



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

DAYANE FERREIRA SANTOS

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE
MICROORGANISMOS NA PERSPECTIVA CTS A PARTIR DE UMA
PRÁTICA COLABORATIVA

ILHÉUS- BA
2021

DAYANE FERREIRA SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Formação de professores.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Christiana Andréa Vianna Prudêncio

S237

Santos, Dayane Ferreira.

Análise de uma sequência didática sobre microrganismos na perspectiva CTS a partir de uma prática colaborativa / Dayane Ferreira Santos. – Ilhéus, BA: UESC, 2021.

186f.: il.

Orientadora: Christiana Andréa Vianna Prudêncio.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGEEM.

Inclui referências e apêndices.

1. Planejamento educacional. 2. Avaliação educacional. 3. Educação básica. I. Título.

CDD 371.207

DAYANE FERREIRA SANTOS

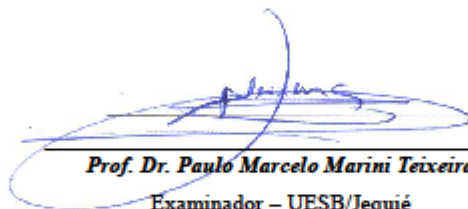
ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MICRORGANISMOS NA
PERSPECTIVA CTS A PARTIR DE UMA PRÁTICA COLABORATIVA.

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa
de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática – PPGECM, em cumprimento parcial
para a obtenção do título de Mestre em Educação
em Ciências e Matemática.

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA
EM 10/03/2021



Prof. Dra. Christiana Andréa Vianna Prudêncio
Orientadora/Presidente da banca – PPGECM/UESC



Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira
Examinador – UESB/Jequié



Prof. Dra. Viviane Borges Dias
Examinadora – PPGECM

Ilhéus, Bahia, 10 de março de 2021.

Dedico este trabalho a Deus, primeiramente, pois, sem Ele, eu não estaria aqui hoje, e à minha mãe (*in memoriam*), por ser minha inspiração na busca pela realização dos meus sonhos e objetivos.

AGRADECIMENTOS

Muitos foram os anjos que contribuíram com minha caminhada até aqui. Uma lauda para agradecê-los, certamente, não seria suficiente, mas minha gratidão não se resume apenas aqui, ela se faz por toda minha vida.

Primeiramente, gostaria de agradecer a **Deus**, por ser meu criador, mantenedor e salvador pessoal. Sem Ele, eu não chegaria até aqui e muitas foram as vezes em que sentir seu agir em minha vida... Gratidão, Deus!

Agradeço também às minhas queridas e amadas irmãs, que amo de paixão: **Leidiane** e **Roseane**, por todo o incentivo, carinho e amor dado. Vocês são meu orgulho e exemplo. Ao meu melhor amigo, esposo e eterno namorado **Alisson**, pelo apoio em todos os sentidos, seja psicológico, espiritual, pelo ombro amigo e pelo colo. Enfim, por cada detalhe que você já sabe. Saiba que você é meu porto seguro. Amo-te muituum!

Aos meus amigos de uma forma geral, sem citar nomes para não ser injusta, mas, quem é, sabe, por todo o apoio dado. Em especial, agradeço de coração à **Krisnayne**, por ter me incentivado a participar da seleção do mestrado. Obrigada por acreditar em mim, Kris, em um momento em que nem eu mesmo acreditei. Agradeço-te pela parceria de sempre, pelos vários momentos de reflexão que tivemos sobre nossa pesquisa, seja no TAEC ou até mesmo nos momentos vagos. Com você compartilhei risos, choros e momentos de apreensão. Obrigada pelo conforto tão necessário nos momentos que tudo parecia desabar. Você se tornou uma irmã para mim, gratidão por tudo!

Agradeço também à minha orientadora, mentora e “mãe”, **Christiana**. Chris, você não faz ideia do quanto eu te admiro, como pessoa e profissional que és. Obrigada pelo incentivo, paciência, aprendizado e pelas ricas contribuições nesta pesquisa, sobretudo, para minha formação como pessoa e professora-pesquisadora. Sua orientação deixou o mestrado muito mais leve, obrigada pela liberdade na pesquisa e por ter me direcionado na minha caminhada como pesquisadora. Que a nossa parceria perdure por todo o sempre.

Agradeço também a **todos os docentes** do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGCEM), pelas ricas contribuições na minha formação pessoal e acadêmica. Agradeço ainda aos **meus colegas** de turma, pelos momentos de descontração e de reflexões sobre nossas pesquisas.

Gostaria de agradecer também ao professor **Paulo Marcelo** e à professora **Viviane Dias**, que compuseram minha banca de qualificação e defesa pelas valiosas considerações e sugestões para o aperfeiçoamento da presente pesquisa.

Agradeço imensamente aos **professores colaboradores**, por terem aceitado participar da pesquisa e pelas ricas contribuições dadas. Certamente, o diálogo e a troca de experiências que tivemos durante todo o desenvolvimento deste trabalho, contribuíram muito para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Gratidão!

Por fim, agradeço à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia** (FAPESB), pela bolsa concedida e por ter permitido minha permanência qualificada no programa.

