



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE
DO PARANÁ**

Campus Cornélio Procópio

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

PATRÍCIA REGINA PEDRO CREMASCO

**A PERSPECTIVA CTSA E O LETRAMENTO CIENTÍFICO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

PATRÍCIA REGINA PEDRO CREMASCO

**A PERSPECTIVA CTSA E O LETRAMENTO CIENTÍFICO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

CC915p CREMASCO, PATRICIA REGINA PEDRO
A perspectiva CTSA e o Letramento Científico na
formação inicial de professores de Biologia /
PATRICIA REGINA PEDRO CREMASCO; orientador Rudolph
dos Santos Gomes Pereira; co-orientador Lucken Bueno
Lucas - Cornélio Procópio, 2020.
102 p.

Dissertação (Mestrado em Dissertação (Mestrado
Profissional em Ensino) - Universidade Estadual do
Norte do Paraná, Centro de Ciências Humanas e da
Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino, 2020.

1. Relações CTSA. 2. Formação inicial de
professores de Biologia. 3. Uso de agrotóxicos no
Brasil. I. Pereira, Rudolph dos Santos Gomes,
orient. II. Lucas, Lucken Bueno, co-orient. III.
Título.

PATRÍCIA REGINA PEDRO CREMASCO

**A PERSPECTIVA CTSA E O LETRAMENTO CIENTÍFICO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino da Universidade Estadual do
Norte do Paraná – *Campus* Cornélio
Procópio, como requisito parcial à obtenção
do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Prof. Dr. Márcio Akio Ohira
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, _____ de _____ de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, força divina que me conduz, que me deu sabedoria e que nunca me desamparou durante todo o meu trajeto até aqui.

Ao meu esposo Nilton Roberto Cremasco, que desde o início de minha trajetória acadêmica foi quem me deu o incentivo que sempre precisei. Por sua paciência, dedicação, parceria, amor, cumplicidade e que por vezes me lembrou o quão capaz eu sou.

Agradeço aos meus pais Maria José Jacob Pedro e Josimar Pedro, que mesmo em dificuldades me proporcionaram ser quem sou hoje. Pelas vezes em que eu os procurei aos prantos, ansiosa, sem saber o que fazer e que sempre tive neles um ombro/colo para desabar.

Minha gratidão especial ao Prof. Dr. Rudolph, meu orientador pela dedicação, que o fez por vezes, o deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar. Por não ter desistido de mim e da nossa pesquisa.

Agradeço também ao Prof. Dr. Lucken que por incontáveis vezes nos deu ricas contribuições, advindas da grande competência, profissionalismo, experiências e sabedoria que possui.

Ao professor Prof. Dr. Márcio Akio Ohira da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, por aceitar fazer parte de minha banca examinadora e por sua contribuição.

Não poderei deixar de mencionar o Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto que gentilmente nos cedeu sua turma de Residência Pedagógica para a aplicação do nosso produto educacional.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná, com os quais eu aprendi muito, não somente como ser uma melhor profissional, mas como ser um ser humano melhor.

E a todos os meus colegas de turma do mestrado que ainda trago na memória com muito apreço apesar da distância entre nós.

**Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas. Pessoas
transformam o mundo.**

Paulo Freire

CREMASCO, Patrícia Regina Pedro. **A perspectiva CTSA e o Letramento Científico na formação inicial de professores de biologia**. 2020. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2020.

RESUMO

A presente dissertação aborda a inserção da perspectiva CTSA em sala de aula no ensino de Biologia. Para tal, apresenta a análise da aplicação de uma proposta (curso de extensão) de formação inicial de professores envolvendo licenciandos em Biologia. Diante de necessidades formativas, uma proposta de formação pedagógica baseada no enfoque CTSA e com os Três Momentos Pedagógicos Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2002) como organizadores, poderia contribuir para o Letramento Científico na formação inicial de professores de Biologia? Partindo de tal questão, o objetivo principal foi o de investigar a formação inicial de professores de Ciências Biológicas a partir da aplicação de uma proposta pedagógica com enfoque CTSA para o estudo sobre o uso de Agrotóxicos no Brasil. Os participantes foram alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade estadual situada no Paraná. A abordagem metodológica de pesquisa foi a qualitativa tendo como instrumentos de coleta de dados as avaliações diagnósticas iniciais, a atividade com textos formativos, a avaliação final e as entrevistas semiestruturadas. Para organização e análise dos dados, utilizamos a análise categorial livre que permitiu a fragmentação dos excertos e construção categorias. Dentre os principais resultados e discussões, evidencia que os licenciandos reconhecem a importância da inclusão da perspectiva CTSA nas aulas de Biologia. Os participantes desta pesquisa indicam que a formação inicial precisa oferecer subsídios para essa inserção por meio da discussão do currículo, do planejamento e das possibilidades metodológicas para desenvolver o estudo de temas geradores de prejuízos socioambientais na educação básica. Aliado a isso, percebe-se que os licenciandos admitem sentir insegurança de como desenvolver metodologicamente em sala de aula com os alunos e, assim, o curso contribuiu diretamente para a formação profissional ao discutir a inserção desses conteúdos por meio do uso da perspectiva CTSA.

Palavras-chave: Formação de professores. CTSA. Letramento Científico. Agrotóxicos.

CREMASCO, Patrícia Regina Pedro. **The CTSA perspective and Scientific Literacy in the initial formation of biology teachers**. 2020. 102 f. Course Completion Work (Professional Master's in Teaching) – State University of North of Parana, Cornélio Procopio, 2020.

ABSTRACT

This dissertation addresses an insertion of the CTSA perspective in the classroom in the teaching of Biology. To this end, it presents an analysis of the application of a proposal (extension course) for initial training of involved teachers licensed in Biology. Given the training needs, could a pedagogical training proposal based on the CTSA approach and with the three pedagogical moments Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2002) as organizers, contribute to Scientific Literacy in the initial training of Biology teachers? Based on this question, the main objective was to research the initial training of Biological Sciences teachers from the application of a pedagogical proposal with a CTSA approach to the study on the use of pesticides in Brazil. The participants were students of the Biological Sciences degree course at a state university located in Paraná. A methodological approach to research was qualitative, using as methods of data collection the initial diagnostic evaluations, an activity with formatted texts, a final evaluation and semi-structured interviews. For data organization and analysis, it uses a free categorical analysis that allows fragmentation of excerpts and construction of categories. Among the main results and discussions, evidence that graduates recognize the importance of including the CTSA perspective in Biology classes. The participants of this research use the initial training necessary to provide subsidies for this curriculum discussion, planning and methodological options for the development of studies on topics that generate socio-environmental damage in basic education. Allied to this, it is clear that the graduates admit to feeling insecure about how to methodologically develop the classroom with the students and, therefore, the course directly contributed to professional training and to discuss the alteration of these contents through the use of CTSA perspective.

Key-words: Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Curricular adaptations. Mathematics teaching. Teacher training.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - O que deverão “saber” e “saber fazer” os professores de Ciências	31
Quadro 2 - Agrotóxicos classificados de acordo com os organismos alvos	57
Quadro 3 - A classificação dos agrotóxicos por sua origem	58
Quadro 4 - Classificação, sintomas e/ou efeitos da intoxicação por agrotóxicos	60
Quadro 5 - Módulos do curso	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de óbitos por intoxicação no Brasil entre 2007 e 2014	61
Figura 2: Consumo de agrotóxicos nas lavouras do Brasil entre 2012 e 2014.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
ABRASCO	Associação Brasileira de Saúde Coletiva
APP	Aplicativo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
DCN	Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PL	Projeto de Lei
PLACTS	Pensamento Latino-Americano em CTS
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 FORMAÇÃO INICIAL E NECESSIDADES FORMATIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS/BIOLOGIA	20
1.1 NECESSIDADES FORMATIVAS DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA	28
2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)	37
2.1 A PERSPECTIVA CTSA EM SALA DE AULA	43
2.2 LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	48
3 AGROTÓXICOS	56
3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS.....	57
3.1.1 Toxicidade de agrotóxicos e sua contaminação do ambiente aquático	58
3.2 O USO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL E O PROJETO DE LEI Nº 6299/02	63
4 ALTERNATIVAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL COMO FORMA DE MINIMIZAR O USO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL	69
4.1 TRANSGENIA	69
4.2 AGROECOLOGIA	71
5 A SISTEMATIZAÇÃO DE UM CURSO DE EXTENSÃO	73
5.1 DESENVOLVIMENTO DO CURSO DE EXTENSÃO	73
6 ASPECTOS METOLÓGICOS DA PESQUISA	76
6.1 TIPO DA PESQUISA	76
6.2 PERFIL DOS PARTICIPANTES	78
6.3 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	78
6.4 SELEÇÃO E CODIFICAÇÃO DE DADOS PARA A ANÁLISE	81

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	82
7.1 AS CATEGORIAS DE ANÁLISE	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICES	95
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	96
APÊNDICE B: Questionário de Avaliação Diagnóstica	98

APRESENTAÇÃO

Nesse momento, apresento minha trajetória pessoal, a motivação que me direcionou à formação de professores e, por conseguinte, a escolha do objeto de pesquisa de mestrado.

Contarei neste espaço um pouco de minha trajetória escolar e profissional em relação à educação.

Desde muito nova tive interesse pelos estudos e em particular em entender das plantas, animais e fenômenos naturais ao meu redor.

Aprendi a ler aos 5 anos de idade antes mesmo de ir para um colégio, por auxílio de um gibi da Turma da Mônica e de aulinhas improvisadas ministradas por minha mãe.

Neste mesmo ano (1995) fui matriculada em uma turma denominada de “Pré-Jardim”, na Escola Estadual Prof. Jean Fumierre. Nesta época não era obrigatório entrar na escola antes dos 7 anos, porém, acabei fazendo 2 anos de pré-escolar porque gostava muito de estudar. Sofri bullying nesse período, mas era algo que não me importava pois o que realmente queria era aprender.

Durante o Ensino Fundamental venci alguns concursos de redação, slogans, desenho, eleições estudantis para representante de turma e membro de Grêmio Estudantil, ou seja, o bullying havia ficado para trás. O que foi ótimo para meu desenvolvimento estudantil e sou muito privilegiada por isso.

Meu interesse pela Biologia sempre foi muito latente, eu deixava isso muito claro a todos que me conheciam. Me lembro de um dia estar andando na rua com meus primos, ver musgo em um muro e parar para observar. Uma prima disse-me que eu deveria ser professora de Ciências.

Refleti sobre a fala dela e foi assim que aos 11 anos de idade eu decidi qual graduação iria cursar.

No Ensino Médio ia para a biblioteca e “devorava” os livros de Biologia Geral, foram anos muito bons em que fiz muita amizade, participei de eventos extracurriculares e estive em turmas muito diversas e com pessoas muito agradáveis.

Nos anos anteriores estudei sempre em período vespertino ou matutino, porém para ajudar na renda familiar e começar minha independência financeira optei por estudar no período noturno.

No 2º ano consegui um estágio de dois anos na Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), empresa a qual sou grata pela oportunidade de crescimento e desenvolvimento pessoal que tive. Sempre fui muito tímida e a necessidade de me comunicar todos os dias com os clientes me fizeram perder essa timidez e me tornar uma pessoa mais comunicativa e sociável.

Como já tinha em mente o que iria cursar, quando as inscrições para o vestibular de Inverno da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Campus Cornélio Procópio abriram eu não tive dúvidas em realizar minha inscrição no curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas.

Quando saiu o resultado mal pude acreditar, liguei para uma amiga e aos prantos comemorei que eu seria Bióloga, seria professora de Biologia.

Iniciei meus estudos no ano de 2008 e no último ano de graduação consegui lecionar algumas aulas de Química no regime de contrato Processo Seletivo Simplificado (PSS). Foi um período curto de um mês e meio, mas que me fez ter uma visão muito distorcida da docência.

Atualmente, percebo que foi porque eu não havia tido contato anterior com a prática docente, não estava apta para lecionar Química e conciliar com minhas responsabilidades acadêmicas.

No ano seguinte (2012) já graduada decidi fazer uma Especialização em Biologia Aplicada à Saúde na Universidade Estadual de Londrina.

Escolhi esta Pós-Graduação pois durante a graduação a área da saúde e patologias foi a que mais me chamou a atenção e eu queria distância da sala de aula. Pretendia fazer minha carreira na área de pesquisa em Patologia. Porém esta acabou sendo minha primeira desilusão acadêmica.

Tudo se iniciou com o falecimento do meu avô em setembro de 2011 devido a um câncer no estômago. Como vivenciei os últimos meses de sua vida fiquei muito sensibilizada e instigada a compreender melhor a doença. Foi assim que entrei na especialização, dizendo que queria fazer uma monografia a respeito de câncer, não fui pesquisar nada sobre, não tinha um projeto em mente e a primeira proposta que me surgiu eu aceitei.

Não fiz amizades nem contatos, corria de um ponto de ônibus a outro para não perder o transporte. Foi tudo muito mecânico, traumático e longe do que eu almejei quando iniciei o curso.

Em 2013, lecionei novamente sob o regime de contrato PSS a disciplina de Ciências, mas como anteriormente a essa oportunidade eu havia iniciado a trabalhar em uma empresa de Telemarketing na cidade de Londrina-PR tudo foi muito corrido e novamente eu me via sem tempo, disposição ou incentivo a me dedicar à docência.

Pedi demissão da empresa de Telemarketing, não sobraram aulas no ano seguinte e eu me vi totalmente sem rumo e propósito.

Me aventurei em um curso de Maquiadora Profissional e estava determinada a me mudar de cidade em 2016 quando finalizasse o curso para trabalhar com isso em um salão de uma cunhada. Quando em dezembro de 2015 vi uma publicação de um professor da UENP sobre o Mestrado Profissional em Ensino, li os requisitos e eu me encaixava. Logo pensei se seria essa uma forma de retomar meu sonho, de me dedicar à docência, aprender mais e me instrumentalizar.

Me enchi novamente de esperança, fiz inscrição para o primeiro processo seletivo do programa, mas confesso que não me preparei muito para tal e obviamente não passei.

Ingressei no curso como aluna especial e cursei duas disciplinas.

Estando nesse ambiente, com as lições aprendidas, atividades em grupo e o contato com pessoas muito queridas e especiais na área da educação notei que era o curso que eu deveria fazer. Que estava no lugar certo.

Para tal, procurei me dedicar aos estudos para passar no processo seletivo seguinte, pedi dicas a alunos regulares e me inscrevi novamente.

Passei na primeira fase da avaliação por meio de redação, nas entrevistas, porém como não tinha um currículo que pontuasse bem não consegui me classificar entre as 28 vagas. Fiquei em 29º, primeira da lista de espera. Passei dois dias chorando, sentindo que tudo havia sido em vão, que teria que esperar mais um ano e repetir o processo todo novamente.

Porém, acredito que tudo na vida tem um propósito e tempo para acontecer. Após esses fatídicos dois dias, fui informada que um estudante que passou no processo seletivo havia desistido da vaga.

Mal pude acreditar, após tantos anos de desilusões, de sentimento de impotência e inutilidade conseguir ser aprovada em um curso de mestrado foi a coisa mais incrível para mim.

E assim iniciou-se minha trajetória neste curso.

Ao decorrer desses sofríveis anos anteriores ao meu ingresso no mestrado, percebi que minha inclinação para assuntos que visam a conscientização das pessoas quanto a degradação do meio ambiente era algo que podia ser trabalhado.

Quando me foi proposta a pesquisa na área de CTSA fiquei muito feliz e quanto mais eu aprendo sobre o tema mais vejo que estou no caminho certo.

As relações CTSA, o uso exacerbado de agrotóxicos, a agricultura exploratória e a ganância humana por optar em utilizar-se de recursos mais rentáveis economicamente e mais prejudiciais ao meio ambiente tem tudo a ver com a minha vida e meu crescimento pessoal ao longo dos últimos anos.

Atualmente sou uma pessoa que tenta ao máximo reduzir seu impacto no mundo, adotando medidas que às vezes podem parecer controversas para a cultura de consumo que nos é ensinada desde muito novos. Mas, acredito que alguns paradigmas precisam ser quebrados para que possamos ver além.

Por exemplo: separo o lixo reciclável do orgânico e este último serve de adubo para a minha horta orgânica, recuso sacolas de plástico quando vou ao supermercado, uso canudos de inox, tenho meus próprios saquinhos de tecido para pesagem de frutas e verduras, dou prioridade a consumir alimentos de pequenos produtores, não utilizo produtos que testam em animais e que possuam insumos de origem animal, reduzi meu consumo de carne e pretendo até o fim deste ano me tornar vegana (não consumir nenhum produto de origem animal ou que tenha sido testado em animais, dentro do possível e praticável).

Acredito que mais que saber/ensinar sobre como adotar medidas para o consumo consciente e menos degradante do meio ambiente é necessário viver isto.

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos imprimem um ritmo sem precedentes na sociedade moderna, o acúmulo de conhecimentos gera profundas transformações na forma de organização e distribuição do próprio conhecimento.

Considerou-se útil, para tal, analisar, como exemplo paradigmático, o problema criado pelos fertilizantes químicos e pesticidas que, a partir da Segunda Guerra Mundial, produziram uma verdadeira revolução agrícola, incrementando de forma notável a produção. Porém, desde a década de 1960 o uso indiscriminado dos mesmos já era alvo de críticas de ambientalistas por sua toxicidade a organismos não-alvo.

O que deu origem ao movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) o qual visa discutir as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, seus benefícios e prejuízos a curto, médio e longo prazo.

Atualmente o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, servindo á mesa da população brasileira uma dose de 7,5 litros dessas substâncias para cada indivíduo por ano no estado do Paraná (BOMBARDI, 2017).

O Dossiê Abrasco (Associação Brasileira de Saúde Coletiva), publicado em 2015 pela Abrasco, Fiocruz e outros órgãos de pesquisa, aponta que agrotóxicos já contaminam o solo, a água e até mesmo o leite materno (CARNEIRO, 2015).

Os estudos indicam ainda um dado pouco lembrado pelos brasileiros: em um único alimento, ingere-se diversos agrotóxicos diferentes. Além disso, ingere-se diariamente e durante a vida inteira.

O organismo humano não tem a capacidade de eliminar muitos deles, que vão se acumulando no corpo (CARNEIRO, 2015).

O Projeto de Lei nº 6299/02 que ainda está em fase de votação, foi aprovado por uma comissão especial de deputados em 25 de junho de 2018 e enviado à câmara de senadores, prevê dentre muitas outras medidas, a desburocratização para o uso, compra e venda de mais agrotóxicos no país.

Se faz necessária neste momento uma educação que permita preparar as cidadãs e os cidadãos para a tomada de decisões, para serem participativos nas questões onde os avanços científicos e tecnológicos podem envolver prejuízos às suas vidas.

E esta inclui considerar o processo de formação de professores para que tais profissionais sejam reflexivos, críticos e sensíveis ao trabalho de conscientização que deverão empreender em seus alunos frente a questões relacionadas à saúde e ao bem-estar humano, incluindo os cuidados com o meio ambiente em geral.

Ao ter como base a observação de que o ambiente que nos cerca está imerso em problemas causados pela ação humana e que ações educativas visam a formação de cidadãos éticos e participativos, acredita-se ser a escola um dos principais espaços em que o diálogo propicia a (re)construção da relação respeitosa e harmoniosa que o homem precisa enxergar frente à natureza.

Acredita-se, ainda, que se professores de Biologia em formação inicial apresentam dificuldades para compreender qual é a sua função para que esse diálogo aconteça sob a perspectiva das relações CTSA, podemos oferecer espaços educativos no interior da universidade e canais de comunicação que cooperem, incentivem e ofereçam subsídios teórico-práticos para auxiliar na formação de indivíduos críticos, participativos e emancipados com as questões ambientais.

Para esta pesquisa considerou-se a seguinte questão: Diante das necessidades formativas, uma proposta de formação pedagógica baseada no enfoque CTSA e com os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) como organizadores, poderia contribuir para o Letramento Científico na formação inicial de professores de Biologia?

Partindo dessa questão o objetivo principal é o de investigar a formação inicial de professores de Ciências Biológicas a partir da aplicação de uma proposta pedagógica com a perspectiva CTSA para o estudo sobre o uso de Agrotóxicos.

E surgiram sequencialmente os objetivos específicos de investigar teoricamente as necessidades formativas de professores de Ciências Biológicas; estabelecer relações entre CTSA e Letramento Científico para o atendimento às necessidades formativas; sistematizar uma proposta pedagógica com enfoque CTSA, na forma de curso de extensão, para o estudo sobre o uso de agrotóxicos no Brasil e interpretar os resultados da relação entre CTSA e Letramento Científico sobre o uso de agrotóxicos no Brasil.

A partir do desenvolvimento da conclusão desta dissertação de mestrado evidenciamos que a mesma se encontra organizada da seguinte maneira:

A estrutura do trabalho foi organizada, inicialmente, pela introdução, que disserta sobre a apresentação e as inspirações da pesquisadora no percurso investigativo, seguida da justificativa, problema e objetivo da pesquisa.

No primeiro capítulo, iniciamos a apresentação da fundamentação teórica que sustenta a pesquisa. Como primeiro tópico, elencamos as necessidades formativas presentes em professores de Biologia referidas por autores como Carvalho e Gil-Pérez (1993); Marcelo (1998) e Mello (2000), pois acreditamos que a autonomia profissional dos docentes deve ser desenvolvida e incrementada, para que o profissional não seja um mero executor de programas curriculares, mas sim, investigador, avaliador e promotor das eventuais mudanças e inovações necessárias ao currículo.

O segundo capítulo está organizado para apresentar o histórico do movimento CTSA, onde, como, quando e o que deu início a ele. Abordamos a perspectiva CTSA em sala de aula e as vantagens para o processo de ensino/aprendizagem assim como sua contribuição para o Letramento Científico de professores em formação inicial.

No terceiro capítulo evidenciamos os efeitos prejudiciais aos organismos não alvo do uso exacerbado de agrotóxicos no Brasil.

No quarto capítulo trouxemos duas alternativas de redução de consumo de agrotóxicos no país, a transgenia e a agroecologia.

No quinto capítulo, detalhamos o Produto Técnico Educacional, fruto do processo de pesquisa e intervenção. Um curso de extensão voltado para a formação inicial de professores de Biologia.

