto, uma boa articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade também não há muita expressividade do ponto de vista da compreensão científica.

Com isso, a relação entre os blocos parece ser antagônica, como se o aluno não pudesse ter uma boa compreensão científica e relacionar de maneira efetiva os outros eixos em questão, ou ainda, que para fazer uma boa articulação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade o aluno deverá deixar de lado a compreensão científica de maneira mais aprofundada.

Tudo isso poderá dificultar uma compreensão plena de Ciência, de sua natureza e seus determinantes. Acreditamos que o rendimento no eixo CTS diminui pois o aluno tem uma compreensão superficial da Ciências e de suas relações, já que cada um dos eixos apresenta características específicas da sua natureza e, entre eles há infinitas possibilidades de relações a serem estabelecidas no processo educativo e de construção do conhecimento.

A distinção do que é científico nunca foi tão importante quanto no contexto que esse trabalho é produzido, já que enfrentou-se uma crise de confiança do que é ciência e das possibilidades do seu desenvolvimento. Nesse sentido é primordial que os professores em formação sejam capazes de reconhecer o seu papel nesse processo e isso só será possível a partir de uma formação inicial que os prepare, de maneira crítica, a conhecer, questionar e relacionar a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A. D.; SANTOS, E. S. dos. Ciência, Opinião E Fake News Em Tempos De Coronavírus: Conceptualizações Em Memes Sob A Abordagem Da Linguística Cognitiva. **Pensares em Revista**, São Gonçalo-RJ, n. 19, p. 56-76, 2020.

ALMEIDA, C. 'Make science great again'? O impacto da Covid-19 na percepção pública da ciência, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **DILEMAS:** Revista de Estudos de Conflito e Controle Social – Rio de Janeiro – Reflexões na Pandemia 2020 – pp. 1-24

ALVES, S. B. F.; CALDEIRA, A. M. de A. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 7, n. 1, p. 12-23, 2005.

ARAÚJO, A. V. de; CARNEIRO, C. C. B. e S. **Pressupostos da concepção e produção das ciências e o conceito de paradigmas**. In: VASCONCELOS, J. G.; MOTA, B. G. N.; BRANDENBURG, C. (orgs.). Filosofia, cultura e educação. Fortaleza: Edições UFC, 2014. p. 75-88.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 579-619, 2017.

BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de Survey**. 3a reimpressão. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Paris: J. Vrin, 1947.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia**: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903). São Paulo, 1998. 212p. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 1998.

BATISTA, I. L. **Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa em educação científica e matemática. A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes.** São Paulo: Escrituras Editora, p. 257-272, 2007.

BEDIN F.C.; et al Abordagem CTS como promotora da alfabetização científica: concepções de um grupo de licenciandos em química **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 4, p. 1-12, 2019.

BEHRENS, M. A.; OLIARI, A.L.T. A evolução dos paradigmas na educação dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade. **Diálogo Educação**, Curitiba, v. 7, n. 22, p. 53-66, set./dez. 2007.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação** v. 25 e250036 2020.

BRAGA, S.; MARTINS, L.; CONRADO, M. D. A argumentação a partir de questões sociocientíficas na formação de professores de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015.

BRASIL **Percepção pública da C&T no Brasil** – 2019. Resumo executivo. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019.

BRASIL, CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Gráficos. 2019. Disponível em: https://www.cgee.org.br/. Acesso e: 25 jan. 2021.

BRENTANI, R. R. e CRUZ, C. H de B. (coords.) **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo** 2010. São Paulo: FAPESP, 2011.

BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 9, n. 3, 2010.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L. M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 3, p. 743-763, 2015.

CAMPANER, G.; DE LONGHI, A. L. La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 442-456, 2007.

CARVALHO, W. L. P. de; ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M. Educação para o Entendimento da População sobre Ciência e a Responsabilidade Científica: Reflexões em Meio a uma Pandemia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20000, 2020.

CASTELFRANCHI, Y. et al. As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o paradoxo da relação entre informação e atitudes. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 20, p. 1163-1183, 2013.