Certamente, ainda há muito que trilhar na minha trajetória acadêmica, contudo, eu serei eternamente grata por cada pessoa que iluminou a minha caminhada até aqui.

RESUMO

O planejamento didático-pedagógico consiste em um elemento flexível crucial para a prática educativa do professor. Quando elaborado de forma colaborativa desempenha papel fundamental no direcionamento das atividades a serem desenvolvidas, nas escolhas teórico-metodológicas, nas estratégias e recursos para melhor executá-las e avaliá-las, bem como no processo formativo do professor. No entanto, ainda são pouco evidenciadas nas pesquisas, as escolhas teóricas e metodológicas que orientam sua elaboração. Partindo desses pressupostos, o objetivo desta pesquisa foi analisar o processo de construção coletiva de uma Sequência Didática (SD) para o ensino de microrganismos com base na Educação CTS. Para tanto, buscamos: 1) identificar as potencialidades e limitações da SD para a articulação entre Microbiologia, Biotecnologia e CTS em aulas de Biologia; 2) avaliar as possíveis contribuições do processo de Elaboração-Aplicação-Reelaboração (EAR) para o planejamento e validação da SD; 3) compreender as potencialidades e os desafios da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores envolvidos. A produção dos dados ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas áudio-gravadas com quatro pesquisadoras da Universidade e dois professores da Educação Básica. Os dados foram analisados com base na Análise Textual Discursiva em que foram definidas as seguintes categorias *a priori*: a) o planejamento da Sequência Didática: leituras, diálogos e reflexões; b) a validação *a priori* da Sequência Didática: construindo e reconstruindo conhecimentos a partir da troca de vivências. Com base na análise dos dados, constatamos que a Sequência Didática, segundo a visão dos professores envolvidos, mostrou-se uma ferramenta favorável para a articulação entre a Microbiologia, Biotecnologia e elementos da Educação CTS. Quanto ao principal desafio e fatores limitantes, os professores destacaram o tempo requerido para o desenvolvimento das atividades e estratégias adotadas na SD, além de limitações da própria formação docente. Notamos também que o processo EAR possibilitou um olhar mais ampliado dos elementos que compõem a SD, bem como as teorias envolvidas em sua estruturação, além disso, favoreceu a aproximação entre a pesquisa e o conhecimento pedagógico dos professores. Verificamos que, apesar da importância e contribuições da relação professor-pesquisador, são muitos os desafios que precisam ser superados para a sua concretização no contexto da educação básica. Identificamos também que trabalhos colaborativos não estão entre as práticas recorrentes na rotina dos professores entrevistados devido à inexistência do AC (atividade complementar) e incompatibilidade de horários. Porém, os resultados fornecem-nos alguns indicativos de que a pesquisa colaborativa contribuiu para a formação dos professores envolvidos. Observamos também que esse trabalho colaborativo pode ter fornecido subsídios para que os professores (re)pensem e (re)considerem a importância de tais práticas na melhoria do processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, em seu desenvolvimento profissional. Dessa forma, esperamos que este estudo e as produções que dele serão originadas incentivem professores do ensino básico e do ensino superior a engajarem-se em práticas colaborativas de modo a pensarem conjuntamente sobre sua formação docente.

Palavras-chave: Planejamento Docente. Processo EAR. Ensino Básico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais características da educação em ciências humanística	17
Figura 2. Esquema CTS proposto por Aikenhead (1994).	27
Figura 3. Mapa conceitual dos elementos e modo de estruturar o planejamento didático-pedagógico do professor de Ciências	45
Figura 4. Representação do processo cíclico EAR de validação de SD.....	51
Figura 5. Representação esquemática das fases que compõem cada uma das fases no processo EAR	51
Figura 6 . Esquema de comunidade fronteiriça.....	57
Figura 7. Contexto e etapas da pesquisa.....	64
Figura 8. Apresentação do capítulo introdutório sobre microrganismos no LD analisado.	80
Figura 9. Benefícios das bactérias elucidadas no LD analisado.....	81
Figura 10. Unidade 4 proposta por Zabala (1998).....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Categorias CTS propostas por Aikenhead (1994).	26
Quadro 2. Descrição das atividades realizadas em cada encontro.	61
Quadro 3. Categorias e subcategorias definidas á priori	67
Quadro 4. Esboço inicial da SD elaborada no Grupo de Pesquisa.	69
Quadro 5. Trechos das falas das pesquisadoras sobre a duração da Sequência Didática.	72
Quadro 6. Trechos das falas das pesquisadoras sobre a duração da Sequência e os conteúdos abordados	74
Quadro 7. Trechos da fala da professora Rosalind sobre a duração da Sequência e os conteúdos abordados.....	74
Quadro 8. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à fonte e autores utilizados para fundamentar a Sequência.	76
Quadro 9. Trechos das falas das pesquisadoras em relação aos conteúdos a serem contemplados na Sequência Didática	77
Quadro 10. Trechos das falas das pesquisadoras sobre a abordagem dos vírus e bactérias no livro didático.....	78
Quadro 11. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à articulação entre os referenciais utilizados para fundamentar e estruturar a SD.	82
Quadro 12. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à articulação entre os conteúdos de Microbiologia, Biotecnologia e CTS.....	84
Quadro 13. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à interdisciplinaridade na Sequência Didática	85
Quadro 14. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à diversificação de estratégias didáticas na SD.	86
Quadro 15. Trechos das falas das pesquisadoras em relação á aula expositiva na SD. .	87
Quadro 16. Trechos das falas das pesquisadoras à adoção de atividades investigativas na SD	88
Quadro 17. Trechos das falas das pesquisadoras em relação à busca de informação pelos estudantes.....	89
Quadro 19. Trecho da fala da pesquisadora sobre à participação dos professores na elaboração da SD.	89
Quadro 20. SD reestruturada a partir da avaliação dos professores.....	91
Quadro 21. Competências e Habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.	106
Quadro 22. Habilidades e Competências trabalhadas na SD.....	110