O sexto capítulo foi destinado ao encaminhamento metodológico da pesquisa, contemplando a caracterização do tipo da pesquisa, perfil dos participantes da pesquisa, os procedimentos e instrumentos de coleta de dados e a codificação de dados.

No sétimo capítulo apresentamos os resultados e a discussão do trabalho. E, por fim, as considerações finais, com as percepções dos participantes acerca da pesquisa e suas possíveis contribuições para o ensino e para a aprendizagem da perspectiva CTSA, no contexto escolar e da comunidade local.

1 FORMAÇÃO INICIAL E NECESSIDADES FORMATIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS/BIOLOGIA

A trajetória da profissão docente no Brasil durante o século XX, caracteriza-se por um período de intensas transformações que deram início as reformas de 1932, direcionadas por Anísio Teixeira e de 1933 por Fernando de Azevedo.

Tais reformas tinham como fundamento:

[...] a reestruturação curricular da escola normal, que passava a oferecer uma formação de base científica aliada à experimentação destinada a cada área específica de atuação profissional, licenciaturas e cursos de Pedagogia (RANKEL; STAHLSCHEMIDT, 2009, p. 33).

Após estas reformas, em 1934 com a criação da USP (Universidade de São Paulo), o Instituto de Educação Paulista a ela foi incorporado. Um ano mais tarde, foi criada a Universidade do Distrito Federal, a Escola de Professores a ela foi incorporada com o nome de Escola de Educação.

E é sobre essa base que, em 1939, foram instituídos os Cursos de Pedagogia e de Licenciatura na Universidade do Brasil e na Universidade de São Paulo. [...] Aos cursos de Licenciatura coube a tarefa de formar professores para as disciplinas específicas que compunham os currículos das escolas secundárias; e os Cursos de Pedagogia ficaram com o encargo de formar os professores das Escolas Normais (SAVIANI, 2005, p. 17).

Anterior ao advento da Lei de Diretrizes e Bases, nº 9.394 de 20 dezembro de 1996 a qual ainda é utilizada na educação brasileira até os dias atuais, houve também mudanças que a Ditadura Militar (1964) implantou na legislação do ensino.

Reformulou-se então o Ensino Superior, com a Lei nº 5.540/68 e o Ensino Primário e Médio, com a Lei nº 5.692/71.

A literatura atribui a este período uma estrutura de modelo tecnicista, cujo principal objetivo seria a formação do homem ideal para o mercado de trabalho. A formação de professores ficou baseada em formar executores de objetivos pré-programados por especialistas.

Saviani conclui da seguinte forma a trajetória da formação dos professores no Brasil até a Lei de 1996:

[...] as esperanças depositadas na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, consubstanciadas na Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996, no sentido de que ela viesse a enfrentar com êxito o problema da formação de professores, resultaram frustradas. Com efeito, abortado o dispositivo legal que elevaria o preparo de todos os professores ao nível superior; e considerando-se que a inovação dos institutos superiores de educação representa um forte risco de nivelamento por baixo, perdeu-se a possibilidade de se registrar um quarto momento decisivo na história da formação docente no Brasil (SAVIANI, 2005, p. 25).

Porém, de acordo com os estudos de Nóvoa (2009), Rankel; Stahlschmidt (2009), Saviani (2005), pode-se concluir que houve nas décadas de 1980 e 1990 avanços significativos para a universalização do acesso à educação.

A democratização desse acesso surge paralelamente a modernização econômica, os direitos à cidadania e pela disseminação do acesso às tecnologias.

Entre alguns dos motivos que contribuíram para a sua emergência está o movimento de profissionalização do ensino e suas consequências para o objeto do conhecimento dos professores na busca de um repertório de conhecimentos, visando a garantir a legitimidade da profissão, havendo a partir daí uma ampliação tanto quantitativa, quanto, posteriormente, qualitativa desse campo (TARDIF, 2000).

Segundo Nóvoa (2009), esta nova abordagem veio em oposição aos estudos anteriores que acabavam por reduzir a profissão docente a um conjunto de competências e técnicas.

Mesmo com as transformações feitas na trajetória da formação docente no Brasil, ainda é latente as carências que outrora eram características em um passado não tão distante, como, a remuneração, condições de trabalho, valorização e capacitação do profissional bem como a ideologização da figura do professor e da educação como um todo praticada pelo Estado.

Deste modo, compreender a formação docente incide na reflexão fundamental, de que, ser professor é ser um profissional que trabalha diretamente com pessoas, que possui uma demanda social a cumprir.

Citando o Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, Delors et al., afirmam que:

A Comissão atribui à educação um papel ambicioso no desenvolvimento dos indivíduos e das sociedades (pois) encaramos o próximo século como um tempo em que, por toda a parte, indivíduos e poderes públicos considerarão a busca do conhecimento, não

apenas como meio para alcançar um fim, mas como fim em si mesmo. (Por isso) todos vão ser encorajados a aproveitar as ocasiões de aprender que se lhes oferecem ao longo da vida e terão possibilidade de o fazer (DELORS et al., 2001, p. 152).

A partir dessa percepção, muito se espera dos professores. Tal percepção, dispõe a este profissional um processo permanente de formação, na busca constante do conhecimento por meio dos processos que dão suporte à sua prática pedagógica e social.

Para além da finalidade de conferir uma habilitação legal ao exercício profissional da docência, do curso de formação inicial se espera que forme o professor. Ou que colabore para sua formação (PIMENTA, 1999, p.18).

Espera-se da licenciatura uma contribuição ao processo de humanização dos estudantes, que desenvolva neles habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem de forma contínua, irem construindo seus saberes docentes partindo de desafios, necessidades e estímulos que a prática do ensino, como prisma social, lhes impõe no cotidiano.

Segundo Pimenta e Almeida (2011):

Como a qualidade da formação propiciada aos estudantes é elemento que confere reconhecimento institucional, entendemos que para viabilizá-la enquanto fruto da ação coletiva de seus docentes a formação se constitui em elemento de valorização do trabalho docente e pressupõe que os professores sejam capazes de considerar, numa perspectiva crítica, os contextos históricos, social cultural e organizacional onde realizam suas práticas (p. 27).

Em formação inicial, é importante que o estudante tenha consciência da importância de seus compromissos e responsabilidades para com sua profissão. É essencial que se compreenda que alguns saberes são primordiais a todo aquele que almeja sucesso na prática docente.

Saberes estes que para Tardif (2012) não são:

[...] um conjunto de conteúdos cognitivos definidos de uma vez por todas, mas um processo em construção ao longo de uma carreira profissional na qual o professor aprende progressivamente a dominar seu ambiente de trabalho, ao mesmo tempo que se insere nele e o interioriza por meio de regras de ação que se tornam parte integrante de sua consciência prática (p. 14).

Esses saberes podem apresentar-se sob a forma de programas escolares que os professores devem aprender, mas não se limitam a eles, pois segundo o autor, o saber não é, portanto, uma substância ou um conteúdo fechado em si mesmo, ele se manifesta através de relações complexas entre o professor e seus alunos (TARDIF, 2012).

Tardif (2012) elucida ainda que:

[...] as relações dos professores com os saberes nunca são relações estritamente cognitivas, são relações mediadas pelo trabalho que lhes fornece princípios para enfrentar e solucionar situações cotidianas, ou seja, o saber está a serviço do trabalho (TARDIF, 2012, p. 17).

Posto isto, reassume-se a importância de se considerar o professor em sua própria formação, no qual, seus saberes vão-se estabelecendo a partir de uma reflexão na e sobre a prática.

A prática docente não é apenas um objeto de saber das ciências e da educação, ela é também uma atividade que mobiliza diversos saberes que podem ser chamados de pedagógicos (TARDIF, 2012).

Os Saberes Pedagógicos, para Gauthier et al. (2006), Pimenta (1999) e Tardif (2012), situam-se como concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa no sentido amplo do termo, esta pode ser então comparada, revisada e avaliada a fim de estabelecer orientação da atividade educativa.

Os Saberes Disciplinares, para Gauthier et al. (2006) e Tardif (2012) são saberes que correspondem aos diversos campos do conhecimento, aos saberes de que dispõe a nossa sociedade, tais como se encontram hoje integrados nas universidades, sob a forma de disciplinas, no interior de faculdades e de cursos distintos.

Em síntese:

[...] são aqueles relacionados às diversas áreas do conhecimento (Ciências, História, Filosofia, Matemática). Encontrados nas universidades sob a forma de disciplinas em cursos distintos e independentes das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores, englobam os conhecimentos específicos de determinada área do conhecimento, considerados essenciais aos professores, para o exercício da docência (GIANOTTO, 2011, p. 7)

Os Saberes Curriculares, na visão de Tardif (2012), apresentam-se concretamente sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos, métodos) que os professores devem aprender a aplicar.

Para Gauthier et al. (2006), o professor deve de fato conhecer o programa de ensino, pois este serve de guia para avaliar e planejar, entretanto o autor questiona qual a natureza do saber curricular dos professores em seu contexto real de ensino.

Em Zabala et al. (2010):

À premissa do saber pelo saber deve-se acrescentar a concepção do sistema escolar de caráter claramente propedêutico e seletivo, que entendeu o ensino como um percurso de superação de etapas sucessivas mediadas cada uma delas por demandas da etapa superior (p.19).

Já os Saberes Experienciais, brotam da experiência e são por ela validados, incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades, de saber-fazer e de saber-ser, segundo Tardif (2012). Parte do mesmo pressuposto as palavras que Gauthier et. al. (2006) utiliza-se para explicar estes saberes, do ponto comum onde há uma repetição de atividades na prática docente, a qual faz com que o professor aprimore, se auto avalie e se sinta confortável para aquela prática, transformando-o assim, em algo integrante de uma rotina.

Em Tardif (2012, p. 21), “[...] ensinar é mobilizar uma ampla variedade de saberes, reutilizando-os no trabalho para adaptá-los e transformá-los pelo e para o trabalho”.

Em resumo, para o autor, o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e a pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos (TARDIF, 2012, p. 35).

Ainda em Tardif (2012, p. 36), pode-se definir o saber docente como “[...] um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”.

A forma plural de entender os saberes docentes e a relação existente entre eles, destacada nos estudos de Tardif, é reafirmada por Gauthier et al. (2006), quando esclarece que “[...] é muito mais pertinente conceber o ensino como a mobilização de vários saberes que formam uma espécie de reservatório no qual o professor se

abastece para responder a exigências específicas de sua situação concreta de ensino” (p. 28).

Mesmo que possam ser identificadas algumas divergências entre os estudos apresentados por estes autores, há entre eles, muitos pontos de convergência.

A partir dos resultados e análises apresentadas por Gauthier et. al., (2006), Pimenta (1999); Tardif, (2012); pode-se afirmar que o processo que confere ao professor sua identidade docente, a aquisição e construção dos saberes necessários à sua prática profissional é complexo e marcado por diferentes períodos, diferentes vivências e experiências.

Na prática docente o futuro profissional irá se deparar com conflitos que necessitam de sua plena capacidade e determinação para solucioná-los.

Pesquisadores como Gauthier, Tardif, Arruda, Lima e Passos, assim como outros, caracterizam com propriedade as tarefas ou funções que os professores desenvolvem em sala de aula, denominando-as de condicionantes da ação docente (LUCAS, 2015). Funções estas que segundo os autores podem ser classificadas em três eixos principais:

a) A gestão de conteúdo – para além do domínio de conteúdo, tão considerado como fundamental pelo senso comum, essa gestão implica em ações pedagógicas para que o aluno aprenda o conteúdo proposto. Bem como sua proposta metodológica, sua abordagem dos temas, do espaço que dá ao aluno para expressão e reflexão, também em relação as atividades avaliativas que se utiliza.

b) A gestão de classe – é de fato o eixo que pode ser considerado muito particular e singular na prática didática, pois este diz respeito à forma como o profissional se porta em sala de aula diante de problemas como: indisciplina, falta de interesse em participar das atividades, conflitos entre os alunos e etc. Portanto, em como o professor vai gerir essas questões de forma em que haja um ambiente saudável para o ensino e a aprendizagem. Fato é que, mesmo cada profissional elaborando suas formas de lidar com os problemas diários e estes podendo variar de turma para turma, a possibilidade de se compartilhar essas práticas, conceitos, acordos e etc., com os colegas de trabalho é de grande valia para aperfeiçoá-las e para o bom andamento das aulas na instituição em que lecionam.

c) A gestão da aprendizagem da docência – ainda sob o aspecto da gestão de classe ser um eixo que pode ser compartilhado e aperfeiçoado com o auxílio de

colegas de profissão, a gestão da aprendizagem da docência trata-se justamente dessa interação com colegas, alunos e da autorreflexão de seu trabalho. A prática docente permite ao professor um amadurecimento profissional. Pode-se dizer que auxilia na autoavaliação de como se porta diante dos dois primeiros eixos, ou seja, de como domina seu conteúdo, como faz sua abordagem e metodologia bem como se porta perante aos conflitos diários.

Para enfrentar a diversidade de problemas da sala de aula não se pode prescindir de um profissional com perfil curioso, inquieto, de mente viva e capacitado, pronto a buscar novas soluções nas situações adversas (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003).

Repensando a formação dos professores a partir da análise da prática pedagógica, Pimenta (1999) identifica o aparecimento da questão dos saberes como um dos aspectos considerados nos estudos sobre a identidade da profissão do professor, partindo da premissa de que essa identidade é construída a partir da significação social da profissão, outrora já citada neste capítulo, e também na reafirmação de práticas consagradas culturalmente.

Práticas estas que:

[...] resistem a inovações porque prenes de saberes válidos às necessidades da realidade. Do confronto entre as teorias e as práticas, da análise sistemática das práticas à luz das teorias existentes, da construção de novas teorias (PIMENTA, 1999, p. 19).

A prática profissional docente é resultado da relação existente entre os seus diferentes saberes, adquiridos não somente na sua preparação profissional, cursada e destinada a formação de professores, mas também oriundos de sua experiência de vida.

Assumir que o professor também aprende com o cotidiano a que é inserido, seja o local onde nasceu, a educação familiar que obteve e/ou suas experiências pessoais deixa mais clara a ideia de que este profissional não só pode, quanto deve ter singularidade em sua identidade.

Atribuída pela sociedade, a visão externa da identidade docente, para Rankel; Stahlschmidt (2009) deveria sofrer uma ruptura a qual o conjunto de representações estereotipadas, que acaba por rebaixar a atuação do professor como um mero técnico

reprodutor de conteúdos e esquemas de aprendizado não esteja mais presente na caracterização da identidade docente.

Porém, essa ruptura necessitaria de ser feita de dentro para fora, da identidade interna, na busca pelo profissionalismo e ética da profissão.

Para Pereira e Martins (2002):

No âmbito da profissão, embora não de forma unívoca, temos que ter uma luta consistente, nesse sentido é possível construir uma prática social de uma intenção de ruptura, procurando superar a identidade atribuída e fazendo desse atributo a possibilidade de ruptura, o que significa exatamente essa possibilidade de produção de práticas que estejam sintonizadas com as demandas postas pela realidade (p. 121).

Pereira e Martins, enfatizam nesse pensamento a necessidade de docentes refletirem acerca do processo de construção da identidade profissional em suas múltiplas dimensões.

John Dewey, filósofo da educação, defendeu a importância do pensamento reflexivo e escreveu extensivamente sobre o papel da reflexão nos seus livros *How we think* (1910) e *Logic: The theory of inquiry* (1938).

Dewey defende a lógica de que somente há um pensamento analítico em face de algum problema a ser resolvido. Que a reflexão emerge do conflito, dilema e/ou incerteza.

Posto isso, Sasseron e Machado (2017) afirmam que problematizar consiste em abordar questões reconhecidamente conflitantes da vida e do meio estudante; investigar, para entender melhor a situação e desencadear uma análise crítica reflexiva para que o docente perceba a necessidade de mudança.

A concepção do professor como profissional reflexivo e da reflexão-na-ação como estratégia que fundamenta a epistemologia da prática tem tido repercussões tanto do ponto de vista da pesquisa didática, quanto da formação de professores (MARCELO, 1998).

A partir da perspectiva de todos os autores supracitados considera-se, que este, em sua trajetória, constrói e reconstrói seus conhecimentos conforme a necessidade de utilização dos mesmos, suas experiências, seus percursos formativos e profissionais.

Conceber a formação como um processo dinâmico permite dar coerência ao conhecimento prático do professor no que se refere à característica progressiva e contínua do desenvolvimento desse conhecimento (LORENCINI JÚNIOR, 2000).

Deste modo:

A complexidade da tarefa docente deixa de ser vista como obstáculo à eficácia do ensino e como fator de desânimo, uma vez em que é aproveitada a enorme criatividade potencial que pode vir a ser gerada pela atividade docente. Porém, é preciso frisar novamente que, em última instância, é a reação empírica dos alunos em sala, conjugada a uma consciente e responsável e crítica prática pedagógica, que deveria desencadear a motivação do professor para enfrentar o *status quo* e dar encaminhamento na direção de novas soluções criativas. Tarefa nada fácil, [...] por estar vinculada, [...] à tomada de consciência dos problemas diretamente ligados à qualidade formativa do professor [...] (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 256).

A autonomia profissional deve ser desenvolvida e incrementada, para que o profissional não seja um mero executor de programas curriculares, mas sim, investigador, avaliador e promotor das eventuais mudanças necessárias ao currículo.

O aperfeiçoamento constante e a consciência de suas necessidades formativas, carecem de estar arraigados na vida do professor.

1.1 NECESSIDADES FORMATIVAS DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA

Atualmente, uma das principais tarefas dos professores de Biologia é construir uma relação entre a ciência e a realidade em que seus alunos vivem, bem como as experiências pessoais deles.

Levar os alunos a enxergarem sob a ótica científica, na qual os faça refletir sobre o seu papel na sociedade, os fenômenos naturais e como estes influenciam seu cotidiano é fundamental para um bom desempenho no ensino de Biologia.

Na disciplina de Biologia os conteúdos abordados têm base na vida do homem, dos animais e do meio ambiente. Conteúdo este que, foi produzido através de estudos ao longo dos séculos, movidos pela curiosidade humana diante de fenômenos e também pela necessidade de sobrevivência.

A ciência ao longo dos anos tornou-se algo que busca dar sentido e explicação ao mundo e aos fenômenos que o permeiam, o que evidencia que a mesma é construída por pessoas.

Portanto, para Sasseron e Machado (2017):

Ao considerar esses importantes apontamentos, trabalhar ciências em sala de aula deve privilegiar não apenas os produtos trazidos pela comunidade científica, mas também o processo pelo qual se chega a tais produtos e o entorno dessa produção. Isso significa dar ênfase às práticas científicas e aos seus aspectos sociais e culturais. Construir conhecimento sobre conceitos científicos é também construir conhecimento sobre como a própria ciência se organiza e de que modo ela impacta nossa vida (p. 9).

Ao longo da literatura específica, pesquisadores como Chassot (2003); Lorencini Jr. (2000) e Pimenta (1999) têm defendido a importância do investimento no desenvolvimento profissional de professores, visto que a democratização do ensino passa por sua formação, por sua valorização profissional e por suas condições de trabalho.

Marandino et al., (2009) afirma que:

Na formação de professores, os currículos devem considerar a pesquisa como princípio cognitivo, investigando com os alunos a realidade escolar, desenvolvendo neles essa atitude investigativa em suas atividades profissionais e assim tornando a pesquisa também princípio formativo na docência (p. 15).

Carvalho e Gil-Pérez (1993) dizem que os professores de Biologia em formação ou em exercício mal sabem das carências e necessidades de formação de seu ofício, visto que quando são indagados sobre o que é necessário para ser um bom profissional muitos relacionam somente o fato de conhecerem bem a disciplina que lecionam. Deixando de fora de contexto as pesquisas feitas na área de Ensino de Ciências Naturais e sua possível interação com as mesmas para sua atualização profissional.

A partir dessas considerações pode-se chegar à premissa de que os professores de Biologia não só carecem de uma formação adequada, como sequer têm a consciência de muitas de suas limitações.

E ao decorrer da formação inicial, os estudantes manifestam muitas das concepções e crenças que acompanham os professores durante sua formação.

Segundo Marcelo (1998), essas crenças e imagens são construídas durante a trajetória desses estudantes ao longo dos anos escolares anteriores à graduação e devido às próprias experiências de vida.

O autor também afirma que os estudantes iniciam sua formação com algumas ideias, conhecimentos e crenças fortemente assentadas, que afetam a forma como interpretam a nova informação.

A formação inicial desses estudantes necessita em síntese de se assemelhar com a vivência em sala de aula. O estudante que será um futuro professor necessita de práticas e abordagens em sua formação que o faça refletir e se colocar no lugar de seu aluno.

Sobre este olhar, Mello (2000) deixa claro que:

Não se trata de infantilizar a educação inicial do professor, mas de torná-la uma experiência isomorfa à experiência de aprendizagem que ele deve facilitar a seus futuros alunos, ou seja, um aprender que permite apropriar-se de estruturas comuns abstraindo as diferenças de conjuntura (p. 103).

Infelizmente, alguns cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, possuem o currículo voltado ao aprendizado mais teórico e específico de Biologia, por vezes deixando de lado conteúdos pertinentes à prática docente (LUCAS; PASSOS e ARRUDA, 2015).