CASTRO, R. S. de. Investigando as contribuições da Epistemologia e da História da Ciência no ensino de Ciências: de volta ao passado. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. (Org). **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências:** A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras Ed., p. 29-52, 2016.

CHALMERS, A. F.; FIKER, R. **O que é ciência afinal?.** São Paulo: Brasiliense, 1993. 2015.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHASSOT, A. **Das disciplinas à indisciplina**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2016.

CHASSOT. A. **Alfabetização cientifica;** questões. e desafios para a educação. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2016.

CHAVES, A. S. Educação para a ciência e a tecnologia. **Educação científica e desenvolvimento:** o que pensam os cientistas. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2005, p. 47-60.

COMTE, A. **Curso de filosofia positivista**. Editora Nova Cultural LTDA, 1996.

CORREIA, D.; DECIAN, E.; SAUERWEIN, I. P. S.. Leitura e argumentação: potencialidades do uso de textos de divulgação científica em aulas de Física do ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 4, p. 1017-1034, 2017.

COSTA, L. O.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica, **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

DANTAS, L. F. S.; DECCACHE-MAIA, E. Divulgação Científica no combate às Fake News em tempos de Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

DELIZOICOV, D. ; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A educação ciência, tecnologia e sociedade no curso de licenciatura em Ciências da UFPR Litoral. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

DURANT, J. Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. **Science and Public Policy,** v. 26, n. 5, p. 313-319, 1999.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Biologia na Educação Superior. A Pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes. São Paulo: **Escrituras Editora**, p. 293-315, 2007.

FARIA, A. F.; DE MOURA VAZ, A. Experiências de Pensamento Científico em Aulas de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 266-294, 2018.

FARIA, C. et al. " Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 20, n. 1, p. 1-22, 2014.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, 2017.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em ensino de ciências**, v. 22, n. 1, 2017.

FILHO, D. B. et al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. s2, 2013.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 8-24, 16 ago. 2019.

FOUREZ, G, 1937**. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet – São Paulo: Editora Unesp, 1995.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Quando as crianças argumentam: a construção discursiva do uso de evidências em aulas investigativas de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, 2017.

G1. **Pint of Science leva ciência aos bares de Fortaleza dos dias 20 a 22 de maio**. 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/ce/ceara/especial-publicitario/unifor/ensinando-e-aprendendo/noticia/2019/05/08/pint-of-science-leva-ciencia-aos-bares-de-fortaleza-dos-dias-20-a-22-de-maio.ghtml. Acesso em: 18 jan. 2021.

GALVÃO, I. C. M.; SPAZZIANI, M. de L.; MONTEIRO, I. C. de C. Argumentação de alunos da primeira série do Ensino Médio sobre o tema" Energia": discussões numa perspectiva de Educação Ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 4, p. 979-991, 2018.

GERMANO, M.G.; FEITOS, S.S. Ciência e senso comum: concepções de professores universitários de física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.18, n.3, p. 723-735, 2013.

GIL–PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

GONZÁLEZ PICÁNS, A.; PUIG MAURIZ, B. **Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciencias**. 2017.

GUIVANT, J. S. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & sociedade,** v. 9, n. 1, 2006.

HAIR, Jr et al. **Multivariate Data Analysis.** 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

HENAO SIERRA, B. L.; STIPCICH, M. S. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias.** n.7, v.1, 2008.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, 2010.

IBM SPSS. Statistics 20. **Análise Estatístico de Dados.** 2020. Disponível em: https://www.ibm.com/us-en?lnk=m?lnk=m. Acesso em: 25 jan. 2021.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O.Q. A exemplificação da não neutralidade da observação científica por meio dos desenhos lunares retratados no século XVII. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 179-200, 2018.

KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana**. Zahar, 1980.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica.** 32ª edição. Petrópolis: Vozes, Rio de Janeiro, 2013.