LISTA DE SIGLAS

AIDS- Síndrome da imunodeficiência adquirida
ATD- Análise Textual Discursiva
BNCC- Base Nacional Comum Curricular
CEP- Comitê de Ética em Pesquisa
CT- Ciência e Tecnologia
CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCB-Departamento de Ciências Biológicas
DNA- Ácido desoxirribonucleico
DPD- Desenvolvimento Profissional Docente
EAR - Elaboração-Aplicação-Reelaboração
ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências
EJA- Educação de Jovens e Adultos
HIV- Vírus da imunodeficiência humana
LD- Livro Didático
LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD-Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PIBID- Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PLACTS- Pensamento Latino-Americano em CTS
PPGECM- Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
REDEFOR-Programa Rede São Paulo de Formação Docente
SD- Sequência Didática
TAEC- Temas Atuais para o Ensino em Ciências
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz
UFRB- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1. ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E SUAS INTERLOCUÇÕES COM A EDUCAÇÃO CTS	15
1.2 Educação CTS: origens e desdobramentos no Ensino de Ciências	20
1.3 Alguns apontamentos sobre a formação de professores na Perspectiva CTS.....	28
2.1 Sequências Didáticas no Ensino de Ciências	48
2.2 Práticas colaborativas: aproximação entre a universidade e a escola.....	52
3. PERCURSO METODOLÓGICO	58
3.1 Tipo da pesquisa	58
3.2 Contexto da pesquisa	60
3.3 Planejamento da Sequência Didática no Grupo de Pesquisa.....	60
3.4 Validação <i>a priori</i> da Sequência Didática	62
3.4.1 Reestruturação coletiva da Sequência Didática	63
3.5 Participantes da pesquisa	64
3.6 Instrumentos para obtenção dos dados	65
3.7 Metodologia de análise dos dados	66
4.1 O PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: LEITURAS, DIÁLOGOS E REFLEXÕES	68
a) Duração da Sequência Didática	72
b) Aportes teóricos e metodológicos para subsidiar o desenvolvimento da SD.....	75
c) Conteúdos	77
d) Articulação dos conteúdos de Microbiologia com a Biotecnologia e os preceitos CTS.....	82
e) Diversificação de estratégias didáticas	86
4.2 VALIDAÇÃO A <i>PRIORI</i> DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONSTRUINDO E RECONSTRUINDO CONHECIMENTOS A PARTIR DA TROCA DE VIVÊNCIAS	90
a) Tempo como um fator determinante para o desenvolvimento das atividades.....	98
b) Diversificação de estratégias de ensino e avaliação	101
c) Conteúdos e conceitos	103
d) Habilidades e Competências a serem trabalhadas na Sequência Didática	104
e) A articulação da Microbiologia, Biotecnologia e a Tríade CTS na SD	112
f) Importância da discussão de questões sociocientíficas em sala de aula e o papel do professor de Ciências.....	116
g) Desinformação na era da informação	121
4.3 PRÁTICAS COLABORATIVAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS	123
a) Pesquisas colaborativas: aproximação entre a universidade e a escola.....	124
b) Potencialidades e desafios da relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica.....	128
c) Efetivação dos preceitos CTS em sala de aula	132
d) Contribuições da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores	134
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	143
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICES	163
APÊNDICE I	164

ESBOÇO INICIAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	164
APÊNDICE II.....	167
ROTEIRO ENTREVISTA PARA OS PROFESSORES	167
APÊNDICE III	168
ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE A PESQUISA COLABORATIVA	168
APÊNDICE IV	169
VERSÃO FINAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	169

INTRODUÇÃO

O ato de planejar é uma ação inerente ao ser humano, uma vez que, a todo o momento, ele organiza, ainda que mentalmente suas atividades diárias. De acordo com Menegolla e Sant'Anna (2002), o planejamento está intimamente interligado ao nosso cotidiano e compreende desde ações simples e corriqueiras, como pensar e planejar o dia, até aquelas mais sofisticadas que envolvem rígidos princípios científicos e teóricos, como as de trabalhar em uma usina atômica. Desse modo, ninguém está isento da necessidade de planejamento.

No contexto educacional, não é diferente, visto que se trata de um componente crucial na prática educativa dos professores, ainda que, às vezes, seja visto e perpetuado por alguns docentes apenas como um item burocrático, desnecessário e que não promove mudanças efetivas no ensino e na escola (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002).