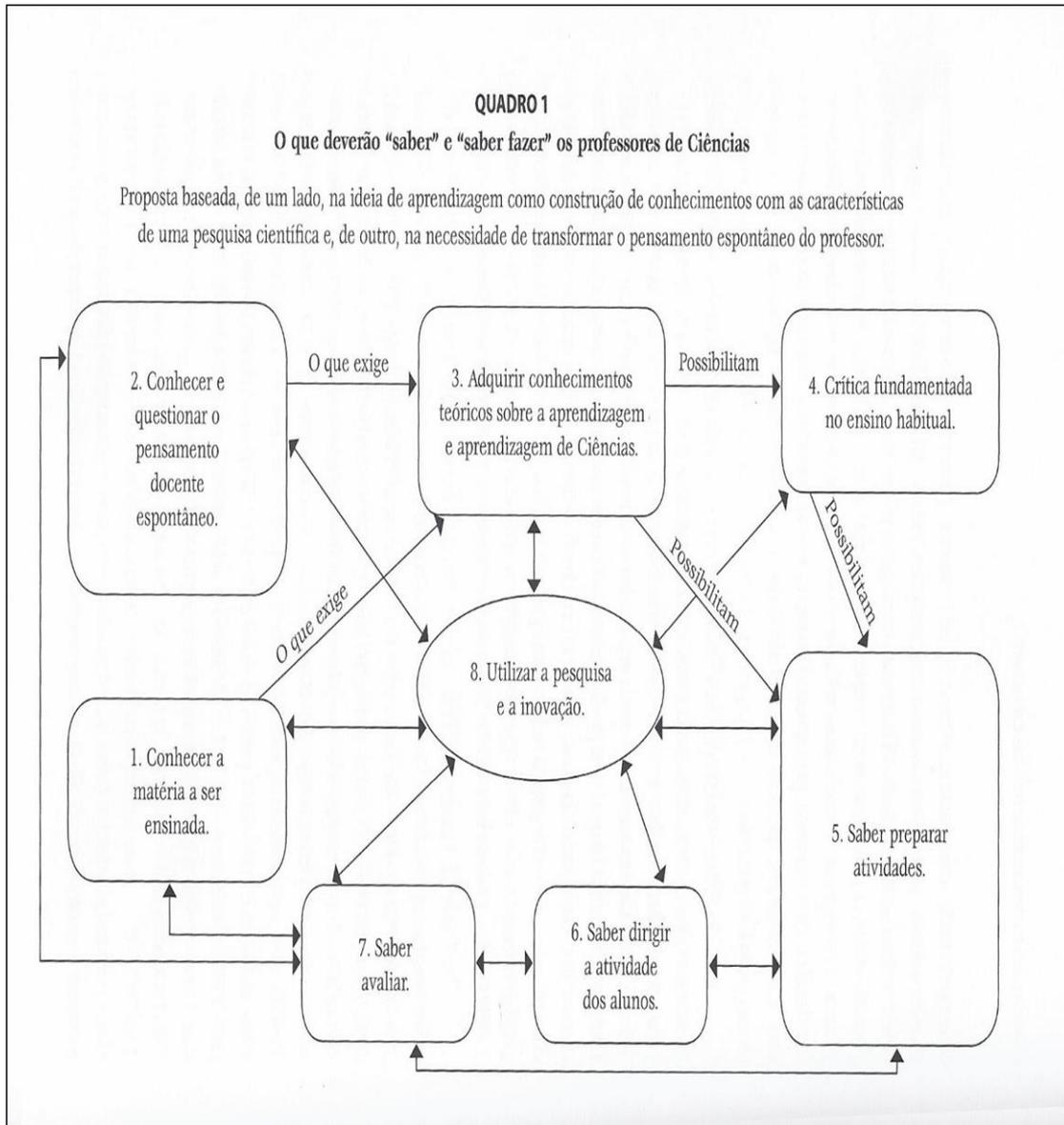
É fato que a prática em todas as profissões é imprescindível e na docência isto não seria diferente, porém, ter um vasto conhecimento teórico prévio de como se portar e o que esperar dentro de sala de aula também o é.

Se ao estudante de licenciatura não são apresentadas iniciativas que o façam entender que suas turmas serão heterogêneas, compostas de seres singulares que aprendem de formas diferentes, que possuem necessidades educacionais e emocionais diferentes, que estes alunos poderão também, vir dos mais diversos núcleos familiares e que talvez entrem em conflito com sua abordagem metodológica, este pode vir a se ver em meio a uma encruzilhada sem saber qual o caminho a seguir.

Portanto, é necessário que na formação inicial haja o sincronismo da teoria da aprendizagem da prática docente com a vivência em salas de aulas reais.

Uma proposta de Carvalho e Gil-Perez (1993), sobre o que devem-se saber e saber fazer os professores de Ciências para elucidar as necessidades formativas dos mesmos é apresentada no quadro 1.

Quadro 1 - O que deverão “saber” e “saber fazer” os professores de Ciências.



Fonte: Formação de Professores de Ciências, tendências e inovações. Carvalho e Gil-Pérez, 1993.

Fazendo uma análise deste quadro item a item podem ser feitas as seguintes considerações:

a) Conhecer a matéria a ser ensinada: O professor precisa conhecer a epistemologia de sua ciência, para a compreensão dos problemas que originaram sua

construção, para conhecer quais foram os obstáculos que os pesquisadores tiveram que superar.

Esta compreensão se faz primordial para ajudar a entender as dificuldades que os alunos demonstram ao longo do aprendizado de Biologia:

Conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, a forma que os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validade e aceitação das teorias científicas (GIL-PÉREZ, 1986, p. 15).

Tendo tal percepção, pode-se ensinar a seus alunos que um cientista não se trata de um ser isolado do mundo, somente com a companhia de seus livros, tubos de ensaio e cobaias. E que ter o conhecimento científico, é ter sempre em mente a reflexão e pensamento crítico a respeito de seu cotidiano, de que forma acontecem os fenômenos à sua volta, com seu corpo e como tudo isso se reflete nele como cidadão.

Para tal, também se faz necessário o conhecimento do desenvolvimento científico recente e suas perspectivas, não somente em sua área de formação, também em áreas relacionadas.

Como já dito anteriormente, a Biologia trata-se do estudo da vida, sendo esta uma disciplina que não pode, nem deve ficar engessada a conteúdos programáticos específicos da área.

A falta dessa metodologia que demonstra que a Biologia pode ser dinâmica e abrangente, contribui para que os alunos vejam as disciplinas como compartimentos isolados um dos outros, os quais não se relacionam, o que por vezes para alguns alunos, dificulta e desmotiva o aprendizado de determinados conteúdos.

Conteúdos estes que para o conhecimento da matéria, o docente deve saber selecioná-los adequadamente, de modo que os alunos tenham uma visão atual da ciência, despertando o interesse dos mesmos.

Obviamente que o professor deve seguir o programa e cronograma a ele dados pela instituição na qual trabalha, mas, saber relacionar de forma clara, atual e abrangente sua disciplina com a vida dos alunos é fundamental.

Para que tal prática seja levada à sala de aula Carvalho; Gil-Pérez (1993), sugerem que:

A formação dos professores deveria assim incluir experiências de tratamento de novos domínios, para os quais não se possui, logo de entrada, a formação científica requerida. Trata-se de uma situação profissional e para a qual se requer também uma preparação, tão importante ou mais que o estudo em profundidade de alguns domínios concretos (necessariamente limitados) (p. 26).

Para finalizar este tópico, o domínio da disciplina é fundamental para que se agregue de forma coerente todos esses conhecimentos.

Tendo em vista, que este é um ponto no qual os próprios alunos têm a percepção se o professor domina ou não o objeto a qual se refere (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

b) Conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo: Devido a uma longa formação “ambiental” durante o período em que foram alunos, os professores têm ideias, atitudes e percepções daquilo que constitui o pensamento docente de senso comum.

Tal influência pode ser considerada como acidental, visto que é algo passado de gerações em gerações de forma não reflexiva e natural (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

No estudo de Lucas et al. (2016), feito a partir de entrevistas realizadas com professores e estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas, pode-se observar em seus resultados o quanto os professores formadores podem transferir seus valores a estudantes.

Cabe, pois, conjecturar que as deficiências na preparação docente não constituem nenhum obstáculo intransponível, e que os diferentes problemas podem ser abordados e resolvidos por equipes docentes em um processo criativo satisfatório (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

c) Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem e a aprendizagem de ciências: Os autores deixam claro que não pretendem rejeitar o ensino tradicional, mas romper com visões simplistas acerca do ensino e da aprendizagem das ciências e questionar as ideias docentes de senso comum, as quais dão a percepção errada de como deve ser um bom professor.

Em outras palavras, a chamada transformação a qual propõem no livro, exige um tratamento teórico, ou seja, a elaboração de um corpo coerente de conhecimentos, que vai além de aquisições pontuais e dispersas (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

Uma das propostas que Carvalho e Gil-Perez (1993) trazem é a de organizar a aprendizagem como uma pesquisa considerando o caráter social da construção dos conhecimentos científicos e orientar conseqüentemente a aprendizagem, organizando grupos cooperativos e facilitando os intercâmbios entre eles e o resto da comunidade científica, sendo o professor um “porta voz de muitos outros pesquisadores” (GIL-PÉREZ et. al., 1991 apud CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 36).

Portanto, se faz necessário que haja uma formação docente baseada em orientação teórica que vai além de habilidades específicas e recursos saturados. Mas, que tal proposta seja evidenciada como fundamental ao professor de Biologia como qualquer outro conhecimento científico.

d) Crítica fundamentada no ensino habitual: É comum que os professores ainda em formação deem relatos de aversão ao ensino tradicional, mostrando engajamento para realizar mudanças na prática educativa de sua disciplina.

Porém, o que é mais comum ainda, é a percepção de que poucos são os que realmente, quando em exercício, põem em prática esse discurso.

Isto se dá pelo fato de os mesmos não perceberem que, há anos estão impregnados de práticas e metodologias de seus professores. Mesmo não gostando de certas práticas de ex-professores, muitos replicam estes comportamentos em sala de aula.

Entende-se, por conseguinte, que, na ausência de alternativas, os professores fazem uso do que adquiriram, mesmo se, quando alunos, rejeitassem esse tipo de docência (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

Não é apenas questão de uma tomada de consciência específica, mas sim a exigência de uma atenção contínua até tornar-se natural o fato de colocar em questão o que na atividade docente parece óbvio, sua revisão à luz dos resultados da pesquisa educativa etc. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

Entende-se como necessário que os professores sejam mais reflexivos para conseguirem identificar suas necessidades formativas e limitações.

Limitações estas que podem decorrer de diversas maneiras como:

- I) Limitações curriculares;
- II) Limitações ao introduzir novos temas;
- III) Limitações ao propor trabalhos práticos;
- IV) Limitações em formas de avaliar e

V) Limitações em conhecer a organização escolar ficando a parte de um trabalho coletivo e cooperativo.

De fato, a proposta de uma formação docente como mudança didática exige não apenas mostrar as insuficiências da formação ambiental recebida, mas oferecer, ao mesmo tempo, alternativas realmente viáveis (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 42).

e) Saber preparar atividades: O saber elaborar atividades que consigam complementar o que se explicou em sala de aula é de suma importância.

A partir desta proposição, Carvalho e Gil-Pérez (1993) discorrem que:

[...] saber preparar programas de atividades (programas de trabalho para uma pesquisa dirigida) transforma-se em prioridade na formação dos professores para qual, porém, não existe uma resposta simples, nem pode pensar-se em formalizar sua elaboração mediante esquemas mais ou menos rígidos (p. 44).

Contudo, não há fórmulas prontas para se avaliar o conhecimento, mas há que se ter um fio condutor para a boa elaboração das atividades avaliativas e para que o aluno entenda o foco e o propósito de tal.

Sendo assim, estas atividades precisam ser coerentes com a temática proposta, de modo a auxiliar na reflexão do aluno com o uso de problemáticas de interesse, relacionado a seu cotidiano e que desperte a curiosidade científica que o faz querer saber mais, aprendendo com seus erros.

Também é pertinente abordar a história da ciência para a contextualização dos acontecimentos científicos e para, mostrar sua evolução e relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ao longo dos anos.

Carvalho e Gil-Pérez (1993) sugerem que:

O treinamento dos professores para a estruturação destes programas supõe, sem dúvida, uma das tarefas mais complexas em sua formação. De fato, é possível pensar apenas em uma iniciação, visto que a estrutura de programas de atividades exige um constante trabalho de pesquisa aplicada como parte da atividade docente (p. 49).

f) Saber dirigir a atividade dos alunos: No item anterior foi citada a necessidade de saber elaborar adequadamente atividades que tornem possível a reflexão e interesse dos alunos.

Não se pode pensar que os alunos deixam de considerar sua atividade como algo puramente escolar “[...] e se envolvam realmente em um trabalho com exigências de uma pesquisa, se não chegaram a compreender a importância da tarefa [...]” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 54).

A proposta dos autores “[...] trata-se, portanto, de saber agir como orientador das equipes de pesquisadores iniciantes, criando um ambiente de trabalho adequado e transmitindo-lhes seu próprio interesse pela tarefa e pelo progresso de cada aluno” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 55).

g) Saber avaliar: A avaliação é um tema que diverge opiniões quanto a sua elaboração e aplicação. Geralmente, os professores em formação inicial esperam aprender uma receita pronta que servirá para avaliar em toda e qualquer situação e ser que será cem por cento eficaz.

Deste ponto de vista é difícil encontrar funcionalidade em uma avaliação baseada apenas no julgamento “objetivo” e terminal do trabalho realizado por cada aluno (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

É necessário que os professores entendam todos os aspectos – conceituais, procedimentais e atitudinais da aprendizagem de Biologia para que a avaliação possa ser um instrumento efetivo de aprendizagem.

Para além das práticas adotadas para a avaliação dos alunos, o docente pode utilizar-se dessa ferramenta para a auto avaliação.

Considerando como base primordial que, cada indivíduo é singular e sua forma de aprendizagem pode diferir de seus colegas de classe.

É importante o professor ter uma visão clara do papel da avaliação e das metodologias na hora de seu uso. Quando utilizada de maneira adequada, a avaliação pode refletir o sucesso ou infortúnio do professor.

h) Utilizar a pesquisa e a inovação: Atualmente, reconhece-se que, o ensino baseado apenas em transmissão de conhecimentos e com professores pouco instruídos sobre os avanços das pesquisas em sua área, é limitador e pouco eficaz.

A iniciação do professor à pesquisa transforma-se assim em uma necessidade formativa de primeira ordem (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

A compreensão de que o processo de aprendizagem pode e precisa ser elaborado com obediência a regras fixas e universais é, há um tempo, fantasiosa e

perniciosa (LABURÚ et. al., 2003). Ela traz ônus a aprendizagem, pois deixa fora de questão habilidades, singularidades, capacidade de criticidade e reflexão do aluno.

Uma questão que não pode ser deixada de lado é a aproximação dos professores de Biologia que estão atuando em sala de aula com a universidade.

Esta aproximação leva a uma estreita relação de ganhos substanciais para ambas as partes. Os estudantes ganham, por exemplo, a possibilidade de entrar em sala de aula sendo supervisionados por professores que já possuem experiência e podem auxiliá-los nas dificuldades que venham a enfrentar, tornando assim, essa primeira prática em algo menos traumático.

Já os professores, podem vir a se beneficiar das práticas pedagógicas e metodologias mais contemporâneas, participando ativamente das recentes pesquisas na área, em cursos de aperfeiçoamento e formação continuada fornecidos pela universidade.

A educação escolar é uma política pública endereçada à constituição da cidadania. Quando se formam médicos, enfermeiros e dentistas, por exemplo, contribui para o sistema de saúde.

Sendo assim, quando há formação de professores, nada mais é que a educação cuidando do seu próprio desenvolvimento para que possa continuar contribuindo para a medicina, o direito, as artes e todas as atividades que exigem preparação escolar formal, além de sua finalidade de instituição de cidadania.

Para que haja verdadeiramente essa contribuição o professor necessita estar instrumentalizado sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)

Os estudos sobre a perspectiva de ensino em uma abordagem CTSA surgiram há mais de quarenta anos e, ao que tudo indica, o primeiro artigo nessa vertente foi escrito por Gallagher (1971).

A partir da Segunda Guerra Mundial, os biocidas organo-sintéticos, também conhecidos como agrotóxicos, surgem na tentativa de facilitar o manejo agrícola, com a função de eliminar organismos que representam obstáculos à produção.

Estes por sua vez produziram uma verdadeira revolução agrícola, incrementando de forma considerável a produção. A utilização de produtos de síntese para combater os insetos, pragas, parasitas e fungos aumentou a produtividade num período em que um notável crescimento da população mundial o exigia.

Alguns anos depois, houve a advertência da Comissão Mundial do Meio Ambiente e do Desenvolvimento (1988) que informou que o seu excesso constituía uma ameaça para a saúde humana, provocando desde malformações congénitas até o câncer, sendo, por sua vez, altamente tóxicos para peixes, mamíferos e pássaros.

Assim, as referidas substâncias que se acumulavam nos tecidos dos seres vivos chegaram a ser denominadas, conjuntamente com outras igualmente tóxicas, COP (Contaminantes Orgânicos Persistentes) (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Porém, esta advertência ao uso desses produtos químicos já havia sido feita em 1962 por Rachel Carson em seu livro intitulado *Primavera Silenciosa* ou *Silent Spring* (título original). Carson denuncia em particular os males causados pelo DDT (diclorodifeniltricloroetano), pertencente ao grupo dos inseticidas organoclorados, considerado o primeiro pesticida moderno sendo largamente usado durante e após a Segunda Guerra Mundial para o combate aos mosquitos vetores de doenças como malária e dengue.

O DDT teve suas propriedades pesticidas descobertas pelo entomologista suíço Paul Muller em 1939, o que lhe proporcionou, posteriormente, o Prêmio Nobel de Medicina por seu uso no combate à malária.

De acordo com Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) Carson foi violentamente criticada e sofreu uma acusação muito dura por parte da indústria química, dos políticos e de numerosos cientistas, que negaram o valor das suas provas e a acusaram de estar contra um progresso que permitia dar de comer a uma população crescente e salvar assim, muitas vidas humanas.

Entretanto, este livro é considerado a primeira manifestação ecológica contra o uso indiscriminado do DDT, fazendo com que sua produção nos Estados Unidos que até então era enorme, variando de 35.771 a 81.154 toneladas entre os anos de 1959 e 1963 caísse para 13.724 toneladas em 1969 (AMATO; TORRES; MALM, 2002).

Mesmo ainda sendo produzido em grande escala no mundo todo, alguns países começaram a restringir o uso em seus territórios, o primeiro a banir completamente foi a Suécia em 1970, que foi seguida por outros países inclusive o Brasil.

No Brasil as primeiras medidas restritivas se deram em 1971, com a Portaria nº356/71, que proibiu a fabricação e comercialização de DDT e BHC para combate de ectoparasitas em animais domésticos no país, obrigando os fabricantes a recolherem os produtos comerciais indicados como larvicidas e repelentes de uso tópico; e com a Portaria nº357/71, que proibiu em todo o território nacional o uso de inseticidas organoclorados em controle de pragas em pastagens (AMATO; TORRES; MALM, 2002, p. 995).

De fato, Carson é hoje recordada como “mãe do movimento ecologista”, pela enorme influência que teve o seu livro no aparecimento de grupos ativistas que reivindicavam a necessidade da proteção do meio ambiente, assim como estando nas origens do denominado movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Outra obra publicada em 1962 pode ser considerada como precursora do movimento CTS, *A estrutura das revoluções científicas*, do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn que “ao considerar novos enfoques para a atividade científica que se contrapõem à concepção tradicional, desencadeia um novo ímpeto de reflexões acadêmicas no campo da História e da Filosofia da Ciência” (KUHN apud MITCHAM, 1989).

A partir da obra de Kuhn a filosofia toma consciência da importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a diluir as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas (LINSINGEN, 2008).

Estas duas obras, mesmo sendo diferentes, foram consideradas um marco importante para o movimento CTS, fazendo com que a reflexão e ação da população mundial se afluísse.

O primeiro, ao expor sérias questões relativas aos riscos associados aos inseticidas químicos como o DDT, alimenta a reação dos movimentos sociais, principalmente ecologistas, pacifistas e da contracultura, contribuindo de várias maneiras para a criação dos movimentos ambientalistas (CUTCLIFFE, 1990).

O segundo, ao considerar novos enfoques para a atividade científica que se contrapõem à concepção tradicional, desencadeia um novo ímpeto de reflexões acadêmicas no campo da História e da Filosofia da Ciência (MITCHAM, 1989).

Segundo, Santos (2008):

Com o agravamento dos problemas ambientais e diante de discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Esse movimento levou a proposição, a partir da década de 1970, de novos currículos de ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdo de CTS (p. 111).

O movimento iniciou-se, sobretudo, em países do chamado Primeiro Mundo, que desenvolveram projetos relevantes nesse campo, dos quais pode-se destacar Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Holanda e Austrália (SANTOS, 2008).

No que se refere à América Latina, vale ressaltar que o movimento CTS faz parte do que Dagnino e Thomas et al. (1999) denomina por Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS).

Segundo Strieder e Kawamura (2017):

O PLACTS caracteriza-se não somente por questionar as consequências sociais do desenvolvimento científico-tecnológico ou seus antecedentes, mas, principalmente, por criticar o modelo de política científico-tecnológica adotado nos países latino-americanos, baseado em países do chamado primeiro mundo e contrário às necessidades regionais (p. 28).

Entre os brasileiros encontramos: Décio Auler, Walter Bazzo, Wildson Santos, Eduardo Mortimer e Demétrio Delizoicov. Esses autores inclusive são considerados por Dagnino e Thomas (1999) como pertencentes à classe dos fundadores de PLACTS.

Porém, o movimento demorou a se estabelecer no Brasil por conta do desenvolvimento estagnado do país. Enquanto países mais desenvolvidos davam amplitude e apostavam na ciência e tecnologia, o Brasil vivenciava um regime escravocrata.

No século XIX, já abolida a escravidão, os países capitalistas iniciaram investimentos na ciência e tecnologia, mas a monarquia brasileira estava satisfeita com a condição econômica do Brasil, de país primário exportador (AULER; BAZZO, 2001).

Esta condição fez com que o avanço científico e tecnológico em terras brasileiras somente tivesse êxito cerca de três séculos depois de sua colonização e após o advento da revolução científica europeia. Mas, por haver este período de

tempo entre um evento e outro, o que fez com que os países que estavam mais atrasados criassem certa criticidade quanto ao mesmo. Portanto, partiu dessa criticidade o termo PLACTS.

Quando se percebeu que essas perspectivas, reflexões e discussões tinham o foco em consequências ambientais, a expressão CTSA foi incorporada e utilizada a fim de se relacionar em conflitos que possuíam a implicação e inter-relação com fatores ambientais.

A explicitação da dimensão ambiental da abordagem CTS é alvo de discussão dentro do movimento.

Há autores que defendem a incorporação da dimensão ambiental e seu principal argumento é que se faz necessário em CTS aspectos específicos da sustentabilidade ambiental.

Porém, outros questionam a necessidade de se evidenciar a dimensão ambiental na sigla, uma vez que na origem da discussão de Ciência, Tecnologia e Sociedade, o ambiente já era considerado como elemento constituinte da sociedade.