KOVALESKI, A.; PILATTI, L. A. **Ferramenta freeware para a realização do cálculo do Coeficiente Alpha de Cronbach.** Ponta Grossa: Fundação Araucária, 2010.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e. Cidadania.** 2a ed.São Paulo: Editora Moderna. 2007, 87p.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LEBART, L.; MORINEAU, A.; FÉNELON, J. P. **Traitement des Données Statistiques; Méthodes et Programmes.** 2 a ed. Paris: Dunod. 1977.

LIMA, M. T., NEVES, E. D., DAGNINO, R. Popularização da ciência no Brasil: entrada na agenda pública, de que forma? **Journal of Science Communication**, v.7, n.4, A02, 2008.

LIMA, T. C. S. de; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis**, v. 10, n. SPE, p. 37-45, 2007.

MAFFI, C. et al. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de ciências e matemática. **Revista Conhecimento Online**, v. 2, p. 75-92, 2019.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E.. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciências**, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**, Editora Atlas, São Paulo, 2008.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?. **Laboratório de psicologia**, p. 65-90, 2006.

MARTINEZ, L.; FERREIRA, A. **Análise de Dados com SPSS**. Escolar editora, 2007.

MARTINS, I. P. Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. **Uni-pluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 50-62, 2014.

MARTINS, I.P. Revisitando orientações CTS/CTSA na educação e no ensino das ciências. **APEduC Revista/ APEduC Journal**, v.01, n. 01, 13-29, 2020.

MASSI, L.; ABREU, L. N. de; QUEIROZ, S. L. Apropriação da linguagem científica por alunos de iniciação científica em Química: considerações a partir da produção de enunciados científicos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 704-721, 2008.

MASSI, L.; DOS SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Artigos científicos no ensino superior de ciências: ênfase no ensino de química. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 7, n. 1, p. 8, 2008.

MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. Jogo discursivo na apropriação da linguagem científica por alunos de iniciação científica em química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 35-57, 2016.

MESQUITA, N. A. da S.; SOARES, M. H. F. B. Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 14, n. 3, p. 417-429, 2008.

MICELI, B. S.; ROCHA, M. B. Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 121-138, 2019.

MOTOKANE, M.T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc**. (Belo Horizonte) [online]. 2015, v.17, n.spe, p.115-138.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I.. Elementos composicionais do texto sobre genética no livro didático de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 3-25, 2009.

NIGRO, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Leitura de textos de ciências de diferentes gêneros: um olhar cognitivo-processual. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 553-573, 2016.

NUNCA VI UM CIENTISTA. Shampoo para reparar DNA dos fios? Acho que não...In: **Facebook**. 2019. Disponível em: https://www.facebook.com/nuncavi1cientista/photos/a.455972288476040/447946149278654. Acesso em: 25 jan. 2021.

OECD. **PISA 2012 Assessment and Analytical Framework:** Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing. 2013.

OKI, M. da C. M.; MORADILLO, E. F. de. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLIVEIRA, C.G. A matriz positivista na educação brasileira. **Diálogos Acadêmicos**, v 1, n 1, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Construção participativa do material didático “Comunicação e linguagem científica: guia para estudantes de Química”. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 673-690, 2007.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Elaboração de um mapa de caracterização do texto científico: referenciais teóricos e aplicação em destaque. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 142-166, 2016.

OROFINO, P. R.; TRIVELATO, S. L. F. O Uso De Conceitos Científicos Em Argumentos Em Aulas De Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 116-130, 2015.

PASQUALI, L. **Escalas psicométricas. Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração**, p. 105-126, 1999.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais:** a complementaridade do SPSS. 2a Edição. Lisboa: Edições Sílabo, 2000.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

PINT OF SCIENCE FESTIVAL. **Pint of Science Brasil.** 2020. Disponível em: https://pintofscience.com.br/. Acesso em: 25 jan. 2021.

PONTES, A. N. et al. O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba, PR, p. 10, 2008.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RICHETTI, G. P.; PINHO ALVES, J. F. Automedicação: um tema social para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 85-108, 2009.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência. WARD, H. et al. **Ensino de Ciências. Porto Alegre:** ArtMed, p. 13-33, 2010.