No entanto, o planejamento didático-pedagógico, quando bem elaborado, desempenha papel fundamental na definição das atividades a serem desenvolvidas pelos professores em sala de aula, nas escolhas teóricas, bem como nas metodologias e estratégias para melhor executá-las e avaliá-las (ZABALA, 1998; ALVES; BEGO, 2017a; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019). Dessa forma, podemos inferir que, além de o planejamento poder ser considerado como a essência do trabalho dos professores, ele é um item importante para materialização da práxis educativa e, conseqüentemente, da aprendizagem.

Contudo, apesar de sua significativa contribuição para o processo de ensino e aprendizagem, o planejamento não pode ser visto como uma espécie de “camisa de força” ou um manual que os professores tenham que seguir de maneira rigorosa, sem que seja possível a realização de alterações e/ou mudanças, uma vez que a sala de aula é um lugar suscetível a imprevistos, tendo em vista a heterogeneidade dos alunos, o contexto e as condições da escola. Sendo assim, é importante que os professores saibam como agir de forma consciente, competente e crítica diante das singularidades e imprevisibilidades da sala de aula, a fim de superar as limitações apresentadas no planejamento inicial, buscando a transformação da realidade e o alcance dos objetivos propostos (BEGO, 2013).

Desse modo, a partir da compreensão do planejamento de ensino como um elemento flexível e crucial para a prática educativa dos professores, além de ser um dos objetos de estudo da Didática das Ciências, diversos autores têm discutido tanto no

âmbito geral da educação, como no contexto mais específico do Ensino de Ciências, sobre a elaboração de modelos de planejamento de ensino em forma de projetos, denominados Sequências e Unidades Didáticas e de Ensino (ZABALA, 1998; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; ALVES; BEGO, 2017a; ALVES, 2018; ALVES; BEGO, 2018).

De acordo com Zabala (1998, p.18), as Sequências Didáticas (SD) consistem em um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com princípio, meio e fim, conhecidos e estabelecidos, tanto pelo docente, quanto pelos alunos”, em um processo dialógico e cooperativo. Trata-se de um instrumento de planejamento de ensino, que, quando bem estruturado e fundamentado teórico e metodologicamente, pode favorecer o diálogo entre a pesquisa no âmbito do Ensino de Ciências e a sala de aula, favorecendo, dessa forma, a apropriação de ferramentas culturais e científicas pelos alunos (ALVES; BEGO, 2017a).

Além disso, quando são desenvolvidas, seja em articulação com os alunos ou pelos próprios professores, sozinho, elas podem permitir que o docente potencialize suas práticas pedagógicas e envolva-se juntamente com seus alunos no processo de construção de conhecimentos, assim como subsidiar o desenvolvimento de habilidades na comunicação dos estudantes, nos aspectos orais e escritos, e viabilizar ainda o uso de inúmeras estratégias metodológicas (BAGGIO; LORENCINI JÚNIOR, 2019; ROBERTO; PAIXÃO; MEGID NETO, 2019; PINHEIRO; ROCHA, 2018; PAIVA; GUIDOTTI, 2017; SILVA; MACIEL, 2017; BATISTA et al., 2013; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; ZABALA, 1998).

Inferimos que as SD podem ser excelente ferramenta para romper com algumas barreiras que caracterizam o ensino tradicional, a exemplo das aulas monótonas, majoritariamente orais, baseadas na memorização de conceitos e fórmulas. Um modelo de ensino que pertence a uma visão bancária de educação, em que os alunos são tomados como depósitos de conhecimentos e os professores constituem-se como os detentores do saber (FREIRE, 1996).

De acordo com Kapp, Miranda e Freitas (2014), nas disciplinas de Ciências e Biologia na Educação Básica, tem se buscado a superação desse modelo de ensino, centrado apenas no estudo de conceitos desvinculados das questões sociais e tecnológicas. De igual modo, Silva e Bastos (2012) sinalizam que o estudo da Microbiologia no currículo dessas disciplinas, tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, carece do desenvolvimento de novas propostas para uma melhor

contextualização dos conteúdos abordados, uma vez que a maioria dos microrganismos possui grande importância ecológica, médica e econômica, mas normalmente são vistos apenas como patógenos pelos alunos do Ensino Básico (OVIGLI; SILVA, 2010; AZEVEDO; SODRÉ, 2014; BERNADI et al., 2019).

Diversos estudos têm demonstrado que essa visão equivocada é proveniente principalmente da abordagem predominantemente patogênica desses organismos nos livros didáticos de Ciências e Biologia, além das experiências corriqueiras dos alunos, a influência midiática, a sua natureza microscópica e a carência de aulas que os estimulem a reconhecer a relevância desses organismos nos diversos aspectos do seu cotidiano, principalmente no que se refere à sua importância ecológica (VILAS BOAS, 2008; SILVEIRA; OLIVEROS; ARAÚJO, 2011; AZEVEDO; SODRÉ, 2014; KARAS; HERMEL; GÜLLICH; 2018).