Nesse sentido, a expressão CTS usada para fazer referência às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tem a ver tanto com os fatores sociais que influenciam a mudança científico-tecnológica, quanto com as consequências sociais e ambientais (GONZÁLEZ GARCÍA; CEREZO; LUJÁN, 1996 apud LINSINGEN, 2008).

Este é um debate atual dentro do movimento CTS e ainda não há consensos estabelecidos com relação à natureza dessas duas abordagens no sentido de elas serem excludentes ou não entre si (ABREU; MARTINS, 2009).

Atualmente, a expressão CTS é mais utilizada que a CTSA. Ao realizar uma pesquisa nas plataformas de busca por artigos científicos, dissertações e teses percebe-se a diferença em quantidade de trabalhos que se utilizam da expressão CTS para os que utilizam CTSA.

No trabalho de Cremasco et. al. (2017) que apresenta uma revisão sistemática de literatura esta informação fica mais evidente, pois de 3.315 artigos analisados em 11 periódicos de índice restrito A1, A2, B1 e B2, em um período de dez anos (2007-2017), em língua portuguesa, apenas 2 contemplavam os critérios da pesquisa, elencados sendo que um deles consistia na associação das palavras-chave CTS e formação docente presentes no título dos trabalhos. Procurou-se primeiramente pela

expressão CTSA, porém, os resultados foram ainda menores, o que reforça a ideia de que a abordagem CTSA é recente e que por isso, diferentemente da abordagem CTS.

Portanto, na presente dissertação serão feitas menções aos dois termos, visto que a maioria dos autores que foram utilizados como base para fundamentação teórica divergem no uso das expressões, porém a abordagem continua sendo a mesma, ou seja, quando houver citações a estes autores os dois termos serão utilizados, mas quando não houver, o termo CTSA prevalecerá.

Para Lima Júnior et. al. (2014) “[...] na sociedade contemporânea tem prevalecido uma visão favorável da ciência, [...] inclusive gerando a ideia de que para resolver os problemas sociais é suficiente produzir mais ciência e mais tecnologia” (p.176).

Pois, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia ocorre, mas as falhas no método como esse processo é realizado acabou gerando questionamentos por parte de grupos sociais preocupados com o futuro dos recursos oferecidos pelo meio ambiente.

Com este forte apelo ao desenvolvimento econômico e o progresso social, a ciência e tecnologia foram tidas como solução de vários problemas, porém, os efeitos secundários produzidos por estes como, acidentes nucleares, derramamentos de petróleo, envenenamentos farmacêuticos, uso irresponsável de agrotóxicos começaram a ser questionados por grupos e comunidades acadêmicas.

Tendo em vista esse amplo conjunto de problemas, apareceram conceitos como “desenvolvimento sustentável” e “sustentabilidade”, que pretendem aportar alternativas de solução.

Em 1987, no contexto da 1ª Comissão Mundial sobre o Ambiente e o Desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável foi entendido como um tipo de desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras para responderem igualmente a suas próprias necessidades.

Já o termo sustentabilidade, como apresentado por Sartori et al.:

Surgiu a respeito dos recursos renováveis e foi adotado pelo movimento ecológico. O conceito refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem-estar através de futuras gerações, e isto é sustentabilidade ecológica e não desenvolvimento sustentável [...] a

sustentabilidade é um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações. Neste contexto, observa-se que a sustentabilidade é condizente ao crescimento econômico baseado na justiça social e eficiência no uso de recursos naturais (SARTORI, 2014, p. 4).

Em síntese, a participação para a cidadania na tomada de decisões é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio da precaução, que se apoia em uma crescente sensibilidade social frente às implicações do desenvolvimento técnico-científico que podem comportar riscos para as pessoas ou para o meio ambiente (NOVO, 2006; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2003).

Portanto, trabalhar as relações CTSA em sala de aula torna-se primordial para que essa participação dos cidadãos em questões que envolvem vantagens e prejuízos em seu cotidiano seja realmente posta em prática.

2.1 A PERSPECTIVA CTSA EM SALA DE AULA

A expressão CTSA tem sido utilizada em áreas distintas do conhecimento para descrever a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, o que cada terminologia representa isoladamente e o principal, a importância de se trabalhá-los juntos. Esta perspectiva manifesta-se sob uma estreita associação com a percepção pública da atividade tecnocientífica, com a discussão e o ensino em ciência e tecnologia, com pesquisas, com a sustentabilidade, com as questões ambientais, com a responsabilidade social, com a construção de uma consciência social sobre a produção e a circulação de saberes e com a cidadania.

Segundo Bazzo (1998) apud Vaz et.al (2009):

As pesquisas e os programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções: no campo da pesquisa, sob a forma de reflexão acadêmica sobre a ciência e tecnologia; no campo da política pública, a fim de promover a criação de ferramentas democráticas que facilitem a abertura e processos de tomada de decisão em questões concernentes a política científico-tecnológica; e no campo da educação (p. 106).

O ensino de ciências está cada vez mais sendo pensado em articulação com questões que relacionam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (MORTIMER; SANTOS, 2002).

Simultâneo a isso, a produção científica no campo da educação em ciências que trata diretamente destas questões CTS cresceu nos últimos anos no âmbito internacional (CACHAPUZ, 2005; AIKENHEAD, 1994) e nacional (DELIZOICOV, 2004; SANTOS, 2008).

“Os estudos CTS e a noção de sociedade de risco encontram-se diretamente ao reconhecer a urgente reavaliação do papel da ciência e tecnologia na vida dos cidadãos” (BAZZO; VALERIO, 2006) e como estas podem ter um efeito negativo se usadas sem precedentes e sem responsabilidade ambiental.

Roberts (1991), refere-se às ênfases curriculares “Ciência no contexto social” e “CTS”, como aquelas que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social.

É comum perceber que estes currículos apresentam uma concepção de:

(I) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (II) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (III) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (IV) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (ROBERTS, 1991 apud SANTOS, 2008, p. 112).

Assim, primordialmente, procuram estudar a dimensão social da Ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista de seus antecedentes como de suas consequências (CEREZO; LUJÁN, 2000).

Tais currículos são caracterizados pelo tratamento das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e pela tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1988 apud SANTOS, 2002).

Em geral, as instituições de ensino têm como uma de suas funções a formação de cidadãos (VIEIRA; BAZZO, 2007), pois a proposição de letramento científico para

a formação de cidadania está presente na legislação educacional brasileira desde o início do século passado (SCHNETZLER, 1980; MORTIMER, 1988).

De acordo com as Diretrizes Curriculares de Ciências para a Educação Básica do estado do Paraná, o Currículo de Ciências deve fomentar a discussão, a análise e a ação sobre a própria constituição do conceito de ser humano, de ambiente, de ciência, de tecnologia, de sociedade. Também deve incluir em suas questões os impactos causados pela intervenção da espécie humana no ambiente, sem fragmentar a visão de que o sujeito está nele inserido e é, portanto, parte dele.

Na literatura, compreensões de professores sobre interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade têm sido apontadas como um dos pontos de estrangulamento, emperrando, muitas vezes, a contemplação do enfoque CTS no processo educacional (AULER; DELIZOICOV, 2006).

De acordo com Cunha, nos encontramos em uma crise ambiental que:

[...] foi gerada pela lógica autocentrada na ciência, assim como pelo processo de racionalização da modernidade movida pelos imperativos da racionalidade econômica e tecnológica dominantes. A crise ambiental vem a problematizar os paradigmas dominantes que se estabeleceram ao longo do processo histórico, social e cultural das civilizações, assim como questionar a racionalidade econômica e tecnológica dominantes nas sociedades modernas (CUNHA, 2017, p. 367).

Vilches et al. (2008) denominam esta situação como emergência planetária e citam alguns dos obstáculos que têm impedido mudar o rumo de nosso desenvolvimento: ocupar-se apenas no estudo dos problemas sem propor soluções; a falta de percepção da gravidade das pequenas mudanças climáticas; o tratamento dos problemas de forma reducionista sem contemplar suas implicações globais; menosprezar o problema do crescimento demográfico e; considerar que as mudanças ambientais são naturais e que a ação humana é irrelevante.

E é nessa perspectiva que a educação e a escola possuem um papel determinante para:

Atingir os objetivos da sustentabilidade, onde sua principal função deve ser contribuir para que sejamos conscientes, o mais rápido possível, da gravidade da situação, de suas causas e das medidas que devem ser adotadas para enfrentar os problemas ambientais (RODRÍGUEZ; PINO, 2007, p. 7).

Assim, a incorporação à prática pedagógica de objetos educacionais voltados para a cidadania, pressupõe a necessidade de uma melhor compreensão sobre o processo de abordagem de aspectos sócio científicos em sala de aula, bem como, de sua relação com a prática e a formação de docentes.

Conforme a perspectiva CTSA, o ensino de ciências engloba não apenas o conhecimento científico e tecnológico, mas também a formação cidadã, que busca o desenvolvimento de competências e habilidades incluindo valores éticos (AULER; BAZZO, 2001; MORTIMER; SANTOS, 2002).

Nesse contexto, a capacidade de aprender terá de ser trabalhada não apenas nos alunos, mas na transformação da ação docente através de uma contínua reflexão de suas ações em sala de aula.

Atualmente, trabalhar com o letramento científico é de grande valia para a formação de cidadãos com senso crítico, e para o debate de assuntos que interferem diretamente à sua vida e de seus semelhantes.

Aulas sob o enfoque CTSA, onde a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente têm sua relevância inculcada em uma proposta de inter-relação, ajudam no processo de reflexão e questionamento do exercício da cidadania.

O ensino de ciências atualmente sofre críticas com a maneira tradicional que vem sendo abordado por alguns profissionais, porém, em contrapartida há um avanço no que se refere a ensino de ciência para formar cidadãos conscientes, formadores de opinião, reflexivos e críticos.

No entanto, cabe ressaltar que na perspectiva CTSA essa atribuição é uma responsabilidade de todas as modalidades e áreas de ensino.

Em vista disso, a perspectiva CTSA consiste na interdisciplinaridade, pois, na maioria dos encaminhamentos deste, defende-se a superação da excessiva fragmentação disciplinar.

Auler e Bazzo (2001) acreditam que ao assumir os objetivos da perspectiva CTS, estes possibilitam chegar a objetivos além de simples informações. Objetivos estes que auxiliam na construção de uma cultura de participação.

Diante da diversidade de conteúdos que abordam temas CTSA, diversas são as possibilidades de integrar o ensino de ciências a temas sociais e tecnológicos.

Para Aikenhead (1994), a resposta à diversidade e possibilidades de um currículo CTS resume-se a um denominador comum, o de extrapolar a educação

científica tradicional através de um enfoque que apresente as relações entre CT (Ciência e Tecnologia) dentro de um contexto social, com a expectativa de vencer as barreiras impostas pelos currículos tradicionais.

Necessita-se então, de profissionais que não sejam meros executores de currículos pré-estabelecidos, mas que participem ativamente da confecção da estrutura dos mesmos, gerando, quando necessárias, mudanças significativas para a sua melhoria.

O ensino de ciências tradicional por vezes torna-se mecânico, restrito a operacionalização de fórmulas e exercícios. É fato que há aulas que necessitam de uma abordagem teórica e sistematizada, para que se construa uma base para novos conhecimentos e saberes, porém, quando esse método se dá em toda e qualquer abordagem de conteúdo perde-se a oportunidade de dar abertura ao aluno e professor às vivências, discussões e reflexões de processos de construção do conhecimento científico. Perde-se também a oportunidade de se compreender as relações CTSA.

Em Strieber et. al., (2016) são traçadas reflexões sobre a formação de professores de ciências no âmbito da Educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) e da Educação Ambiental (EA). Por um lado, a partir da análise da produção sobre ECTS e EA, discutem-se ações voltadas à formação de professores no que se refere tanto à natureza e contexto de desenvolvimento das mesmas, quanto aos elementos e/ou recomendações que têm sido enfatizados por pesquisadores.

Ainda na pesquisa de Strieber (2016), detectou-se a escassez de reflexões sobre o processo formativo, ainda que em alguns artigos estejam aparentes, a reflexão sobre a prática pedagógica, não é relatado nem mencionado nos trabalhos que analisaram. Também não foram identificadas produções que estivessem preocupadas com ações formativas mais amplas, como por exemplo, no âmbito das políticas públicas.

Os autores Strieber et. al. (2016), ressaltam por fim, a necessidade de se buscar ações que visam articular as universidades e as escolas.

Como já mencionado no capítulo anterior, essa articulação entre universidade formadora de professores e escolas é importantíssimo para o sucesso no processo de ensino e de aprendizagem.

É necessário que a partir dessa aproximação entre as escolas e universidades haja o entendimento que o foco principal das duas instituições é de formar cidadãos que terão de enfrentar problemas reais.

Para Bencze et. al. (2014) se a educação científica continuar perpetuando a abordagem conceitual sem problematização da realidade, os estudantes podem se afastar da oportunidade de compreender aspectos importantes para eles e suas comunidades.

Posto isto, é de suma importância de utilizar-se de enfoque CTSA nas aulas como ferramenta dinâmica, inclusiva, crítica e social, para que os alunos entendam que pode haver avanços científicos e tecnológicos para o progresso geral dos seres humanos, porém este avanço não pode ser o causador de sua extinção.

E para além de teorias, a perspectiva CTSA busca a ação dos indivíduos perante aos conflitos causados pela Ciência e Tecnologia que refletem na Sociedade e no Ambiente.

2.2 LETRAMENTO CIENTÍFICO

O primeiro obstáculo ao se estudar o Letramento Científico é a definição do seu conceito que mesmo amplamente abordado e discutido na literatura de ensino de ciências, ainda se mostra amplo e por diversas vezes controverso e divergem opiniões sobre como defini-lo e caracterizá-lo (NORRIS; PHILLIPS, 2003; LAUGSCH, 2000; BINGLE; GASKELL, 1994; BYBEE; DEBOER, 1994 apud SASSERON; CARVALHO, 2011).

O termo Alfabetização Científica é amplamente utilizado pelos autores de língua espanhola que utilizam a expressão “Alfabetización Científica” para designar o ensino cujo o objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes.

Traduções em português de documentos a respeito, utilizam-se do termo Letramento Científico, pois estes usam da expressão *Scientific Literacy*.

Partindo dessa pluralidade semântica, no Brasil encontramos autores que se utilizam dessas diferentes expressões para abordar o tema na literatura do ensino de Ciências. Alguns dos que se utilizam do termo “Letramento Científico” são Mamede; Zimmermann, (2007); Santos; Mortimer (2001), pesquisadores que adotam o termo

“Alfabetização Científica” Brandi; Auler; Delizoicov (2001), Chassot (2000), Gurgel (2002), Lorenzetti; Delizoicov (2001) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” Carvalho; Tinoco (2006); Mortimer; Machado (1996).

Estes últimos partem do pressuposto que assim como os alunos podem possuir culturas como a religiosa, social e histórica também possuirão com o acesso ao ensino de ciências uma cultura científica, baseada em noções, ideias e conceitos científicos.

No que diz respeito aos autores que se utilizam de termos diferentes Sasseron e Carvalho (2011) em um artigo de revisão do tema, indicam que há as mesmas preocupações com o ensino de ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Em um livro intitulado “Alfabetização Científica na Prática” de 2017, Sasseron e Machado fazem menção ao termo Letramento Científico “como um conjunto de práticas usuais de sala de aula, nas quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele” (p. 12).

Anteriormente em 1996, o então presidente da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS - sigla em inglês) Francisco Ayala (1996), no World Science Report, relatório da UNESCO, defendeu que:

O letramento científico, entendido como um trabalho diário de conhecimento da ciência, é tão necessário quanto a leitura e a escrita (letramento, no sentido geralmente entendido) para um modo de vida satisfatório no mundo moderno. Eu desejo sustentar que o letramento científico é necessário para que haja uma força de trabalho competente, para o bem-estar econômico e saudável do tecido social e de cada pessoa, e para o exercício da democracia participativa. (AYALA, 1996 apud CUNHA, 2017).

Para Fourez (1997) apud Santos (2007, p. 480):

[...] as pessoas poderiam ser consideradas científica e tecnologicamente letradas quando seus conhecimentos e habilidades dão a elas um certo grau de autonomia (a habilidade de ajustar suas decisões às restrições naturais ou sociais), uma certa habilidade de se comunicar (selecionar um modo de expressão apropriado) e um certo grau de controle e responsabilidade em negociar com problemas específicos (técnico, mas também emocional, social, ético e cultural). (Tradução livre)

Foi no início do século XX que o Letramento Científico começou a ser debatido mais profundamente. O termo *scientific literacy*, foi cunhado por Paul Hurd em 1958, no final da década de 1950, e provavelmente utilizado pela primeira vez em uma publicação intitulada *Science Literacy: Its Meaning for American Schools*.

Ao longo dos anos, Hurd continuou seus estudos enfocando o currículo de Ciências com “*Scientific Literacy: New Minds for a Changing World*”, de 1998. Neste trabalho Hurd contextualiza a idéia de Letramento Científico, comentando momentos e circunstâncias históricas importantes para o ensino de Ciências.

Também dos estudos iniciais, pode-se destacar o trabalho de John Dewey, que defendia nos Estados Unidos a importância da educação científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Esses estudos passaram a ser mais significativos nos anos de 1950 pois estava em pleno período do movimento científicista, em que se atribuía uma supervalorização ao domínio do conhecimento científico em relação às demais áreas do conhecimento humano (CUNHA, 2017; SASSERON; CARVALHO, 2011).

A temática tornou-se um grande slogan, surgindo um movimento mundial em defesa da educação científica.

De acordo com Laugksch (2000, p. 72),

[...] o ímpeto pelo interesse em letramento científico no final dos anos 1950 provavelmente se deu pela preocupação da comunidade científica americana em relação ao apoio público à ciência a fim de responder ao lançamento soviético do Sputnik [...] No mesmo período, os americanos – novamente estimulados pela corrida espacial – passaram a se preocupar se seus filhos estavam recebendo o tipo de ensino que os capacitaria a enfrentar uma sociedade de crescente sofisticação científica e tecnológica. (Tradução da autora)

“O termo “letramento” surgiu no discurso de especialistas da área, no Brasil, na segunda metade da década de 1980” motivados pela distinção entre o aprendizado, a alfabetização e o impacto de seu uso em práticas sociais (SOARES, 2010).

Para Soares (2002):

[...] a pessoa que aprende a ler e a escrever – que se torna alfabetizada – e que passa a fazer uso da leitura e da escrita, a envolver-se nas práticas sociais de leitura e escrita – que se torna letrada – é diferente de uma pessoa que não sabe ler e escrever – é analfabeta – ou, sabendo ler e escrever, não faz uso da leitura e da escrita – é alfabetizada mas não é letrada (p. 36).

Em 1974, portanto antes da entrada da discussão sobre letramento no Brasil, Paulo Freire publicou *Pedagogia do oprimido*.

Para Freire, a alfabetização é entendida como uma forma de emancipação e não basta saber ler e escrever, é preciso fazer uso social e político da leitura e da escrita.

O ensino de ciências é o campo com maior número de trabalhos publicados em torno dessa discussão, predominando o uso do termo alfabetização científica.

Attico Chassot, é um dos autores que possui inúmeras publicações sobre o tema. Entre seus textos sobre Alfabetização Científica, defende que o ensino de ciências seja revisto, não gire mais em torno de decorar conceitos e classificações que logo serão esquecidos e relativize a visão positivista de ciência como verdade definitiva.

Chassot (2003) afirma que:

Não podemos ver na ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona conforto no vestir e na habitação, nos enseja remédios mais baratos e mais eficazes, ou alimentos mais saborosos e mais nutritivos, ou ainda facilita nossas comunicações. Ela pode ser – ou é – também uma bruxa malvada que programa grãos ou animais que são fontes alimentares da humanidade para se tornarem estéreis a uma segunda reprodução (p. 99).

Outro autor do campo da educação com vários textos sobre o tema, Wildson dos Santos, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília (UnB), é um dos poucos que têm optado pelo uso do termo “Letramento Científico”.

Em artigo na Revista Brasileira de Educação, Santos (2007) afirma:

As pessoas lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também seus efeitos sobre a saúde, seus efeitos ambientais, seu valor econômico, as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização. Por exemplo, poderia ser considerado pelo cidadão, na hora de consumir determinado produto, se na sua produção é usada mão de obra infantil ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se em alguma fase, da produção ao descarte, houve geração de resíduos que agridem o ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção etc. (p. 480).

Esta afirmação de Santos (2007) remete as proposições feitas no capítulo anterior a respeito dessa reflexão cidadã, dessa necessidade de no espaço escolar se contestar o que está sendo feito para amenizar os impactos do progresso da ciência e da tecnologia, ou seja, a necessidade de romper com a ideia que foi imposta de que a Ciência possui uma única e absoluta verdade e de onde foi cunhado o termo “Comprovado Cientificamente”.

Sendo que o adequado seria que estas relações estejam em harmonia, pois não se pode analisar como positiva por exemplo, uma instalação de uma hidrelétrica que com a finalidade de dar acesso a eletricidade a populações emergentes causa desequilíbrio à fauna e flora locais e também expulsa a população ribeirinha da região.

Acevedo, Vázquez e Manassero (2003) apontam a aproximação entre o Letramento Científico com os objetivos propostos pela abordagem (CTS), na medida em que se busca não somente a compreensão do conhecimento científico, de suas condições de produção e utilização, mas a possibilidade de dar ao indivíduo a interação com os elementos científicos e tecnológicos da vida social.

O ensino de ciências, dentro desta perspectiva, coloca-se como uma estratégia de inclusão do estudante na vida social, de forma ativa, deixando de ser um mero espectador. Ressalta-se que a compreensão da ciência como prática social, nos leva a discutir suas condições de produção, divulgação e aplicação, bem como a possibilidade de controle que a sociedade detém sobre a ciência e a tecnologia.

Posto isto, nesta dissertação optou-se por trabalhar o termo Letramento Científico, pois, se assemelha melhor a presente proposta por possuir uma tênue relação com o uso da perspectiva CTSA em sala de aula.

Portanto, a formação de professores com enfoque CTSA, tanto a inicial quanto a continuada se constitui em um eixo fundamental para a transformação da realidade do ensino de ciências em nosso contexto educacional.

Mas, como saber que o Letramento Científico está sendo desenvolvido nos indivíduos?