RODRIGUES, V. A. B.; QUADROS, A. L. de. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2020.

ROSO, C. C.; AULER, D.; DELIZOICOV, D. Democratização em processos decisórios sobre CT: o papel do técnico. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 225-249, 2020.

RUFATTO, C.A.; CARNEIRO, M.C. A importância da história e da filosofia da Ciência para o ensino de ciências In: CARNEIRO, M. C. (org.). **História e Filosofia das Ciências e o Ensino de Ciências**, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

RUPPENTHAL, R.; SCHETINGER, M. R. C. A argumentação e a capacidade de resolver problemas em estudantes do ensino fundamental. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 35-52, 2017.

SALLA, H. M. **Estudos CTS e transgenia:** análise de materiais didáticos do ensino médio. Orientador: Danilo Rothberg. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.

SANTOS, D. C.; PALMIERI, L. J.; SILVEIRA, C. Comunicando ciência em bares: Pint of Science Curitiba em foco. **Journal of Science Communication** – América Latina v.03, n.01, A03, 2020.

SANTOS, L. H. L. **Sobre a integridade ética da pesquisa**. São Paulo: FAPESP; 2011.

SANTOS, P.R. O ensino de Ciências e a ideia de cidadania. São Paulo: Ed. Mandruvá. **Revista [on-line] Cemoroc EDF-FEUSP**, ano X, n.17, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social:** funções, princípios e desafios. 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W.L.P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: **CTS e educação científica:** desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, v. 1, p. 21-39, 2011.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P.. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 157-181, 2016.

SCHEID, N; M; J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciênc. educ**.(Bauru), p. 223-233, 2005.

SCHNEIDER, E. M. **Alfabetização científica de alunos do ensino superior frente às implicações da engenharia genética e à idealização do "melhoramento humano".** Maringá, 2015. 140 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SILVA, A. C.; CHIARO, S. de. O impacto da interface entre a aprendizagem baseada em problemas e a argumentação na construção do conhecimento científico. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 82, 2018.

SILVA, A. C.; DE ALMEIDA, M. J. P.M. A leitura por alunos do ensino médio de um texto considerado de alto grau de dificuldade. **Alexandria:** revista de educação em ciência e tecnologia, v. 7, n. 1, p. 49-73, 2014.

SILVA, M. B.; TRIVELATO, S.L.F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 139, 2017.

SILVA, N. S. da; AGUIAR JUNIOR, O. G. de. A estrutura composicional dos textos de estudantes sobre ciclos de materiais: evidências de uso e apropriação da linguagem científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 4, p. 801-816, 2014.

SILVA, P. R. **Análise das concepções de professores de biologia em formação inicial acerca da relação entre ciência e valores**. 2012. Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

SILVA, P. R. et al. Construção e validação de questionário para análise de concepções bioéticas. **Revista bioética**, v. 20, n. 3, p. 490-501, 2012.

SILVA, W. M. da; VELASCO, P. Del Nero; ZANOTELLO, M. O debate na perspectiva da lógica informal: uma abordagem para análise da argumentação em aulas de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte) [online]. 2016, v.18, n.2, p.99-127.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**. São Paulo: Contexto, 2003.

SOUZA, D. C. de. O Positivismo de Auguste Comte e a Educação Científica no Cenário Brasileiro. **Revista REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 1, p. 29-42, 2020.

SOUZA, P. H. R. de; ROCHA, M. B. Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 2, p. 321-340, 2017.

SUISSO, C.; GALIETA, T. Relações entre leitura, escrita e alfabetização/letramento científico: um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais da área de ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 4, p. 991-1009, 2015.

TARGA, A. D. S. PAIM, A.; PAREDES, G. G. O. Interesse e motivação em sala de aula: um relato de estudantes da Prática de Ensino em Biologia. **X Congresso Nacional De Educação** - EDUCERE. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011.

TENREIRO-VIEIRA, C. Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 228-256, 2004.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; ANTONIA MANASSERO-MAS, M.. Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, 2018.