Neste sentido, no que diz respeito ao ensino de Microbiologia, foco desta pesquisa, torna-se necessário o desenvolvimento de aulas diferenciadas para o estudo contextualizado dos microrganismos. Não como uma simples alusão a aspectos conceituais do cotidiano, mas como um meio de auxiliar a aprendizagem e o desenvolvimento de atitudes e valores frente às questões científicas e biotecnológicas por parte dos estudantes, de modo que estes posicionem-se criticamente sobre os benefícios, riscos e implicações éticas e sociais envolvidos em seu processo de produção (PEDRANCINI et al., 2007; SANTOS, 2007; TAKAHASHI; MARTINS; QUADROS 2008; FONSECA; BOBROWSKI, 2015).

Alguns autores sinalizam que o ensino de Microbiologia exige atividades que promovam mudanças de hábitos e o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes, a exemplo das atividades com características investigativas, que possibilitam a compreensão e interpretação dos conteúdos microbiológicos abordados, propiciando aos alunos o aprimoramento da capacidade de observar, interpretar, inferir, elaborar hipóteses; propor soluções e posicionar-se de maneira crítica e reflexiva a partir da análise dos dados (CÂNDIDO et al., 2015; MOREIRA; SOUZA, 2016).

Um dos possíveis caminhos para alcançar e consolidar essa contextualização e o desenvolvimento dessas habilidades é a adoção de métodos de ensino pautados na Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Isso porque a Microbiologia é uma das áreas das Ciências com um grande potencial para uma abordagem tecnocientífica por discorrer sobre uma pluralidade de microrganismos que são fundamentais na manutenção do equilíbrio ambiental e nos processos biotecnológicos, seja na medicina,

agricultura, engenharia sanitária e de alimentos, entre outros, sendo necessária a popularização e a reflexão crítica dessas inovações na sociedade (OVIGLI; SILVA, 2010; SODRÉ-NETO; COSTA; COSTA, 2018; SILVA; MACIEL, 2017).

É importante salientar que a Educação CTS, entre outras coisas, consiste em uma proposta curricular que visa à inter-relação entre a ciência, tecnologia e sociedade, de modo que os conteúdos científicos sejam trabalhados em articulação com os aspectos tecnológicos, históricos, políticos, éticos e econômicos, como possibilidade de formação para a cidadania, para o desenvolvimento de habilidades, valores, posicionamento crítico e de uma ação responsável por parte dos estudantes (AIKENHEAD, 1994; SANTOS; MORTIMER, 2000; TEIXEIRA, 2003a; SILVA; MACIEL, 2017).

Neste trabalho, pretendemos trabalhar os aspectos científicos e tecnológicos e as implicações históricas, éticas e socioeconômicas referentes à biotecnologia microbiana. Tal articulação no currículo da Educação Básica é pertinente, pois a Microbiologia não está restrita ao Ensino Superior e aos laboratórios de pesquisa, ou seja, as inovações biotecnológicas estão articuladas com distintas habilidades, competências e conhecimentos tecnocientíficos relacionados à qualidade de vida da sociedade, à formação cidadã e, conseqüentemente, ao posicionamento crítico em relação a assuntos científicos, tecnológicos, políticos, culturais e éticos (PRADO; TEODORO; KHOURI, 2004; OLIVEIRA et al., 2007; SILVA; MACIEL, 2017).

Além disso, defendemos, neste estudo, a articulação entre a Educação CTS e os pressupostos educacionais propostos por Paulo Freire, como forma de contribuir para a construção de uma abordagem humanística no Ensino de Ciências, favorecendo a compreensão crítica da realidade dos sujeitos e a superação da cultura do silêncio, proveniente de uma educação neutra, acrítica e que tem legitimado o *status quo* também no que diz respeito ao acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Ressaltamos que a ideia de promover discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, já era expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e está presente, atualmente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). São documentos que determinam que, ao concluir o Ensino Fundamental e Médio, os estudantes devem ser capazes de estabelecer relações sólidas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, não se reduzindo à compreensão do produto final desses empreendimentos humanos, mas entendendo os fatores que

influenciaram sua origem e seu uso pela sociedade (SANTOS, 2007; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; BRASIL, 2017).

No cenário de nossa pesquisa, a adoção dessa proposta implicaria a indissociabilidade entre Microbiologia, Biotecnologia e Educação CTS nas abordagens dos conteúdos de Ciências e Biologia, de modo que seus aspectos fossem trabalhados de forma articulada e não isoladamente como geralmente acontece (SODRÉ-NETO; COSTA; COSTA, 2018). Nesse contexto, o desenvolvimento coletivo de uma SD poderia permitir essa articulação e contemplar todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizado, considerando pesquisadores, professores, alunos e o contexto escolar.