Sasseron (2008) pautou indicadores cuja função é classificar as ações no trabalho em sala de aula de modo a diagnosticar se a Alfabetização Científica está em processo de desenvolvimento nos alunos, e é baseado neles que serão feitas as considerações para responder à questão.

Tais indicadores são oriundos de análises de atividades de investigações com alunos em sala de aula:

a) A seriação de informações surge quando se busca a definição de bases para a ação investigativa, porém não prevê um padrão de ordem dessas informações sendo assim, estas podem se organizar por meio de listas de dados, um rol, materiais disponíveis, etc. (SASSERON; MACHADO, 2017).

b) A organização de informações; ocorre quando há a discussão sobre a execução do trabalho feito. Este por sua vez, fica evidente quando a busca por um arranjo de informações disponíveis fica explícita. E pode surgir tanto no início da problematização quanto na tomada de alguma questão (SASSERON; MACHADO, 2017).

c) A classificação de informações; neste indicador pode surgir uma certa hierarquia de informações.

Entretanto, o aparecimento dessa hierarquia não é condição para a classificação de informações; constitui-se em um indicador voltado para a ordenação e a relação dos elementos com os quais se trabalhando (SASSERON; MACHADO, 2017).

Os dois indicadores raciocínio lógico e proporcional demonstram a estruturação do pensamento que molda as falas dos alunos nas aulas de Ciências.

d) O raciocínio lógico; compreende como as ideias são desenvolvidas e apresentadas; relaciona-se, pois, diretamente com a forma que o pensamento é exposto.

e) O raciocínio proporcional; juntamente com o lógico pretende mostrar como se estrutura o pensamento, refere-se à interdependência entre as variáveis, ou seja, as relações que elas têm entre si.

f) O levantamento de hipóteses; aponta momentos em que suposições sobre determinado tema são levantadas.

g) O teste de hipóteses; nesta etapa põe-se a prova todas as suposições anteriores. Pode ocorrer tanto na manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.

h) A justificativa; aparece quando em uma afirmação proferida se lança mão de uma garantia para o que é proposto. Com isso, a afirmação ganha aval, tornando-se mais segura.

i) A previsão, aparece quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que se sucede associado a determinados acontecimentos.

j) A explicação, surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Geralmente sucede uma justificativa para o problema, mas nem sempre.

Interessante destacar que estes indicadores de Alfabetização Científica estão intrinsecamente relacionados com o “fazer científico”.

Sendo assim, o pensamento lógico, ação e criticidade na tomada de decisão podem ser exercitados em sala de aula, o que [...], traria acréscimos positivos para a formação geral dos estudantes (SASSERON; MACHADO, 2017).

Ao se considerar o planejamento das aulas de ciências Sasseron e Machado (2017) consideram alguns Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, que tratam de três grandes ênfases mencionadas em diversos trabalhos relacionados às características imprescindíveis das aulas de ciências que almejam a Alfabetização Científica.

São eles:

1) A compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais, parte da necessidade de se compreender de forma prática, conceitos, leis e teorias. Ou seja, a possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos de modo a serem aplicados em situações do cotidiano.

2) A compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, parte da premissa que a ciência está em constante transformação e se constitui por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. O trabalho dessas noções pode promover um comportamento mais adequado nos alunos quando estes são expostos a novas informações ou circunstâncias que exigem reflexões e análises antes da tomada de decisão. Assim,

[...] esse eixo estruturante pode ser trabalhado em sala de aula quando da criação de situações problemáticas em que os alunos sejam envolvidos em um processo de investigação para a solução de um problema exposto a eles (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 17).

3) O entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, se refere à compreensão das relações entre CTSA. A compreensão de que essas esferas estão intimamente ligadas e que uma tomada de decisão rápida, que a princípio parece benéfica, pode a longo ou até mesmo curto prazo, causar prejuízos ao meio ambiente causando também um problema que atinge a esfera social. Por exemplo, a ampliação da criação de gado de corte para exportação como solução para aumentar a renda de um país com falta de recursos, pode resultar em problemas de âmbito ambiental, como desmatamento de florestas para pastos e plantação de soja para a fabricação de ração, causando assim o desequilíbrio de espécies da fauna e flora locais o que desencadeará um problema social.

Após exposto, entendemos que esses eixos estruturantes não são parâmetros rígidos para a constituição de pontos do planejamento, mas diretrizes quanto à organização do desenvolvimento de aulas de Ciências, pois os autores Sasseron e Machado (2017) acreditam que:

O desenvolvimento dessa racionalidade crítica vai permitir aos alunos participarem de discussões referentes a problemas do seu entorno e, desse modo, permitir que eles não apenas compreendam que os temas discutidos na escola têm relações com a vida, mas também que em seu cotidiano os problemas podem ser resolvidos por meio de saberes trabalhados em sala de aula (p. 10).

Desse modo, propostas curriculares com essa visão precisam levar em consideração o contexto da sociedade tecnológica atual, caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana (SANTOS, 2007).

Aulas sob um olhar crítico sobre a perspectiva CTSA, tem como intuito a problematização de temas sociais, de modo a assegurar um comprometimento social dos educandos.

A partir dessa premissa no capítulo seguinte será explanado sobre o uso inadvertido de agrotóxicos no nosso país e o impacto socioambiental que o mesmo gera.

3 AGROTÓXICOS

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define pesticida ou praguicida como toda substância capaz de controlar uma praga que possa oferecer risco ou incômodo às populações e ao meio ambiente. Podem, ainda, ser definidos como substâncias ou misturas de substâncias destinadas a impedir a ação ou matar diretamente insetos (inseticidas), ácaros (acaricidas), moluscos (moluscicidas), roedores (rodenticidas), fungos (fungicidas), ervas daninhas (herbicidas), bactérias (antibióticos e bactericidas) e outras formas de vida animal ou vegetal prejudiciais à saúde pública e à agricultura.

No Brasil, a palavra 'agrotóxico' passou a ser utilizada para denominar os venenos agrícolas, colocando em evidência a toxicidade desses produtos ao meio ambiente e à saúde humana.

O termo é definido pela Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto 98.816 e, posteriormente, pelo Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002, no seu artigo 1º., inciso IV:

IV - agrotóxicos e afins - produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 2002).

O uso dessas substâncias teve início na década de 20 e, durante a Segunda Guerra Mundial, foram utilizadas até como arma química nas guerras da Coréia e do Vietnã, como o "Agente Laranja", desfolhante que dizimou milhares de soldados e civis (LUCCHESI, 2005, p.12).

A partir da Segunda Guerra Mundial, visando aumentar a provisão de alimentos para atender uma explosão demográfica mundial que vinha se desenhando, houve necessidade de se buscar produtos mais eficientes (VEIGA, et. al., 2006)

Após um lento desenvolvimento tecnológico, houve a introdução dos primeiros produtos orgânicos com a finalidade de agir como agrotóxicos, destacando-se a ação inseticida do DDT (VEIGA, et. al.,2006)

Nas décadas de 1950 e 1960, os países que tinham a agricultura como principal base de sustentação econômica, foram fortemente pressionados por organismos financiadores internacionais para adquirirem essas substâncias, que sob a alcunha de “defensivos agrícolas” eram tidos como instrumentos essenciais para combater a fome (LUCCHESI, 2005).

No Brasil, a sua utilização tornou-se evidente em ações de combate a vetores agrícolas na década de 1960.

Em seu livro *Primavera Silenciosa*, Rachel Carson além de denunciar o uso indiscriminado do DDT de forma que a população leiga no assunto entendesse pois, usou de linguagem menos rebuscada que a científica, também afirmou que essas substâncias não deveriam ser chamadas de pesticidas e sim biocidas, por serem prejudiciais aos organismos-alvo e possivelmente aos não-alvo também.

Ocorreu no Brasil na década de 1960 um fato lastimável que deu evidência ao discurso de Carson e ambientalistas contrários ao uso indiscriminado dos agrotóxicos.

Os agricultores outrora haviam sido ensinados a misturar o DDT, formulado como pó solúvel na água, com o uso do braço, de mão aberta e girando meia volta em um e outro sentido, para facilitar a mistura.

Como o DDT tem uma dose letal alta, ou seja, demanda uma alta absorção do produto para provocar a morte, somente cerca de 15 anos depois os problemas de saúde apareciam. Contudo, quando o agricultor tentava repetir a técnica com o *Parathion*, primeiro fosforado introduzido no Brasil, caía morto, fulminado; fato que se repetiu em diversas regiões do país (LUCCHESI, 2005).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos podem ser classificados de acordo com os organismos-alvo (Quadro 2), ou seja, os organismos para qual a substância foi produzida para afetar diretamente os organismos-alvo.

Quadro 2 – Agrotóxicos classificados de acordo com os organismos alvo.

Nomenclatura	Organismos-alvo
Pesticidas ou praguicidas	Combatem insetos em geral
Fungicidas	Atingem os fungos

Herbicidas	Matam as plantas invasoras ou daninhas
------------	--

Fonte: A autora, 2020.

Dentro do grupo dos pesticidas ou praguicidas há uma classificação mediante à sua finalidade:

- a) Ovicidas, que atingem os ovos dos insetos;
- b) Larvicidas, que atacam as larvas;
- c) Acaricidas, específicos para ácaros e
- d) Formicidas, que atacam formigas.

E quanto à forma de ação:

- a) Através de ingestão, a praga deve ingerir a planta com o produto;
- b) Microbiano, o produto contém microrganismos que atacam a praga ou o agente causador da doença;
- c) Por contato, ao tocar o corpo da praga o produto já faz efeito.

Classificam-se também os agrotóxicos por sua origem (Quadro 3):

Quadro 3 – A classificação dos agrotóxicos por sua origem

NOMENCLATURA	ORIGEM
1 - INORGÂNICOS	À base de arsênico e flúor e os compostos minerais.
2 - ORGÂNICOS	Origem vegetal.
3 - ORGANO-SINTÉTICOS CLORADOS	Compostos por um hidrocarboneto clorado que tem um ou mais anéis aromáticos.
4 - CLORO-FOSFORADOS	Possuem um éster de ácido fosfórico e outros ácidos à base de fósforo, que em um dos radicais da molécula possui também um ou mais átomos de cloro.
5 - FOSFORADOS	Formados apenas por ésteres de ácido fosfórico e outros ácidos à base de fósforo.
6 - CARMATOS	Compostos por ésteres de ácido metilcarbônico ou dimetilcarbônico.

Fonte: A autora, 2020.

3.1.1 Toxicidade de agrotóxicos e sua contaminação do ambiente aquático

O estudo Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia (2017), de autoria da pesquisadora do Laboratório de Geografia Agrária da

Universidade de São Paulo (USP), Larissa Mies Bombardi, traz importantes informações sobre o grau de contaminação das lavouras, recursos hídricos e da população pelo uso intensivo de agrotóxicos no país.

Segundo Bombardi, entre 2007 e 2014, foram notificados ao Ministério da Saúde 25.106 mil casos de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola, uma média de 3.125 casos por ano e de oito intoxicações diárias.

E de acordo com a Fiocruz para cada caso de intoxicação notificada estima-se que outros 50 não são notificados, uma subnotificação da ordem de 1 para 50 (1:50).

Atualmente, os agrotóxicos mais utilizados na agricultura são os organofosforados e carbamatos, que possuem uma atividade inseticida muito eficiente, devido a sua característica de inibidor da enzima acetilcolinesterase no sistema nervoso, que tanto atua em insetos quanto em mamíferos (VEIGA; et. al., 2006).

No quadro 4 pode-se ter uma noção dos efeitos destes agrotóxicos e de outros no corpo humano quando há intoxicação crônica e aguda.

A intoxicação aguda pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave, o que determina o esse grau de intoxicação é a quantidade de veneno absorvido, do tempo da absorção, da toxicidade da substância e do tempo decorrido entre a exposição e a procura do atendimento médico.

Manifesta-se através de um conjunto de sinais e sintomas, que se apresentam de forma súbita, alguns minutos ou algumas horas após a exposição excessiva de um indivíduo ou de um grupo de pessoas a um agrotóxico.

A intoxicação aguda leve, tem como sintomas cefaleia, irritação cutaneomucosa, dermatite de contato irritativa ou por hipersensibilização, náusea e discreta tontura.

A intoxicação aguda moderada apresenta quadro clínico caracterizado por cefaleia intensa, náusea, vômitos, cólicas abdominais, tontura mais intensa, fraqueza generalizada, parestesias, dispneia, salivação e sudorese aumentadas.

Enquanto a intoxicação aguda grave leva o paciente a ter um quadro clínico onde “os sintomas são considerados mais graves, como miose, hipotensão, arritmias cardíacas, insuficiência respiratória, edema agudo de pulmão, pneumonite química, convulsões, alterações da consciência, choque, coma, podendo evoluir para a morte” (OPAS/OMS, 2006).

A intoxicação crônica manifesta-se através de inúmeras patologias, que atingem vários órgãos e sistemas, com destaque para os problemas imunológicos, hematológicos, hepáticos, neurológicos, malformações congênitas e tumores.

As características clínicas das intoxicações por agrotóxicos dependem, além dos aspectos supracitados, do fato de ter ocorrido contato/exposição a um único tipo de produto ou a vários deles.

Quadro 4 – Classificação, sintomas e/ou efeitos da intoxicação por agrotóxicos.

PRAGA QUE CONTROLA	GRUPO QUÍMICO	SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO AGUDA	SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO CRÔNICA
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza, cólicas abdominais, vômitos, espasmos musculares e convulsões	Efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossomiais e dermatites de contato
	Organoclorados	Náuseas, vômitos, contrações musculares involuntárias	Lesões hepáticas, arritmias cardíacas, lesões renais e neuropatias periféricas
	Piretroides sintéticos	Irritações das conjuntivas, espirros, excitação, convulsões	Alergias, asma brônquica, irritações nas mucosas, hipersensibilidade
Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteiras, vômitos, tremores musculares, dor de cabeça	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres
	Fentalamidas	-	Teratogêneses
Herbicidas	Dinitroferóis e pentaclorofenol	Dificuldade respiratória, hipertermia, convulsões	Cânceres (PCP-formação de dioxinas), cloroacnes
	Fenoxiacéticos	Perda de apetite, enjoo, vômitos, fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogêneses
	Dipiridilos	Sangramento nasal, fraqueza, desmaios, conjuntivites	Lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar

Fonte: OPAS/OMS (1996) - Carvalho, 2015.

A intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola contribuiu para a morte de ao menos 1.186 pessoas no país, entre 2007 e 2014, uma média de 148 mortes por ano e uma morte a cada dois dias e meio.

De acordo com a Fig.1, o estado do Paraná é o que apresenta o maior número de mortes, com 231 óbitos, seguido de Pernambuco com 151, São Paulo, Minas Gerais e Ceará, todos os três com 83, Santa Catarina com 51 e Goiás com 20 mortes.

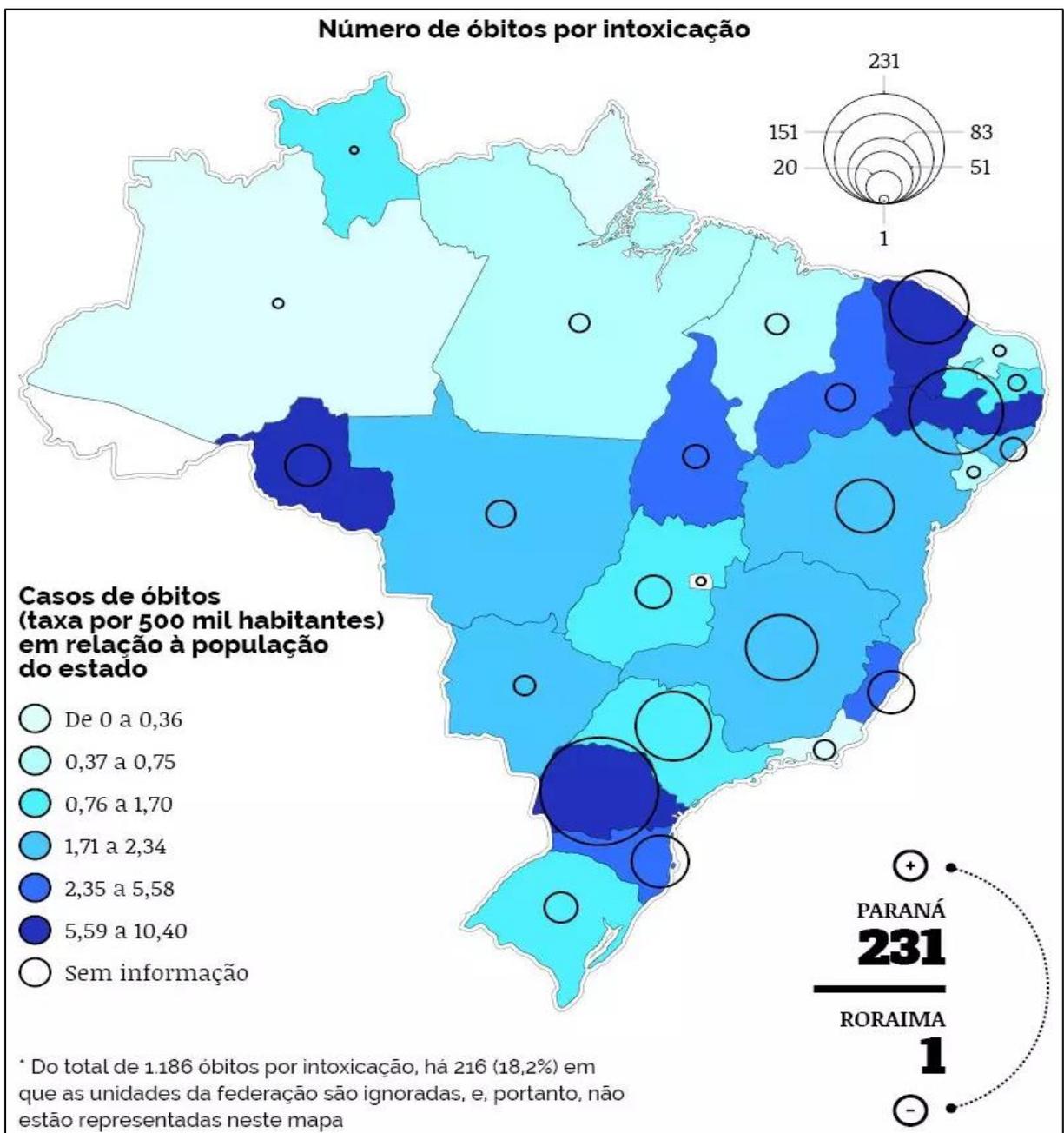


Figura 1 – Número de óbitos por intoxicação no Brasil entre 2007 e 2014. Fonte: Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia. BOMBARDI, 2017. Retirado de: <https://anovademocracia.com.br/noticias/8091-estudo-revela-o-grau-de-intoxicacao-por-agrotoxicos-no-brasil-2>

Os agrotóxicos são os contaminantes aquáticos mais graves decorrentes das atividades antropogênicas, justamente pelo fato de terem sido desenvolvidos para eliminar alguma forma de vida e por isso atingirem também de modo letal espécies não-alvo (GRISOLIA, 2005, p. 24).

Eles agem quimicamente sobre as funções vitais ou a reprodução desses organismos, através da ruptura ou sinalização neural e hormonal, da respiração celular, da divisão celular ou da síntese de proteínas ou lipídios (KRIEGER, 2010).

Até o final da década de 70, “os sistemas hídricos subterrâneos eram considerados imunes à contaminação por agrotóxicos, pois se acreditava que os agrotóxicos se degradariam em partículas inofensivas ou ficariam retidos no ambiente natural antes de contaminá-los” (VEIGA, et. al., 2006).

Entretanto, já foi comprovado através de diversos estudos, dentre eles (RAMALHO, et. al., 2000; DORES; DE-LAMONICA-FREIRE, 2001; LIND, 2002) que a presença de agrotóxicos nos sistemas hídricos seria mais comum do que se imaginava, principalmente nos sistemas hídricos próximos de regiões agrícolas intensivas na utilização de agrotóxicos.

Segundo Bortoluzzi et al. (2006), a transferência de moléculas de agrotóxicos dos ecossistemas terrestres aos aquáticos é uma constante, sobretudo em áreas agrícolas, devido ao uso de quantidades elevadas e de tipos diferentes de princípios ativos por área e às altas taxas de erosão do solo.

A poluição oriunda da atividade agrícola é considerada do tipo difusa, de difícil identificação, monitoramento e, conseqüentemente, controle (BERTI et. al., 2009).

Para Miranda et. al., 2007 apud Berti et. al., 2009, “a contaminação ambiental e os resíduos de agrotóxicos nos alimentos expõem tanto as populações próximas a áreas de cultivo como moradores urbanos, aos efeitos nocivos desses agentes químicos”.

Além disso, o uso intensivo de agrotóxicos pode promover o adoecimento e extinção de espécies animais e vegetais, assim como o aumento de populações de pragas resistentes (BERTI et. al., 2009).

3.2 O USO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL E O PROJETO DE LEI Nº. 6.299/02

Aliado à expansão do território agrícola, o Brasil consome cerca de 20% do total de agrotóxicos comercializados mundialmente e, ressalta-se, este consumo tem aumentado de forma muito significativa nos últimos anos (ALBUQUERQUE et al., 2016).

O consumo total de agrotóxicos no Brasil (Figura 2), saltou de cerca de 170 mil toneladas no ano de 2000 para 500 mil toneladas em 2014, ou seja, um aumento de 135% em um período de apenas 15 anos (VIEIRA, 2018).

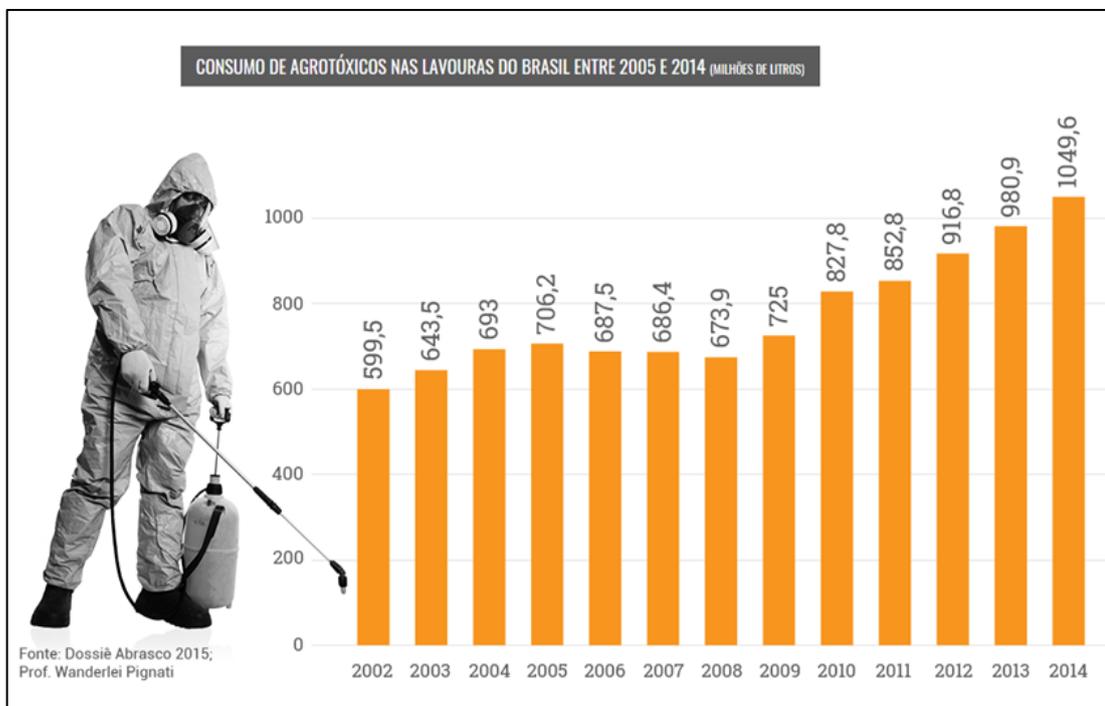


Figura 2: Consumo de agrotóxicos nas lavouras do Brasil entre 2012 e 2014 (milhões de litros). Fonte: Dossiê Abrasco, 2015. Retirado de: <http://www.r7.com/r7/media/2016/2016-agrotoxicos/index.html>

De acordo com a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) em trabalho intitulado Dossiê Abrasco de 2015, o Brasil lidera o ranking em consumo de agrotóxicos no mundo. O principal motivo apontado para o aumento do uso destes no país é a ampliação no cultivo de monoculturas, especialmente a soja. Por sua baixa resistência natural a doenças e pragas, essa cultura requer a aplicação de enormes quantidades desses compostos.

O dossiê traz também a informação de que está sendo consumido no país em média 7,3 litros por pessoa ao ano e no estado do Paraná esse número sobe para 8,7 litros.

Anualmente, cerca de US\$ 2,5 bilhões são gastos nessas compras.

Existem, no País, ao redor de mil princípios ativos de agrotóxicos comercializados em mais de 8 mil formulações (LUCCHESI, 2005).

Tramita no senado brasileiro o Projeto de Lei de nº 6299 de 13 março de 2002, de autoria do (à época de sua redação), senador Blairo Maggi.

Este Projeto de Lei (PL) tem como relator o deputado Luiz Nishimori do Partido da Republica (PR) do estado do Paraná.

E tem como objetivos:

Alterar os Arts. 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências (BRASIL, P.L. nº 6.299/02).

O texto do substitutivo prevê a centralização de competências de registro, normatização e reavaliação de agrotóxicos no Ministério da Agricultura, destituindo os órgãos federais da saúde e do meio ambiente destas funções, previstas na atual Lei de Agrotóxicos (ANVISA, 2018).

No site chegadeagrototoxicos.org.br, uma petição está sendo assinada contra o chamado "Pacote do Veneno" (a PL e suas emendas). Mais de 1,7 milhão de pessoas já se posicionaram contra até o momento. O site está encabeçado por organizações como Greenpeace, Abrasco, Central Única do Trabalhadores (CUT), Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), Associação Brasileira de Agroecologia (ABA) dentre outros. E conta ainda, com o apoio de artistas e pesquisadores da área como, Raquel Rigotto, Wanderlei Pignati e Karen Friedrich.

Em nota publicada em seu portal em 26 de junho de 2018 e atualizada em 02 de julho de 2018 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) se posiciona contrária ao PL pois segundo a agência este:

[...] não contribui com a melhoria, disponibilidade de alimentos mais seguros ou novas tecnologias para o agricultor e nem mesmo com o fortalecimento do sistema regulatório de agrotóxicos, não atendendo, dessa forma, a quem deveria ser o foco da legislação: a população brasileira (ANVISA, 2018).

Além da Anvisa, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Fundação Oswaldo Cruz de Ciência e Tecnologia, também se manifestaram contrárias às mudanças:

Denominado como 'Pacote do Veneno', este projeto tem em comum o desmonte do sistema normativo regulatório de agrotóxicos no Brasil. Este PL representa em seu conjunto uma série de medidas que buscam flexibilizar e reduzir custos para o setor produtivo, negligenciando os impactos para a saúde e o meio ambiente. (FIOCRUZ, 2018, p. 1)

De acordo com Jarbas Barbosa, diretor da agência, a Anvisa vai continuar mantendo sua posição de mostrar os prejuízos e riscos que esse PL, caso aprovado, trará para a saúde da população, até a última instância possível.

Jarbas menciona prejuízos à saúde da população pois o Projeto de Lei delega ao Ministério da Agricultura uma série de ações que são competências estabelecidas, atualmente, para os setores de saúde e de meio ambiente.

Nesse sentido, uma das grandes contribuições do setor da saúde é o Programa de Resíduos em Alimentos (PARA), que avalia continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam à mesa do consumidor.

Atualmente, o programa conta com a participação de 27 Unidades Federativas envolvidas na amostragem e na tomada de ações após a divulgação dos resultados (PARA, 2016).

As análises são realizadas por quatro Laboratórios Centrais de Saúde Pública (Lacen GO, MG, RS e PR) e por um laboratório privado contratado por processo licitatório (PARA, 2016)

O último relatório do PARA foi publicado em 25 de novembro de 2016 e nele se encontram as análises feitas em amostras monitoradas no período de 2013 a 2015.

A Anvisa tem papel importante para a elaboração do referido relatório pois tem entre outras competências, avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes e afins.

Os resultados dos estudos toxicológicos são utilizados para estabelecer a classificação toxicológica dos produtos técnicos e formulados e para calcular o parâmetro de segurança que consiste na Ingestão Diária Aceitável (IDA) de cada ingrediente ativo (IA) (PARA, 2016).

IDA de acordo com a Portaria 3 de 16 de janeiro de 1992, é quantidade máxima que, ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde, à luz dos conhecimentos atuais. É expressa em mg do agrotóxico por kg de peso corpóreo (mg/kg p.c.).

Culturas agrícolas são incluídas no registro de um agrotóxico com base em estudos de resíduos de campo, conduzidos segundo as Boas Práticas Agrícolas (BPA) estas que por sua vez de acordo com a Portaria 3, de 16 de janeiro de 1992, significa o emprego correto e eficaz de um agrotóxico, considerados os riscos toxicológicos envolvidos em sua aplicação, de modo que os resíduos sejam igual ou abaixo do limite máximo estabelecido e toxicologicamente aceitáveis.

A partir da análise desses estudos, a Agência estabelece o LMR e o Intervalo de Segurança. O LMR é estabelecido pela Anvisa por meio da avaliação de estudos conduzidos em campo pelos pleiteantes de registro ou de alteração pós-registro. Neles, são analisadas as concentrações de resíduos que permanecem nas culturas após a aplicação dos agrotóxicos, respeitadas as BPA.

De acordo com a Portaria 3 de 16 de janeiro de 1992, intervalo de segurança ou período de carência é o intervalo de tempo entre a última aplicação do agrotóxico e a colheita ou comercialização. Para os casos de tratamento de pós-colheita será o intervalo de tempo entre a última aplicação e a comercialização

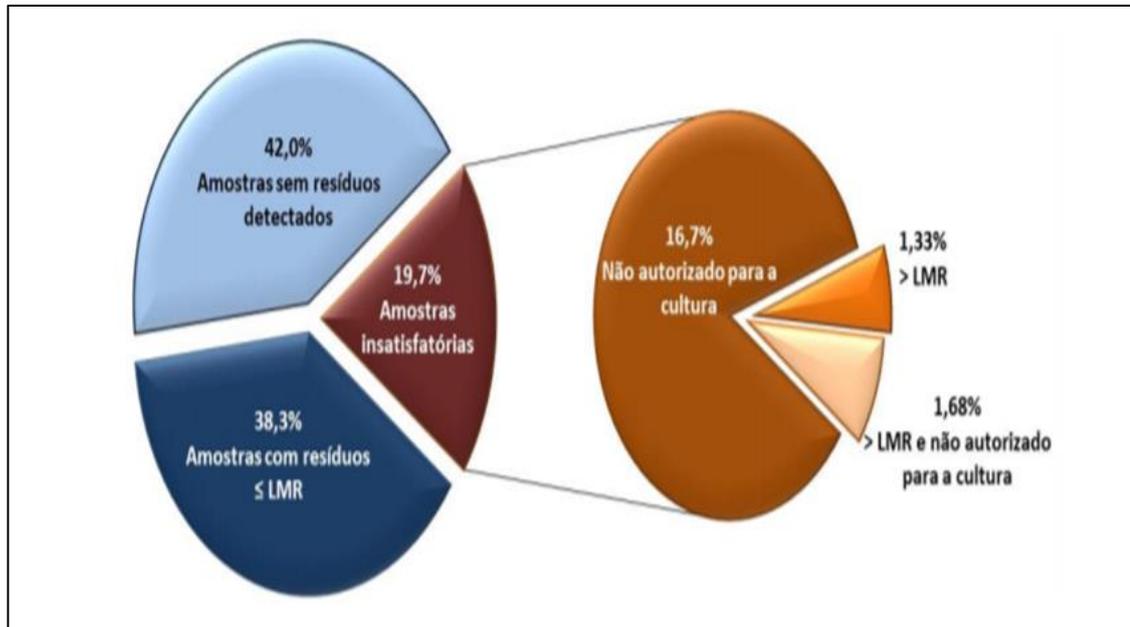
Com a finalidade de avaliar o impacto na exposição, antes de autorizar o uso de um ingrediente ativo para uma cultura agrícola, a Anvisa executa o cálculo da Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT), definida pelo quociente: somatório (Σ) dos produtos do consumo médio per capita diário de cada alimento e o respectivo LMR / peso corpóreo (PARA, 2016).

O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos resíduos de agrotóxicos encontrados nas 12.051 amostras de alimentos monitorados.

Observou-se que 9.680 amostras (80,3%) foram consideradas satisfatórias quanto aos agrotóxicos pesquisados, sendo que em 5.062 (42,0%) não foram

detectados resíduos e 4.618 (38,3%) apresentaram resíduos com concentrações iguais ou inferiores ao LMR (PARA, 2016).

Gráfico 1 – Distribuição das amostras analisadas segundo a presença ou a ausência de resíduos de agrotóxicos e o tipo de irregularidade.



Fonte: PARA (2016).

Dentre as 12.051 amostras analisadas, 2.371 (19,7%) foram consideradas insatisfatórias.

De acordo com o PARA se um resíduo de agrotóxico é encontrado em um alimento em concentração igual ou inferior ao LMR, o alimento pode ser considerado seguro para a saúde do consumidor, com relação a esse agrotóxico.

Porém, se um resíduo excede o LMR ou não é autorizado para a cultura, existe uma irregularidade. Entretanto, não necessariamente o consumidor estará em risco, mas para que isso seja averiguado é que o relatório do PARA apresenta os inúmeros testes em suas amostras.

Exemplo para os países da América Latina, o PARA é comparável aos programas existentes nos países desenvolvidos, tanto em termos de metodologia quanto em termos de divulgação (ANVISA, 2018). A exclusão dessa competência poderá vir a ser um retrocesso no processo regulatório de agrotóxicos e afins e um risco para a garantia da segurança alimentar.

Pois o PL 6299/02 terceiriza, ainda:

[...] as responsabilidades pelas doenças e agravos à saúde do trabalhador e do consumidor; pelo monitoramento dos resíduos de agrotóxicos e do uso adequado; pelo acompanhamento sistemático das populações expostas e das intoxicações; e pelos planos de emergência nos casos de acidentes de trabalho, transporte e ambientais que possam advir da cadeia produtiva e logística do agrotóxico (ANVISA, 2018, s. n.).

No cenário atual, em que há uma tentativa de retirar a responsabilidade da Anvisa, que é de proteção da saúde da população – exercido, principalmente, pela mitigação dos riscos decorrentes do consumo de produtos sujeitos a seu controle, é importante ressaltar que a avaliação toxicológica realizada pela Agência, para fins de registro de um agrotóxico no Brasil, segue referências internacionais e a sua abordagem é semelhante ao arcabouço normativo utilizado na União Europeia.

Além da mudança na gestão da regulamentação dos agrotóxicos no Brasil o PL 6299/02 possui outras propostas dentre elas as mais polêmicas são:

a) Mudança do nome “Agrotóxico” para “Defensivo Fitossanitário” e “Produtos de Controle Ambiental” sob a alegação de que a nomenclatura atual sugere algo ruim, que proporciona malefícios à população, quando estes servem para defender a produção agrícola de pragas.

b) Só seria proibido o registro de agrotóxicos que revelem características teratogênicas, carcinogênicas, mutagênicas, distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor em caso de risco inaceitável comprovado cientificamente.

Porém, de acordo com a pesquisadora da FIOCRUZ e da Abrasco, Karen Friedrich, os estudos não têm apresentado níveis seguros de exposição aos agrotóxicos da forma como são utilizados na natureza, prejudicando a sociedade.

Além disso, não está claro o que é este “risco aceitável” a que o Projeto de Lei se refere. A princípio deveria ser proibido, como já é hoje, qualquer produto que cause graves doenças e impactos ambientais, não havendo margem para avaliar um misterioso conceito.

c) A obrigatoriedade de receita expedida por um engenheiro agrônomo para a utilização de agrotóxicos não será mais um empecilho para a compra dessas substâncias, de acordo com o PL apenas sua regulamentação seria necessária.

d) Possibilidade de exportação dispensando a realização e apresentação dos estudos agrônômicos, toxicológicos e ambientais (que são feitos atualmente) para

casos de produção de agrotóxicos no Brasil cuja finalidade exclusiva seja a exportação.

O uso de agrotóxicos ainda é uma das maiores contradições do modelo do agronegócio brasileiro, se alimentar se envenenando é algo que assusta a população.

Neste atual momento do Brasil em que o furor coletivo divide a população entre defensores do uso indiscriminado de agrotóxicos sob as justificativas de que os mesmos trazem progresso ao país, e os que seguem na direção oposta, assustados pelas informações que surgem a respeito dos malefícios à saúde humana e animal bem como a degradação de ecossistemas hídricos causados por agrotóxicos.

As denúncias a esse PL constituem um instrumento de diálogo com a sociedade dessas contradições.

Portanto, é necessário que esse assunto fique exposto à população para assim contribuir para uma massa crítica que se preocupe com o debate sobre o atual modelo de produção dos alimentos no país.

Ao meio acadêmico compete, refletir e contribuir para que sejam construídas propostas viáveis de desenvolvimento sustentável. Para tal considerou-se as seguintes alternativas de manejo sustentável a seguir.

4 ALTERNATIVAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL COMO FORMA DE MINIMIZAR O USO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL

4.1 TRANSGENIA

Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) são favoráveis ao uso de transgenia como medida para o agronegócio sustentável.

Segundo a mesma, todos os anos 40% das safras de alimentos do mundo são perdidas por ataques de insetos ou fungos. Hoje gasta-se no Brasil 2,5 bilhões com pesticidas. De acordo com Peres (2001, p. 13) “a transgenia poderá ajudar significativamente na redução destas perdas, trazendo impactos importantes tanto no que respeita à diminuição dos custos de produção quanto à conservação do meio ambiente”.

A Embrapa classifica a questão das plantas transgênicas em quatro dimensões:

a) A relevância da tecnologia do DNA recombinante para o desenvolvimento;

Investe em biotecnologia pois acredita que a competitividade do agronegócio brasileiro está diretamente vinculada a capacidade de incorporar tecnologias avançadas ao processo de produção.

b) Segurança alimentar e ambiental;

É a garantia da disponibilização de tais tecnologias de forma segura para a saúde do consumidor e para o meio ambiente.

c) A questão comercial;

Considera que a questão comercial é tão relevante que merece especial atenção do governo, a fim de que sejam criados mecanismos para o estudo de cenários que abranjam as principais culturas de exportação para definir o custo/benefício da separação de produtos não-transgênicos de transgênicos, mediante certificação de origem.

d) A questão de rotulagem.

O Código de Defesa do Consumidor garante o direito básico do consumidor ter acesso às informações, principalmente sobre a origem dos produtos.

Atualmente, no mundo, 28 países produzem transgênicos, ocupando uma área de 179,7 milhões de hectares, sendo que dos cultivos feitos hoje em solo brasileiro, com auxílio da biotecnologia, 94,2% da soja, 84,6% do milho e 73,3% do algodão são transgênicos (ISAAA, 2015).

Autores como Chellegatti et. al. (2018), Peres (2001); Roessing e Lazzarotto (2005) acreditam que esse cultivo se trata de algo que proporciona vantagens mais expressivas que as desvantagens tanto para os produtores como para os consumidores e o meio ambiente, desde que sejam tomados os cuidados inerentes a toda inovação tecnológica.

Porém, autores como Carvalho e Bieger (2016), Nodari e Guerra (2003), Souza Porto (2005) relatam que é necessário tomar precauções quanto ao uso de transgênicos, tanto com relação à saúde, quanto ao meio ambiente. Estes autores alertam em sua maioria que os efeitos destes alimentos ainda não podem ser previstos, o que fazem deles um risco inesperado e desconhecido pela população.

Em outras palavras, embora o desenvolvimento dos transgênicos fundamente-se nos resultados comprovados da Biologia molecular e

da biotecnologia, a tendência da sua aplicação prática é pressupor, sem investigações pertinentes terem sido realizadas, que a disseminação rápida e ampla da agricultura baseada em transgênicos tenha um valor social geral (LACEY, 2007, p. 38).

Um dos principais problemas que envolvem os alimentos geneticamente modificados é o receio de uma possível resistência bacteriana aos antibióticos empregados na modificação genética e o aumento das alergias alimentares às novas proteínas (ARNAIZ, 2004).

4.2 AGROECOLOGIA

Outra alternativa ao uso excessivo dos agrotóxicos é a agroecologia defendida por alguns autores como Gliessman (2001), Altieri (2002), Shiva (2003), Caporal e Costabeber (2004), Pereira (2010) e Pignati (2014).

Entende-se Agroecologia como um paradigma emergente, que se constrói no processo de confronto com o paradigma dominante em nossa sociedade ocidental, cartesiana, reducionista, tecnicista e com base em uma concepção de ciência neutra (PEREIRA, 2010, p. 4).

Para Caporal e Costabeber (2004), a agroecologia os faz lembrar de uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente, que promove a inclusão social e proporciona melhores condições econômicas para os agricultores.

Shiva (2003) ressalta as possibilidades do diálogo entre ser humano, natureza e políticas públicas:

A proteção da biodiversidade só pode ser assegurada se ela voltar a ser a base da produção da agricultura, da silvicultura e da produção animal. A prática da diversidade é a chave para a sua conservação. A biodiversidade não pode ser conservada a menos que a diversidade seja tomada como a lógica da produção (SHIVA, 2003, p. 15).

Com base nestes autores pode-se dizer que a agroecologia tem sido reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, ou seja, um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias que se permite estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas.

Os agroecossistemas são considerados como unidades fundamentais para o estudo e planejamento das intervenções humanas em prol do desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

A elaboração de uma alternativa de produção agrícola sustentável no Brasil, tem encontrado dificuldades em virtude da dependência que a agricultura convencional desenvolveu por substâncias químicas e suas indústrias que desde as décadas de 50 e 60 naturalizaram a sua utilização e, em alguns casos, banalizaram os seus riscos.

Portanto, é necessário discutir estes dados e suas consequências para a saúde pública em sua relação com o modelo de desenvolvimento econômico brasileiro, com o modo de produção do agronegócio dependente de agroquímicos (transgênicos, agrotóxicos e fertilizantes), com o uso inseguro dos agrotóxicos, com seus subsídios fiscais, com o aumento da concentração de terras e com a disputa com os movimentos de busca de um modelo de desenvolvimento sustentável para o campo baseado na agroecologia (PIGNATI, 2014, p. 4675).

A agroecologia usa adubos naturais, mantém o solo fértil, tem alta produtividade o ano todo e gera mais empregos. É praticada principalmente por pequenos produtores familiares e movimentos agrários.

A principal questão levantada até aqui não se trata somente de uma questão de aumento da produtividade, mas de deterioração de condições de saúde, sociais, culturais e de sobrevivência do Brasil.

Embasando-nos nessas discussões, entendemos ser pertinente a estruturação de um curso de extensão formativo que pudesse ser implementado durante a formação inicial de licenciandos em Ciências Biológicas, tendo como foco a perspectiva CTSA em sala de aula para a abordagem de temas recentemente desenvolvidos (como o uso dos agrotóxicos) e divulgados nos veículos midiáticos, incorporando-se ao cotidiano dos alunos.

Como proposta formativa, apresentaremos no próximo capítulo os pressupostos teóricos que fundamentaram a organização da intervenção pedagógica.

5 A SISTEMATIZAÇÃO DE UM CURSO DE EXTENSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DO CURSO DE EXTENSÃO

O planejamento da prática docente envolve a necessidade de uma visão clara, por parte do professor, daquilo que se pretende alcançar em termos de aprendizagem, ou seja, o estabelecimento de objetivos e procedimentos metodológicos que nortearão o processo de ensino, com vistas à aprendizagem.

Segundo a LDBEN (BRASIL, 1996 art. 13), as incumbências do docente abrangem, entre outras questões, “[...] elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; zelar pela aprendizagem do aluno”. Percebemos que a prática docente deve ser pensada, desde a aprendizagem dos conhecimentos científicos disciplinares até a perspectiva relacional, social. Por isso é preciso que os professores busquem formação constante para lidarem com alunos de contextos de vida cada vez mais diversificados.

Dessa forma, desenvolvemos como produto educacional um Curso de Extensão voltado à formação inicial de professores.