De acordo com alguns autores, as pesquisas colaborativas possibilitam a aproximação entre a universidade e a escola, oportunizando troca de aprendizados, dificuldades e dúvidas, bem como de crítica, negociação, reflexão e re(construção) da prática dos educadores envolvidos (EL-HANI; GRECA, 2011; STRIEDER et al., 2016; PAIVA; GUIDOTTI, 2017; CRECCI; FIORENTINI, 2018; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

Em nossa pesquisa, o desenvolvimento colaborativo da Sequência Didática será realizado por pesquisadoras e professores do Ensino Básico a partir do processo EAR (Elaboração-Aplicação-Reelaboração), que consiste em uma ferramenta de análise e avaliação sistemática e consecutiva dos elementos que constituem a SD (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011; GIORDAN; GUIMARÃES, 2012; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013). Acreditamos que o uso de tal ferramenta permitirá que professores envolvidos se tornem não somente avaliadores da SD, mas também autores e construtores das suas práticas pedagógicas.

É importante salientar que meu interesse pela temática estudada nesta dissertação é fruto da minha afinidade pela Microbiologia, antes mesmo de adentrar a Universidade, oriunda da minha passagem pelo curso técnico de alimentos no Instituto Federal Baiano, Campus Uruçuca. Meu sonho era ser microbiologista, no entanto, no decorrer do curso, percebi que eu queria ser cientista, mas não aquela que faz ciência em um laboratório. Não que eu não admire o “fazer ciência” dessa forma, mas eu queria ir além, queria exercer a docência e, ao mesmo tempo, aguçar o meu lado de pesquisadora, de modo a contribuir para o desenvolvimento de práticas de ensino para o estudo dos microrganismos, pois percebi que, no curso técnico, as aulas eram majoritariamente expositivas.

Assim, a docência prevaleceu e, por mais desafiadora e complexa que ela seja, faço das palavras de Freire, as minhas, de que:

[...] não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. [...] ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquisa para constatar, constatando, intervenho intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade (FREIRE, 1996, p. 14).

Meu interesse também é oriundo da minha vivência nas disciplinas de módulos interdisciplinares para o Ensino de Ciências e Biologia, da participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência-PIBID e nos estágios, nos quais eu estava sempre buscando o desenvolvimento e a adoção de estratégias que pudessem propiciar uma melhor aprendizagem para os alunos no ensino de Ciências e Biologia, o que sempre me fazia perceber que ser professor vai além do domínio de conteúdos: é reflexão da e a partir das práticas, visando ao seu aprimoramento.

Ressalto também que a minha inserção no grupo de pesquisa *Temas Atuais para o Ensino em Ciências* (TAEC), ainda na graduação, contribuiu significativamente para o meu interesse em pesquisar sobre a perspectiva CTS e as Sequências Didáticas, visto que o primeiro contato com esses campos de conhecimento ocorreu durante os encontros do referido grupo.

Dessa forma, sabendo da importância do ensino contextualizado de Microbiologia (PEDRANCINI et al., 2007; CÂNDIDO et al., 2015; SANTOS; GIROTTO, 2016); da carência de discussões sobre biotecnologia no ensino básico (TIZIOTO; ARAÚJO, 2007; TAKAHASHI; QUADROS; MARTINS, 2008; SLOGO; DELIZOICOV, 2010; FONSECA; BOBROWSKI, 2015; MARCELINO; MARQUES, 2017); da reflexão sobre a relação entre os elementos da tríade CTS (SANTOS; MORTIMER; 2001; SANTOS, 2007; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; BRASIL, 2017); da necessidade do desenvolvimento de SD fundamentada teórico e metodologicamente, como forma de amenizar a polissemia e uso acrítico dessa terminologia no Ensino de Ciências (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; ALVES; BEGO, 2017a; 2017b); e da escassez de pesquisas de natureza colaborativas no contexto do ensino de Ciências (TEIXEIRA; RECENA, 2019), este trabalho visa responder ao seguinte questionamento: *Quais as potencialidades e desafios da pesquisa colaborativa para o desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre microrganismos na perspectiva CTS a partir do processo EAR?*

A fim de responder tal pergunta, esta pesquisa tem como objetivo geral: *analisar o processo de construção coletiva de uma SD para o ensino de microrganismos com base na Educação CTS*. A fim de alcançar esse propósito, destacam-se os seguintes objetivos específicos: 1) identificar as potencialidades e limitações da SD para a articulação entre Microbiologia, Biotecnologia e CTS em aulas de Biologia; 2) avaliar as possíveis contribuições do processo EAR para o planejamento e validação da SD; 3) compreender as potencialidades e desafios da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores envolvidos.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

No *primeiro capítulo*, são tecidas algumas reflexões sobre o ensino de Ciências e a Educação CTS com aportes freireanos, bem como sobre a formação de professores nessa perspectiva; o *segundo* versa sobre a importância do planejamento didático-pedagógico para a prática educativa dos professores, bem como sobre seus elementos constituintes; acerca dos planejamentos de ensino na forma de Sequências Didáticas e sobre práticas colaborativas, como possibilidade de aproximação entre a universidade e a escola. O *terceiro* detalha os aspectos metodológicos da pesquisa, o cenário e os participantes da investigação, assim como os instrumentos que permitiram o alcance dos resultados esperados nesta dissertação, levando em consideração as adaptações que tiveram que ser feitas, tendo em vista a Pandemia do Coronavírus e a necessidade de distanciamento social; o *quarto* apresenta a discussão dos resultados obtidos a partir das reflexões no Grupo de Pesquisa e a análise das entrevistas e do encontro online realizado com os professores à luz dos referenciais teóricos adotados; e, por fim, as *considerações finais*, trazem uma síntese de todo o percurso investigativo da pesquisa, apontando os principais resultados alcançados, bem como as lacunas da pesquisa e as perspectivas para novos caminhos a serem trilhados.

1. ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E SUAS INTERLOCUÇÕES COM A EDUCAÇÃO CTS

Este capítulo tece reflexões sobre o Ensino de Ciências e a Educação CTS com aportes freireanos, bem como sobre a formação de professores nessa perspectiva.

Muito se tem discutido sobre a necessidade de um currículo de Ciências que contribua para a formação da cidadania, o desenvolvimento crítico e a aprendizagem dos educandos. No entanto, o que temos percebido é que a ciência aprendida na escola continua tendo pouco ou nenhum significado para os estudantes, uma vez que, na maioria das vezes, limita-se à memorização de vocábulos, fórmulas e conceitos desvinculados do seu cotidiano e de outras disciplinas do currículo (SANTOS, 2001; TEIXEIRA, 2003a; 2003b; SANTOS, 2007).

Porém, de acordo com alguns estudos, os currículos de Ciências vêm sofrendo algumas modificações nas últimas décadas (SASSERON, 2018; OSTERMANN; REZENDE, 2020). Tais estudos mostram que essas mudanças, ainda que estejam ocorrendo de forma sutil, evidenciam alterações de foco no processo de ensino e aprendizagem, principalmente no que se refere à promoção da participação ativa e intelectual dos educandos, além da ressignificação dos conhecimentos científicos.

No entanto, de maneira geral:

[...] o currículo de ciências praticamente não mudou, enquanto a sociedade à qual vai dirigido esse ensino da ciência e as demandas formativas dos alunos mudaram. O desajuste entre a ciência que é ensinada (em seus formatos, conteúdos, metas etc.) e os próprios alunos é cada vez maior, refletindo uma autêntica crise na *cultura educacional*, que requer adotar não apenas novos métodos, mas, sobretudo, novas metas, uma nova cultura educacional (POZO; CRESPO, 2009, p. 19, grifo dos autores).

Essa discrepância entre o que se aprende na escola e o que realmente é vivenciado pelos estudantes tem desencadeado o que os autores chamam de “crise da Educação Científica, ou crise na cultura educacional”. Tal crise tem levado à queda nos níveis de aprendizagem dos educandos e sobrecarregado os professores, tendo em vista o aumento das demandas educacionais que estes precisam enfrentar, tais como: adoção de novas metodologias, heterogeneidade dos educandos, falta de estrutura da escola etc. (FOUREZ, 2003; POZO; CRESPO, 2009).

Pozo e Crespo (2009) ainda pontuam que o êxito na educação científica é averiguado pelo que os estudantes conseguiram aprender, desse modo, não adianta sobrecarregar os estudantes de conteúdos, se eles não aprenderem, de fato, o que está

sendo ensinado. Segundo os autores, para que haja, realmente, aprendizagem é necessário que os conteúdos e métodos de ensino considerem não somente os conceitos científicos relacionados à disciplina ministrada, mas também as particularidades dos educandos e as demandas sociais e educacionais que esse ensino deve atender, de modo a “formar os futuros cidadãos para que eles sejam aprendizes mais flexíveis, eficientes e autônomos, dotando-os de capacidades de aprendizagem e não só de conhecimentos ou saberes específicos, que geralmente são menos duradouros” (POZO; CRESPO, 2009, p. 25). Isto é, o ensino para além dos muros da escola.

Santos (2001) pontua que é necessário lutar por uma educação em ciências que se distancie da imagem escolar canônica, disciplinar, neutra e objetiva, comumente observada nos currículos escolares. Essa imagem, segundo a autora, desconsidera os aspectos funcionais e pragmáticos da construção do conhecimento e surge desvinculada de questões sociais, filosóficas, políticas, econômicas e éticas.

Essa concepção de ensino adotada em grande parte das escolas é vista por alguns autores como “concepção de Ensino de Ciência Pura”, em que o conteúdo canônico é transmitido, priorizando-se a formação de cientistas, em detrimento da formação para a cidadania, de modo que eles lidem melhor com questões que afetem suas vidas (SANTOS 2001; AIKENHEAD, 2003).

Para Santos (2001):

Tudo se passa como se fazer ciência fosse algo desconectado da realidade, como se o saber científico não tivesse raízes em meios sociais e ideológicos, como se a produção científica nunca respondesse a motivações sócio-políticas e/ou instrumentais, como se não contemplasse temas da atualidade, como se não tivesse utilidade social ou essa utilidade se restringisse a uma porta de acesso a estudos posteriores (SANTOS, 2001, p. 7).

No entanto, a adoção desse modelo propedêutico de ensino tem levado os estudantes a querer cada vez menos seguir as carreiras científicas, devido ao desencantamento com os conteúdos de ciências ensinados na escola, normalmente abordados de forma distorcida, frustrante e isolada dos demais conhecimentos, levando os educandos a visualizarem a ciência como algo difícil de ser aprendido e sem nenhuma relevância pessoal ou social (AIKENHEAD, 2003; FOUREZ, 2003).