Propomos, em síntese, planejar a aprendizagem como um trabalho de investigação e de inovação “por meio do tratamento de situações problemáticas relevantes para a construção de conhecimentos científicos e a conquista de inovações tecnológicas susceptíveis de satisfazer determinadas necessidades” (PRAIA; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007, p. 150).

No que tange à estrutura de um curso de extensão, de acordo com a Resolução nº 029/2011 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), onde se desenvolveu esta pesquisa de Mestrado, este corresponde a: “Art. 9: [...] uma ação pedagógica, de caráter teórico ou prático, presencial ou a distância, planejado e organizado de modo sistemático, com carga horária total de no mínimo oito horas e critérios de avaliação definidos” (PARANÁ, 2011).

Assinala a mesma Resolução que: “Art. 12: [...] são considerados Cursos e/ou Eventos Presenciais aqueles em que o processo de ensino aprendizagem ocorre com a presença de professores e estudantes em um mesmo local físico” (PARANÁ, 2011). A partir disso, ressaltamos que nossa proposta de curso de extensão presencial foi planejada com trinta horas de atividades formativas aos participantes.

Assim, selecionamos e organizamos o espaço de desenvolvimento do curso nas dependências da UENP, respeitando os encaminhamentos institucionais para sua formalização, com conseqüente certificação aos participantes e organizadores.

A seleção dos conteúdos e das atividades do curso foi estabelecida tendo em vista a Resolução nº 02/2015, do Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno (CNE/CP), no Artigo 1º, §1º, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura), uma vez que as instituições responsáveis pela formação:

[...] em articulação com os sistemas de ensino, em regime de colaboração, deverão promover, de maneira articulada, a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério para viabilizar o atendimento às suas especificidades nas diferentes etapas e modalidades de educação básica (BRASIL, 2015, p. 3).

De tal forma, a Resolução CNE/CP nº 02/2015 estabelece que a formação inicial, assim como a continuada, deve proporcionar o desenvolvimento das especificidades atuais na conjuntura educacional brasileira.

Ao considerar o contexto educativo, é necessário organizar um ensino que contemple a preparação e o desenvolvimento profissional dos docentes. Nessa perspectiva, a proposta do curso em abordar a inclusão do uso da perspectiva CTSA em sala de aula para a inserção e debate de temas recentes no âmbito das Ciências Naturais está direcionada para essas especificidades atuais do ensino que precisam ser abordadas na formação desses profissionais.

Segundo o Artigo 13 da Resolução CNE/CP nº 02/2015, no § 1º, inciso IV, essas atividades desenvolvidas por meio de curso de extensão devem ter caráter teórico e prático “[...] de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes [...], por meio [...] da extensão [...], consoante o projeto de curso da instituição” (BRASIL, 2015, p. 11).

Conseqüentemente, a oferta do curso de extensão, que se constituiu como produto educacional desta pesquisa, assumiu a responsabilidade de contribuir com a formação inicial dos participantes.

Dentre as possibilidades de atividades formativas durante o período da formação inicial, o Artigo 17, §1º, inciso II da Resolução CNE/CP nº 02/2015, indica os cursos de extensão com carga horária mínima de vinte horas e máxima de oitenta

horas como possibilidades de “[...] atualização, por atividades formativas diversas, direcionadas à melhoria do exercício do docente”.

Assim, nossa proposta de curso, foi organizada em cinco módulos, além da formação pedagógica aos participantes, suscitou uma atualização destes quanto à abordagem dos conteúdos científicos recentes, no âmbito das Ciências Naturais, que são publicados pela comunidade científica e veiculados nas mídias, podendo enriquecer o processo de educação científica dos alunos da educação básica.

Quadro 5 – Módulos do curso

MÓDULO I
Elaborado para ser a etapa em que os estudantes se familiarizam com o curso de extensão, o propósito do mesmo, cronograma, o motivo de serem selecionados para tal atividade e para a Problematização Inicial proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).
MÓDULO II
Abordagem da importância do Letramento Científico em suas vidas e de seus futuros alunos, bem como a capacidade de entender e estabelecer a importância das relações de CTSA no cotidiano.
MÓDULO III
Tratou de proporcionar aos estudantes a instrumentalização com a perspectiva CTSA e o motivo da temática Agrotóxicos.
MÓDULO IV
Esta etapa tratou de demonstrar com casos reais de pessoas comuns (agricultores, lavradores, alunos de escolas públicas e creches) que se intoxicaram com agrotóxicos e as consequências desta intoxicação.
MÓDULO V
Elaboração em grupo de atividade para o Ensino Fundamental usando o tema Agrotóxico, conforme disposto no Terceiro Momento Pedagógico, a Aplicação do Conhecimento.

Fonte: autoria própria (2019).

Nessa perspectiva, considerando a organização didática da pesquisadora, conforme apresentados no Quadro 4. A versão detalhada dessa proposta formativa pode ser encontrada no arquivo geral da Produção Técnica Educacional em <https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais>.

O presente curso seguiu uma sequência de conteúdos pré-estabelecidos em consonância com os objetivos pretendidos, mas também seguindo gradualmente o progresso dos estudantes em cada atividade proposta.

No capítulo seguinte escolhemos abordar os aspectos metodológicos da pesquisa como o tipo da pesquisa, o perfil dos participantes, os procedimentos de coleta de dados, a seleção e codificação de dados para a análise e o referencial para a análise dos dados.

6 ASPECTOS METOLÓGICOS DA PESQUISA

6.1 TIPO DA PESQUISA

Para definir o tipo de pesquisa foram consideradas as exigências dos programas de Mestrado Profissional. Nesse sentido, conforme inciso I do Art. 2º da Portaria do Ministério da Educação e Cultura (MEC) nº 389, um dos objetivos desta pós-graduação consiste em: “I – capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho” (BRASIL, 2017).

Durante os estudos desenvolvidos no programa, o pós-graduando deve elaborar e aplicar um produto educacional que vise contribuir com a educação escolar, minimizando dificuldades presentes no processo de ensino e/ou de aprendizagem. Partindo dessas orientações empreendemos uma pesquisa qualitativa, conforme os pressupostos de Flick (2009).

Para este autor, a pesquisa de cunho qualitativo possibilita a interpretação da complexidade e da diversidade do campo e dos materiais. Desse modo, “a pesquisa qualitativa dirige-se à análise de casos concretos em suas particularidades locais e temporais, partindo das expressões e atividades das pessoas em seus contextos locais” (FLICK, 2009, p. 37).

Segundo Flick (2009, p. 23), a pesquisa qualitativa tem como aspectos essenciais: “a apropriabilidade de métodos e teorias, perspectivas dos participantes e sua diversidade, reflexividade do pesquisador e da pesquisa, variedade de abordagens e de métodos”. Portanto, tem como ponto de partida o entendimento de um método que valoriza o processo de desenvolvimento da pesquisa e estabelece uma análise teórica do contexto e dos dados obtidos para realizar uma investigação empírica.

Além disso, mostra a variedade de perspectivas de seus participantes, na qual os significados e as percepções dos sujeitos são relacionados e se busca explicar essa relação. Em adição, a pesquisa qualitativa considera a interação entre o pesquisador e o campo de realização desta, ou seja, a interpretação interfere na investigação e isto faz parte desse processo de produção do conhecimento.

Por fim, a investigação de cunho qualitativo permite que as discussões e as práticas de pesquisa partam de diferentes perspectivas que consideram a interação como foco do estudo.

Neste estudo, tendo em vista as referidas caracterizações, realizamos: 1) revisão em literatura pertinente; 2) sistematização e implementação de um curso de extensão como proposta formativa; e, 3) análise dos resultados dessa intervenção. Assim, ponderamos sobre as opções de coleta de dados, que são detalhadas neste capítulo: (a) avaliações realizadas ao longo do curso; e, (b) entrevista semiestruturada realizada com participantes após a finalização do curso.

A opção por entrevista semiestruturada foi pautada nas reflexões de Flick (2009), porque este tipo de coleta possibilita que o depoente responda às questões com base em seus conhecimentos, torna algo implícito em explícito e confronta a perspectiva teórica adotada pelo pesquisador com a visão do entrevistado.

6.2 PERFIL DOS PARTICIPANTES

A produção técnica educacional desenvolvida nesta pesquisa foi destinada a licenciandos dos cursos de Ciências Biológicas de uma universidade pública do Estado do Paraná, considerando que atuarão como docentes na Educação Básica, ensinando conteúdos de Ciências Naturais, no Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

A universidade junto ao curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas conta com uma disciplina de Residência Pedagógica.

Portanto optamos por aplicar o curso de extensão com os estudantes que fazem parte deste projeto.

Para oferta do curso foi elaborado, tramitado e aprovado um projeto de extensão na referida universidade, tendo como público-alvo 30 (trinta) licenciandos.

Após a aprovação do projeto, juntamente com a obtenção da contribuição do Professor Coordenador da Residência Pedagógica em nos ceder os estudantes

durante cinco semanas seguidas para a aplicação de nossa produção técnica educacional fizemos a divulgação e esclarecimentos aos licenciandos considerados público-alvo, explicando a eles nossa proposta formativa, carga horária, conteúdo e certificação.

As atividades foram realizadas nos dias previamente designados em calendário para as reuniões do programa, durante os meses de março e abril de 2019, com seis encontros vespertinos, semanais, as quartas-feiras e com 4 (quatro) horas de duração cada.

No primeiro encontro obtivemos a participação de um total de vinte e seis estudantes que responderam ao Questionário de Avaliação Diagnóstica (Apêndice B) e concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), ao longo do período a frequência oscilou entre 20 a 24 estudantes por encontro, porém, não tivemos cursistas desistentes.

6.3 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, buscamos expressar a complexidade da ação didática formativa desenvolvida no decorrer da aplicação do produto educacional (curso formativo). Nesse percurso, dentre as diferentes atividades avaliativas, que geraram um volume considerável de dados, selecionamos para a análise os dados obtidos a partir de: avaliações diagnósticas e entrevistas semiestruturadas.

Em todos os casos, buscamos evidenciar as contribuições e limitações da proposta formativa (curso) enunciadas pelos participantes/licenciandos.

Em um primeiro momento de tomada de dados, realizamos uma avaliação diagnóstica (Apêndice B) que teve por finalidade identificar os conhecimentos prévios dos participantes sobre o tema de estudo e as dificuldades e lacunas que precisariam de maior atenção durante a ação didática formativa.

Desse modo, a referida avaliação objetivou:

Investigar seriamente o que os alunos 'ainda' não compreenderam, o que 'ainda' não produziram, o que 'ainda' necessitam de maior atenção e orientação [...] enfim, localizar cada estudante em seu momento e trajetos percorridos, alterando-se radicalmente o enfoque avaliativo e as 'práticas de recuperação' (HOFFMANN, 2008, p. 68).

Nesse sentido, elaboramos um roteiro composto por 6 (seis) questões (Apêndice B) que abordaram: as noções sobre relações CTSA; a participação em projetos que abordem a perspectiva CTSA; o conhecimento prévio de pesquisas e produções científicas na área da temática CTSA; o Letramento Científico; a importância da inclusão de temáticas recentes das Ciências/Biologia nas aulas e de que maneira isso poderia ser feito pelo professor; o motivo da participação no curso e as expectativas.

Em um segundo momento de coleta de dados que se estendeu a todos os encontros do curso com a finalidade de obter um feedback a respeito dos métodos utilizados ao longo do curso, as facilidades e dificuldades que os estudantes apresentaram em cada módulo.

Pois, assim como Libâneo (1992) acreditamos que:

A avaliação é uma tarefa didática necessária e permanente do trabalho docente, que deve acompanhar passo a passo o processo de ensino e aprendizagem. Através dela, os resultados que vão sendo obtidos no decorrer do trabalho conjunto do professor e dos alunos são comparados com os objetivos propostos, a fim de constatar progressos, dificuldades, e reorientar o trabalho para as correções necessárias (p. 195).

Em um terceiro momento de coleta de dados desenvolvemos uma avaliação final, por meio da qual se obtêm dados buscando evidenciar a ampliação ou não das noções prévias dos estudantes sobre a perspectiva CTSA e o Letramento Científico.

Nesse sentido, cabe explicitar que a avaliação, no âmbito educacional, é um ato pedagógico que, dentre suas implicações, permeia a ação docente e busca perceber os conhecimentos adquiridos pelos alunos após a realização de um processo educativo.

Nesse caso, como instrumento de coleta de dados final, aplicamos um roteiro contendo as mesmas 6 (seis) questões presentes no diagnóstico inicial, pois não houve nenhum participante que soube responder as questões da avaliação inicial.

Dessa maneira, tal avaliação nos possibilitou pensar em novos caminhos e possibilidades para o produto educacional:

A finalidade da avaliação não é a de descrever, justificar, explicar o que o aluno “alcançou” em termos de aprendizagem, mas a de desafiá-los todo tempo a ir adiante, a avançar, confiando em suas

possibilidades e oferecendo-lhes, sobretudo, o apoio pedagógico adequado a cada um (HOFFMANN, 2008, p. 103).

Nessa perspectiva, a realização da avaliação diagnóstica inicial e a avaliação final com os participantes da pesquisa trouxeram dados relevantes para análise da primeira aplicação do produto educacional. Isto porque, em nossa visão:

[...] a avaliação compreende um processo de análise didática do trabalho pedagógico e sua principal função consiste em possibilitar ao professor e ao aluno uma análise das inter-relações estabelecidas entre o ensino, a aprendizagem e o conhecimento científico (LUCCAS; LUCAS; PEREIRA, 2013, p. 2025).

No quarto momento de coleta de dados, realizamos entrevistas semiestruturadas que consistem em uma técnica de captação de dados que permite obter informações de um modo mais fiel. Isso ocorre por se tratar de um diálogo entre pesquisador e pesquisado de maneira instantânea. Esse tipo de entrevista se realiza por meio de “[...] perguntas controladas pela teoria e direcionadas para as hipóteses” (FLICK, 2009, p. 149).

As questões foram previamente construídas para consistir em um instrumento capaz de tornar mais explícito um conhecimento implícito do participante sobre a temática do curso. Essa construção de perguntas compôs um roteiro prévio (aberto) contendo 10 (dez) questões abertas que abrangeram: a avaliação do licenciando quanto à compreensão do conteúdo do curso, o entendimento sobre a aplicabilidade do conteúdo do curso em sua prática pedagógica como professor ou futuro professor e, a apreciação sobre a contribuição do curso para sua formação docente.

Sublinhamos que a realização das entrevistas ocorreu com uma amostragem dos participantes (cursistas) para representar as percepções sobre o processo de aprendizagem. A seleção dessa amostra e os critérios elencados serão explicitados na próxima seção.

6.4 SELEÇÃO E CODIFICAÇÃO DE DADOS PARA A ANÁLISE

A escolha das quatro entrevistas realizadas e analisadas considerou os critérios de diversidade e saturação pontuados por Guerra (2006, p. 40). Com relação à diversidade, adotamos o critério da “diversificação interna”, a partir do qual é

explorada a diversidade de opiniões de um grupo de entrevistados pertencentes a um mesmo local/ambiente (considerando que nesta pesquisa é representado pelos licenciados em Biologia participantes do curso de extensão).

Assim, ponderamos que a existência de fluxos discursivos repetitivos indicaria uma saturação dos dados, sugerindo o momento de não mais agregar novas entrevistas. Como ponto de partida para seleção dos primeiros entrevistados, até o ponto de saturação, selecionamos 8 (oito) licenciandos a partir dos seguintes critérios:

- (i) Estudante do sexo masculino mais velho cursando o 4º ano da licenciatura em Biologia que obteve 100% de frequência, respostas mais assertivas nas avaliações e uma progressão do questionário inicial para o final: codificado da seguinte forma: E1;
- (ii) Estudante do sexo masculino cursando o 5º ano da licenciatura em Biologia que obteve 100% de frequência, respostas mais assertivas nas avaliações e uma progressão do questionário inicial para o final: codificado da seguinte forma: E2
- (iii) Estudante do sexo feminino mais jovem cursando o 4º ano da licenciatura em Biologia que obteve 100% de frequência, respostas mais assertivas nas avaliações e uma progressão do questionário inicial para o final: codificado da seguinte forma: E3
- (iv) Estudante do sexo feminino mais velha cursando o 5º ano da licenciatura em Biologia que obteve 100% de frequência, respostas mais assertivas nas avaliações e uma progressão do questionário inicial para o final: codificado da seguinte forma: E4

Utilizamos esses critérios pois ao analisarmos as produções ao longo do curso, ou seja, avaliação diagnóstica inicial, avaliação final, entrevistas, atividades de debate e síntese avaliativa, entendermos que estas foram uma boa ferramenta de feedback e representativas para indicação dos cursistas.

Os licenciandos foram contatados quanto à nossa intenção de pesquisa e a necessidade de voluntários para a realização de entrevistas. Todos aceitaram e as entrevistas realizadas foram transcritas. Diante do universo de 30 (estudantes) licenciandos participantes do curso de extensão, 4 (quatro) selecionados foram suficientes para atingir o ponto de saturação anteriormente comentado.

Com base nas indicações de Bogdan e Biklen (1994, p. 138-140), apresentamos também o perfil da entrevistadora/pesquisadora (a pessoa que coletou os dados da pesquisa), pois esse perfil também deve ser considerado pelo leitor desta dissertação quando da análise dos dados por ela empreendida.

A pesquisadora (mestranda) que realizou a coleta e a análise dos dados nesta investigação possui licenciatura plena em Ciências Biológicas, especialização (lato sensu) em Biologia Aplicada à Saúde, em Docência no Ensino Superior e em Educação Ambiental. Possui experiência de 1 ano como docente na Educação Básica (Educação Fundamental e Ensino Médio) atuando nas disciplinas de Ciências, Biologia e Química.

Como pesquisadora, atua nas áreas de CTSA e Ensino nos temas: formação docente e inclusão de conteúdos com a narrativa da Educação Ambiental para a conscientização dentro da sala de aula.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

7.1 AS CATEGORIAS DE ANÁLISE

Aqui apresentamos as 3 (três) categorias de análise que foram definidas a partir dos objetivos da pesquisa e do referencial teórico apresentado nesta pesquisa, inspirando-nos na Análise Textual Discursiva (ATD), fundamentado em Moraes e Galiazzi (2007).

Moraes (2003, p. 52) explica que a ATD é uma metodologia empregada para análise de dados em pesquisas qualitativas que tem por objetivo “[...] produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos”.

Considerando a relevância da abordagem CTSA para a formação de professores de Ciências/Biologia e para conscientização da sociedade sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia no ambiente em que vivemos.

As categorias definidas foram CTSA, Formação Docente e A inserção de conteúdos científicos recentes nas aulas de Ciências/Biologia.

Assim, buscamos analisar, ainda que de modo global, as compreensões dos participantes do curso de extensão compreenderam sobre a importância da abordagem CTSA em sala de aula e as relações que se estabelecem no cotidiano da sociedade.

A categoria CTSA teve como objetivo identificar aspectos da abordagem CTSA em sala de aula e suas possíveis contextualizações no cotidiano dos participantes. A partir desse objetivo, apresentamos alguns excertos que representam a percepção dos participantes que permitiram algumas compreensões.

Percebemos que houve a compreensão da utilização da abordagem CTSA como forma de permitir a reflexão sobre as questões que interferem no desenvolvimento social e na condição de vida das pessoas.

É porque se nós começamos a investir mais na educação né, trazer esse tipo de conhecimento para os alunos a gente vai desenvolver uma sociedade futura melhor (E1).

O debate ele leva ao crescimento e ao conhecimento, a gerar conflito de ideias e isso é bom para o crescimento do aluno (E2).

[...] na minha cidade vai abrir uma indústria têxtil e eu fico pensando que vai poluir a água, mas as pessoas acham bom pelo emprego, então tem que se abordar esses assuntos em sala de aula que é tudo interligado (E4).

A partir da utilização da abordagem CTSA tem-se que os alunos entenderam a necessidade do debate sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, da atividade humana com olhar exclusivamente financeiro, desconsiderando os aspectos ambientais e sociais.

Então se a gente traz isso e trabalha com o aluno e mostra esses pontos eles podem acabar levando para a sociedade para poder desenvolver talvez técnicas melhores ou algo melhor para a sociedade no futuro (E1).

É legal fazer os alunos perguntarem para os pais se eles sabem sobre o assunto para fazer um debate em sala de aula (E3).

[...] se o pai é agricultor, você vai achar que está tudo certo que ele faz tudo certo e ele próprio às vezes também não sabe que pode causar tanto mal (agrotóxicos) por isso é muito bom saber disso e depois repassar esse conhecimento adiante (E4).

Conforme posto por Sasseron e Machado (2017), a racionalidade crítica permite que as pessoas discutam sobre os problemas nos quais estão inseridos, compreendendo as relações destes com o seu cotidiano e podem ser resolvidos a partir do entendimento dos conhecimentos trabalhados em sala de aula.

Desse modo, percebemos que os aspectos indicados por Roberts (1991 apud SANTOS, 2008) estiveram presentes nos registros dos participantes como a percepção da necessidade de desenvolver uma visão dos possíveis problemas sociais gerados pela ciência e pela tecnologia. Como também da necessidade de pessoas preparadas para tomar decisões com base no conhecimento científico e tecnológico, mas capazes de analisar as consequências dessas decisões na sociedade.

Já na categoria Formação Docente buscamos identificar se os participantes conheciam a abordagem CTSA, uma vez que esta é uma das abordagens indicadas para o ensino de Ciências e Biologia pelos documentos oficiais e quais as contribuições do curso para a formação inicial de professores.

Quando analisados os dados em relação ao conhecimento da abordagem CTSA foi identificado que até o momento do curso os participantes não haviam tido contato tal abordagem.

Então, até quando você passou o primeiro questionário eu nunca tinha visto falar, nem em reportagem, nas aulas também não tinha trazido dessa maneira, esse termo assim (E1).

Não, especificamente de CTSA não tive por falta de oportunidade (E2).

Nunca participei de um programa específico desse tema, mas já participei de três Simpósios e tinham sempre alguma palestra que entrava na área de Ciência e/ou Tecnologia (E3).

Não, se houve eu não fiquei sabendo, mas acho que nesses cinco anos que eu estou aqui (na Universidade) não houve não (E4).

Pelas respostas apresentadas pelos participantes, verificamos que durante sua formação inicial não haviam tido contato com a abordagem CTSA, exceto pela participação em simpósios que trataram do tema Ciência e Tecnologia, mas que não deixa claro que se tratava da abordagem CTSA.

Considerando as necessidades formativas do professor de Ciências/Biologia e entendendo que a abordagem CTSA é uma forma de ensinar e desenvolver nos alunos uma capacidade crítica de análise e interpretações das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, tem-se que sua inserção nos cursos de formação de professores é essencial para a constituição de uma sociedade esclarecida sobre as consequências de seus atos para o futuro da humanidade.

Como posto por Fourez (1997 apud SANTOS, 2007), as pessoas consideradas letradas científica e tecnologicamente possuem determinada autonomia na tomada de decisões, bem como a habilidade de se comunicar de modo adequado com outras pessoas, por meio do conhecimento adquirido, permitindo o uso desse na negociação de situações específicas.

Quanto a contribuição do curso para formação dos participantes, percebemos que o curso pôde apresentar a abordagem CTSA e tratar de um assunto atual que é o uso dos agrotóxicos no Brasil e suas consequências para a sociedade.

Os participantes ainda relataram a relevância da apresentação da abordagem CTSA associada ao programa Residência Pedagógica o qual tem por objetivo inserir os licenciandos de Ciências Biológicas na Educação Básica.

Você conseguiu trazer um pouco da realidade que tá acontecendo que a gente não tinha noção (E1).

Então esse curso que você acabou incluindo na Residência que é um dos horários que eu disponibilizo na minha semana a gente conseguiu somar essas duas coisas (temática e Residência Pedagógica) para eu melhorar como professor (E1).

Eu achei muito importante e até conversei com alguns amigos antes de você entrar na sala, eu não conhecia a perspectiva CTSA, eu não tinha a menor noção sobre o que era isso (E3).

E como a gente vai se tornar professor isso agrega muito, [...] quando precisar abordar esse conteúdo você se lembra “Ah eu já trabalhei isso na faculdade e foi de tal maneira” e acaba repetindo para os seus alunos (E4).

Porque é bom participar dessas coisas aqui na faculdade porque você já sai bom (E4).

Os participantes indicaram que o contato inicial com a abordagem CTSA foi importante para sua formação inicial, pois permitirá fazer relação ao que foi aprendido na universidade quando estiverem atuando na Educação Básica.

Por fim, na categoria A inserção de conteúdos científicos recentes nas aulas de Ciências/Biologia buscamos identificar a importância do uso da abordagem CTSA no trabalho do professor e na formação social do aluno.

[...] porque a sociedade está se desenvolvendo, se aprimorando mais e a gente situando o aluno trazendo essa realidade, tanto os lados

bons quanto o negativo desse desenvolvimento podemos ter um futuro melhor (E1).

Já que a gente vai ser formador de pessoas, vamos estar em contato direto com alunos em fase de crescimento e desenvolvimento, poder aplicar com eles seria algo bom, interessante para o crescimento deles e para o nosso trabalho (E2).

Eu acho que é extremamente importante que o professor saiba, porque às vezes o aluno traz o assunto de casa [...] então o professor precisa estar preparado (E3).

[...] a gente conseguiu ver diferentes modos de trabalhar um assunto que ainda nem está na grade curricular (E4).

[...] a gente que é professor de Ciências, eu acho que cabe a nós conscientizar os nossos alunos (E4).

Ao interpretar os excertos dos participantes percebemos o reconhecimento da necessidade de contribuição para uma consciência que permita identificar a gravidade das situações e analisar suas causas e a adoção de medidas que possam reverter os problemas ambientais (RODRÍGUEZ; PINO, 2007), no caso do uso de agrotóxicos, bem como em outras situações.

É trazer da sociedade, trazer por exemplo o que está em alta, o que está com necessidade (de diálogo) para o aluno poder acompanhar o que está acontecendo e poder debater sobre (E2).

Como falou, fazer aquela transposição didática de alguns artigos para já terem um conhecimento desde criança né, sobre levantamentos científicos que vem acontecendo e que eles são importantes mesmo (E4).

Fica claro que os participantes entendem a necessidade de incorporação da abordagem CTSA na formação inicial, pois isso permite a incorporação desta em sua prática docente como uma possibilidade de contribuir para a compreensão dos alunos em relação aos aspectos científicos e tecnológicos e suas consequências atuais e futuras para a sociedade.

Também foi possível apresentar que as pesquisas atuais desenvolvidas em instituições de ensino ou de pesquisa têm a necessidade apresentar seus resultados para a sociedade de modo a produzir um conhecimento escolar atual. Nesse sentido, é imprescindível para o desenvolvimento da sociedade que as pesquisas, por meio

das diferentes abordagens de ensino cheguem à sala de aula para produzir a conscientização sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomar o questionamento introdutório desta pesquisa: “Diante das necessidades formativas, uma proposta de formação pedagógica baseada no enfoque CTSA e com os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) como organizadores, poderia contribuir para o Letramento Científico na formação inicial de professores de Biologia?”, com base nas evidências apresentadas nas categorias de análise, acreditamos que houve a construção de saberes relacionados às relações CTSA, e que estes levaram os participantes a refletirem e a sensibilizarem-se com as problemáticas socioambientais do contexto em que estão inseridos.

Por conseguinte, atingimos os objetivos específicos desta investigação que eram: investigar teoricamente as necessidades formativas de professores de Ciências Biológicas; estabelecer relações entre CTSA e Letramento Científico para o atendimento as necessidades formativas; sistematizar uma proposta pedagógica com enfoque CTSA, na forma de curso de extensão, para o estudo sobre o uso de agrotóxicos no Brasil e interpretar os resultados da relação entre CTSA e Letramento Científico sobre o uso de agrotóxicos no Brasil.

Os resultados obtidos a partir dos instrumentos de coleta demonstram que persiste em grande parte da amostra de estudantes pesquisados uma visão positiva sobre CTSA, o que delimita uma percepção crítica sobre os malefícios causados pela sua ação sobre o ambiente e a sociedade.

A partir desta análise é muito pertinente que haja a problematização dos conceitos e relações CTSA, uma vez que se pretenda que os futuros professores de Ciências/Biologia promovam uma Letramento Científico consonante com os princípios desse enfoque.

Pois, é importante a percepção dos problemas a partir da análise do ambiente no qual estamos inseridos, bem como a aceitação de que estes problemas são muitas vezes causados pela ação humana, mas capazes de serem corrigidos a partir de ações educativas que promovam a formação de pessoas éticas e conscientes de sua responsabilidade e atuação social.

Nesse sentido, podemos afirmar que as instituições de ensino têm papel fundamental na promoção dessas ações educativas, pois possui ambiente propício

para a identificação do problema, o debate crítico acerca das situações sociais e para a proposição de intervenções na busca pela resolutividade da situação identificada, de modo a propiciar ao sujeito social uma forma de raciocinar criticamente sobre as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Zabala (1998, p. 47) esclarece que “[...] se adquiriu um valor quando este foi interiorizado e foram elaborados critérios para tomar posição em frente àquilo [...]”, tendo relação com componentes cognitivos, afetivos e condutuais.

Portanto, acreditamos que a inserção de um currículo que abertamente utiliza-se da perspectiva CTSA como meio de problematização, reflexão, instrumentalização e tomada de atitude diante de problemas socioambientais, na formação inicial de professores de Ciência/Biologia demonstra-se uma ferramenta eficaz de ensino e aprendizagem, como pôde ser visto nesta pesquisa ao abordar a questão do uso de agrotóxicos.

Acreditamos ainda que, além dos fatos já mencionados por observarmos que há um interesse dos estudantes em aprender e discutir mais sobre o tema durante o período de formação inicial, o uso da perspectiva CTSA em sala de aula é muito pertinente para futuros trabalhos de intervenção em proposta de materiais didáticos tanto para os estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas quanto para estudantes de outras áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre CTS (ciência, tecnologia e sociedade) em periódicos da área de ensino de ciências no Brasil. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, 2009. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/852.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2017.

ALBUQUERQUE, A. F., RIBEIRO, J. S., KUMMROW, F., NOGUEIRA, A. J. A., MONTAGNER, C. C., UMBUZEIRO, G. A. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. **Environmental Science: Processes & Impacts**, 18(7), 779-787, 2016. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/ru/content/articlelanding/2016/em/c6em00268d/unauth#!divAbstr act>>. Acesso em 20 jun. 2018.

AMATO, D. C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental-uma revisão. **Química Nova**, v. 25, n. 6/A, p. 995-1002, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n6a/12776>>. Acesso em 4 jul. 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anvisa contra o PL 6299/02**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/rss/-asset_publisher/Zk4q6UQCj9Pn/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-ao-pl-6299-02-/219201?inheritRedirect=false> 02 jul.2018. Acesso em 04 jul. 2018.

AIKENHEAD, G. **What is STS Science teaching?** In: SOLOMON, J; AINKENHEAD, G. (Ed.) *STS Education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994. P.47-59.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001, p.1-13. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132001000100001&script=sci_arttext>. Acesso em 13 jun. 2017.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1983-2117200000020011000008&lng=en>. Acesso em: 13 mai. 2017.

BERTI, A. P.; DÜSMAN, E.; SOARES, L. C. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em

<<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/152>>. Acesso em 4 jul. 2018.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo. FFLCH–USP, 2017. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/55a-legislatura/pl-6670-16-politica-nacional-reducao-agrotoxicos-2/documentos/audiencias-publicas/LARISSABOMBARDIUSP.pdf>>. Acesso em 4 jul. 2018.

BORTOLUZZI, E. C. et al. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 881-887, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v10n4/v10n4a15.pdf>>. Acesso em 4 jul. 2018.

BRASIL. Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, D.F., 12 jul.1989.

BRASIL. Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, Senado Federal, 1996.

BRASIL. Parecer nº 1.301/2001. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília: CNE/CES, 2001.

BRASIL. Portaria nº 389. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação stricto sensu. Brasília: MEC. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/24032017-PORTARIANO-389-DE-23-DE-MARCO-DE-2017.pdf>>. Acesso em: 30 jun.2019.

BRASIL. Resolução nº 02/2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: CNE/CP, 2015.

BRASIL. Resolução nº 1/2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura. Brasília: CNE/CES, 2006.

BRASIL. Resolução nº 4. Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília: MEC/CNE/CEB, 2010.

BRASIL. Resolução nº 7/2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília: CNE/CES, 2002.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARNEIRO, F. F. et al (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Editora Gaia, 3. Ed. reimp. 2013.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez. 1993.

CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. **Ciencia y política del riesgo**. Madrid: Alianza Editorial, 2000. Disponível em: <http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/296934/mod_resource/content/1/Beck-la%20sociedad%20del%20riesgo%20cp%201.pdf>. Acesso em 11 jun. 2017.

CHASSOT, A. Scientific literacy: a possibility for social inclusion. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-4782003000100009&script=sci_arttext>. Acesso em 20 abr. 2018.

CREMASCO, P. R. P.; PEREIRA, R. dos. S. G.; LUCAS, L. B. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: Um olhar a partir de algumas pesquisas. **ArqMudi**. v. 21, n. 3, 2017, p. 166-177. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/40952>>. Acesso em 26 abr. 2018.

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782017000100169&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 20 abr. 2018.

CUTCLIFFE, S. **Ciencia, tecnología y sociedad**: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios Interdisciplinarios en la Universidad, la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.

DAGNINO, R.; THOMAS, H. **La Política Científica y Tecnológica en América Latina**: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación. *Redes*. Buenos Aires: v. 6, n. 13, p. 49-74, maio/1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Renato_Dagnino/publication/266048402_Exist_e_La_Politica_Cientifica_y_Tecnologica_en_America_Latina_nuevos_escenarios_y_el_papel_de_la_comunidad_de_investigacion/links/56bb307908aebb3054a85d0b/Exist-e-La-Politica-Cientifica-y-Tecnologica-en-America-Latina-nuevos-escenarios-y-el-papel-de-la-comunidad-de-investigacion.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

DELORS, J. et al. **Educação**: um tesouro a descobrir—Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Séc. XXI. São Paulo. Cortez: 3. ed. 2001.

DEWEY, J. **Logic**: The theory of inquiry. New York, NY: Holt, Rinehart, 1938. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n6a/12776>>. Acesso em 10 out. 2017.

DORES, E. F. G. C; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para humano em Primavera do Leste, Mato Grosso análise preliminar. **Quím. Nova.** v. 24, p.27-36, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v24n1/4446.pdf>> Acesso em: 12 jul. 2018.

FIOCRUZ. **Nota técnica de análise ao PL nº 6299/02.** Disponível em <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/nota_tecnica_pl_agra_toxicos.pdf> 15 mai. 2018. Acesso em 20 jun. 2018.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia:** pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 2006.

GRISOLIA, C. K. **Agrotóxicos:** mutações, câncer e reprodução. Brasília: UNB, 2005.

HOFFMANN, J. M. L. **Avaliar:** respeitar primeiro, educar depois. Porto Alegre: Mediação, 2008.

KUHN, T. S. **As relações entre a história e a filosofia da ciência. A tensão essencial.** Lisboa: Edições, v. 70, p. 1977, 1989.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação.** Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru., v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/26453>>. Acesso em 20 mai. 2018.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education, Hoboken (Estados Unidos):** John Wiley & Sons, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em: <http://www.kcvs.ca/martin/EdCI/literature/literacy/Laugksch_Scientific_Literacy.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2018.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** Coleção Magistério. Série Formação do Professor. São Paulo: Cortez, 1992. 264p.

LIMA JÚNIOR, P. et al. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & educação. Bauru.** Vol. 20, n. 1, p. 175-194, jan/jul 2014. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/100239>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

LIND, P. **Poisoned waters:** pesticide contamination of waters and solutions to protect Pacific salmon. Eugene: Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides, 2002.

LORENCINI Jr., A. **O professor e as perguntas na construção do discurso em sala de aula.** 2000. Tese (Doutorado). São Paulo, FEUSP.

LUCAS, L. B. Da didática geral aos procedimentos de ensino: uma visão sistematizada dos componentes da prática docente. In: ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia

et al. (Org.). **Propostas didáticas inovadoras**: produtos educacionais para o ensino de ciências e humanidades. Maringá, PR: Gráfica Editora Almeida, 2015. Cap. 1, p. 7-26. ISBN: 978-85-7014-144-6.

LUCAS, S. L.; LUCAS, L. B.; PEREIRA, R. S. G. Análise textual discursiva e suas contribuições para a avaliação escolar. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 9., 2013. Girona. **Anais..** [...]. Girona, 2013. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307716/397692>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

LUCAS, L. B.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. de M. Os focos da aprendizagem docente (FAD) como valores gerais para a formação inicial de professores de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 15-34, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/57/0>>. Acesso em 10 out. 2017.

LUCCHESI, G. **Agrotóxicos-construção da legislação**. Brasília: Biblioteca da Câmara dos Deputados, 2005. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema19/2005_13187.pdf>. Acesso em 14 jul. 2018.

MAGGI, B. Projeto de Lei nº 6.299 de 13 de março de 2002. **Senado Federal**. Brasília, D.F., 13 mar. 2002.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2009. p. 215.

MELLO, G. N. de. Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re) visão radical. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 98-110, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000100012&script=sci_arttext> Acesso em 20 mai. 2018.

MITCHAM, C. **¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?**. Barcelona: Anthropos, 1989.

MORTIMER, E. F. **O ensino de estrutura atômica e de ligação química na escola de segundo grau; drama, tragédia ou comédia**. Belo Horizonte: UFMG/FaE, 1988. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/ieat/2011/09/eduardo-fleury-mortimer/>>. Acesso em 10 jun. 2017.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P dos. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, 2002, p. 110-132. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>> Acesso em 13 jun. 2017.

NOVO, M.; ZARAGOZA, F. M. **El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa**. Pearson, 2006.

NÓVOA, A. **Imagens do futuro presente**. Lisboa, Portugal: Educa, 2009. Disponível em:

<<http://www.colegiosantanna.com.br/formacao/downloads/Professores%20imagens%20do%20futuro%20presente%20-%20Leitura%20Congresso%202015.pdf>> Acesso em: 12 out. 2017.

PEREIRA, L. L. S.; MARTINS, Z. I. de O. **A identidade e a crise do profissional docente**. Brasília. Plano: 2002.

PERES, J. R. R. Transgênicos: os benefícios para um agronegócio sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 1, p. 13-26, 2001. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8830>>. Acesso em 10 ago. 2018.

PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N; SILVA, A. M. C. da. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4669-4678, 2014. Disponível em:< <https://www.scielo.org/article/csc/2014.v19n12/4669-4678/pt/>> Acesso em 10 ago. 2018.

PIMENTA, S. G. **Formação de professores**: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.). Saberes pedagógicos e atividade docente. São Paulo: Cortez, 1999.

PRAIA, J. F.; GIL- PÉREZ, D.; PEÑA, VILCHES A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n2/v13n2a01>>. Acesso em 05 jun. 2017.

Programa de análise de resíduos em alimentos (PARA). Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8> Gerência geral de toxicologia, Brasília, 2016. Acesso em 2 jun. 2018.

RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbiota de caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 35 p.1289-303, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v35n7/1289.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2018.

RANKEL, L. F.; STAHLSCMIDT, R. M. **Profissão docente**. Curitiba: IESDE BRASIL, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos. **Aspectos sócio científicos em aulas de química**. Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2002. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/2512/4/FPF_PTPF_17_0010.pdf>. Acesso em 14 jun. 2017.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, 2008, p. 109-131. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>>. Acesso em 11 jun. 2017.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação** v. 12 n. 36, p. 474-550, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf/>> Acesso em: 10 jun. 2017.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. Sustainability and sustainable development: a taxonomy in the field of literature. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 01-22, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2014000100002&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em 25 set. 2017.

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

SASSERON, L. H., MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. 1. ed. São Paulo. Ed. da Física, 2017.

SAVIANI, D. Educação socialista, pedagogia histórico-crítica e os desafios da sociedade de classes. **Marxismo e educação: debates contemporâneos**. Campinas: Autores Associados. p. 223-274, 2005. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/criticamarxista/arquivos_biblioteca/resenha155resenha3.pdf> Acesso em: 10 out. 2017.

SOARES, M. **Letramento e Alfabetização: as muitas facetas**. Texto apresentado na 26a Reunião da ANPED, Poços de Caldas. 2010. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/26/outrostextos/semagdasoares.do>> Acesso em 18 set. 2017

STRIEBER, R.B., WATANABE, G., SILVA, K.M.A., WATANABE, G. Educação CTS e Educação Ambiental: ações na formação de professores. **Alexandria**, v. 9, n. 1, 2016, p. 57-81. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n1p57>>. Acesso em 10 jun.2017.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, DUBEUX, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p27>> Acesso em 07 jun. 2017.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, v. 7, Set-Dez/2006. Disponível em <<http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo02b.htm>>. Acesso em 12 jul. 2018.

VAZ, C. R., FAGUNDES, A. B., PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. **Anais..** . In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 1, Curitiba. p. 98-116. 2009. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/1%20CTS/CTS_Artigo8.pdf> Acesso em 29 jun.2017.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. D. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 2391-2399, 2006. Disponível em: < https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2006001100013&script=sci_arttext> Acesso em 13 jul. 2018.

VIEIRA, C. E. D. **Uma abordagem integrada para avaliação dos efeitos de contaminantes agrícolas em peixes: testes in situ e em laboratório, bioacumulação e respostas de múltiplos biomarcadores.** Londrina, 273 f., 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. **Construyamos un futuro sostenible: diálogos de supervivencia.** Madrid: Cambridge University Press, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGEN) - Mestrado Profissional em Ensino

Título da Pesquisa: “A perspectiva CTSA e o Letramento Científico na Formação Inicial de professores de Biologia”

Pesquisadora: Patrícia Regina Pedro Cremasco

Nome do Orientador: Rudolph dos Santos Gomes Pereira

1. **Natureza da pesquisa:** o Sra. (sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade investigar as contribuições de uma proposta de formação pedagógica baseada no enfoque das relações CTSA e com os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) como organizadores, para o Letramento Científico na formação inicial de professores de Biologia.
2. **Participantes da pesquisa:** Os sujeitos da pesquisa são estudantes de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Cornélio Procópio.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo a Sra. (sr) permitirá que a pesquisadora Patrícia Regina Pedro Cremasco analise os dados por você informados. A Sra. (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. (sr.). Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone da pesquisadora do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Sobre a coleta de dados:** O curso será realizado durante o período de 20/03/2019 a 17/04/2019 na tentativa de alcançar os objetivos definidos para a pesquisa. Serão utilizados para coleta de dados as ferramentas de questionários, síntese avaliativa, entrevista, atividades e proposta didática produzidos pelo cursista. Os registros serão analisados pela pesquisadora de modo a verificar as contribuições de uma proposta pedagógica baseada no enfoque em relações CTSA como campo formativo para manifestação/aquisição de conhecimentos para a docência em um curso de extensão com atividades sob a perspectiva CTSA.
5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.
6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente a pesquisadora e seu orientador terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.

7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a Sra. (sr.) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre as relações CTSA, a aplicabilidade da perspectiva CTSA em sala de aula, o Letramento Científico e sua importância na formação inicial de professores de Biologia na manifestação/aquisição dos conhecimentos para a docência, de forma que a partir desta pesquisa seja possível elaborar outras propostas formativas.
8. **Pagamento:** a (o) Sra. (sr.) não terá despesas com inscrição ou quaisquer outros gastos para participar desta pesquisa, no entanto nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Patrícia Regina Pedro Cremasco

Rudolph dos Santos Gomes Pereira

Pesquisadora: PATRICIA REGINA PEDRO CREMASCO

Orientador: RUDOLPH DOS SANTOS GOMES PEREIRA

APÊNDICE B
Questionário de Avaliação Diagnóstica

Nome: _____ **Data:** _____

1) O que você sabe sobre relações CTSA?

2) Já ouviu falar sobre Letramento Científico? Se sim, conceitue com suas palavras.

3) Já leu algum artigo científico a respeito da perspectiva CTSA em sala de aula?
Explique.

4) Já teve alguma participação em programas ou projetos que tenham envolvido
essa temática? Recordar-se o momento e o nome dos projetos/programas ou
situações as quais tenha ocorrido?

5) Na sua opinião o professor de ciências/Biologia tem que discutir essas relações em
sala de aula? De que modo?

6) Cite um exemplo de uma situação/tema do cotidiano que poderia ser abordada em
sala de aula por esta perspectiva.