Expresso em outros termos:

Os alunos têm a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas. Enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino de Ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Isto não quer dizer, absolutamente, que gostariam de permanecer em seu pequeno universo; mas, para que tenham sentido para eles os

modelos científicos cujo estudo lhes é imposto, estes modelos deveriam permitir-lhes compreender a “sua” história e o “seu” mundo. Ou seja: os jovens prefeririam cursos de ciências que não sejam centrados sobre os interesses de outros (quer seja a comunidade de cientistas ou o mundo industrial), mas sobre os deles próprios (FOUREZ, 2003, p. 110).

Nesse contexto, como possibilidade de atenuar as lacunas apresentadas no currículo dito tradicional de ciências, Aikenhead (2003) propõe um currículo com perspectiva humanista que abrange o ensino de valores, a natureza da ciência, aspectos sociais e culturais da ciência e a construção do conhecimento como um processo humano e histórico, em oposição à formação de um “mini cientista” reproduzidor do “método científico”, como é apresentado na Figura 1 a seguir:

Figura1 – Principais características da educação em ciências humanística.

Inclui	Exclui
Preparação para cidadania.	Preparação profissional para ciência.
Atenção para vários conhecimentos.	Ênfase somente na ciência estabelecida.
Abordagem múltipla da ciência, refletindo perspectivas internacionais.	Mono-ciência abordagem fundada na ciência universal (ciência ocidental).
Conhecimento <i>sobre</i> ciência e cientistas.	Conhecimento canônico da ciência.
Integra raciocínio moral com valores, preocupações humanas e razão científica.	Somente uso da razão científica e de raciocínio lógico.
Visão do mundo por meio do olhar dos estudantes e da perspectiva dos adultos.	Visão de mundo somente por meio do olhar dos cientistas.

Fonte: Aikenhead, 2006, adaptado por Santos (2012, p. 55).

Dessa forma, pensar em uma educação a partir de uma perspectiva humanística é considerar que:

A ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo (POZO; CRESPO, 2009, p. 21).

Para Freire (1987), a educação deve sempre ser pensada como um processo humano, voltada para as condições de vida de homens e mulheres na sociedade na qual

estão inseridos. Sua maior preocupação era que a educação contribuísse para a compreensão crítica da realidade e possibilitasse a superação da *cultura do silêncio*, em um cenário de alienação causado pela opressão, para uma prática de liberdade. Essa cultura do silêncio é perpetuada a partir do momento em que:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (FREIRE, 1987, p. 33).

A adoção dessa concepção de ensino considera o educador como detentor de todo o conhecimento e os educandos são compreendidos como desprovidos de saberes e cultura, por isso, estes são silenciados. Sobre esse aspecto, Pozo e Crespo (2009) salientam que “aprender não é fazer fotocópias mentais do mundo, assim como ensinar não é enviar um fax para a mente do aluno, esperando que ele reproduza uma cópia no dia da prova, para que o professor a compare com o original enviado por ele anteriormente” (p. 23).

O processo de ensino e aprendizagem precisa ser dialógico e libertador, em que todos os autores envolvidos colaborem para a transformação da sua realidade e, conseqüentemente, do mundo, a partir de uma práxis dialógica. Logo:

A educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível (FREIRE, 1987, p. 39).

Observamos que, nessa perspectiva de ensino, não há uma hierarquia de quem sabe mais, pois todos aprendem e ensinam em uma relação dialógica, que, segundo Freire (1970), vai muito além da repetição de conceitos e vocábulos, constituindo-se em um importante instrumento de libertação e de superação das condições sociais vigentes.

Dessa forma, “já não se trata de a educação proporcionar aos alunos conhecimentos como se fossem verdades acabadas, mas que os ajude a construir seu próprio ponto de vista, sua verdade particular a partir de tantas verdades parciais” (POZO; CRESPO, 2009, p. 24). Essa articulação problematizadora entre o ensino de

ciências e a realidade social dos educandos é denominada por Jegede e Aikenhead (1999) como “processo de inculturação”, em que a cultura científica dialoga com a cultura e visão de mundo dos educandos.

No entanto, quando a cultura científica é apresentada de maneira desarticulada das vivências dos educandos, o ensino de ciências tende a ser opressor, no sentido de querer pressionar o aluno a abandonar ou marginalizar seus próprios saberes, sua história de vida e suas matrizes culturais e históricas, alienando-os por meio de uma ciência neutra, pronta e acabada, causando vários transtornos sociais (JEGEDE; AIKENHEAD, 1999; SANTOS, 2009). Para Santos (2009), essa prática de alienação é oriunda de um processo histórico em que a ciência:

Ao assumir o privilégio epistemológico positivista de ser a única forma de conhecimento válido, foi dando origem a uma dimensão epistemológica que marginaliza, suprime ou desacredita outras formas de conhecer em nome de um universalismo que dificilmente encontra eco nas sociedades atuais, crescentemente inter/multiculturais. A tradição da ciência moderna tende a rejeitar o conhecimento e a compreensão gerados fora de instituições científicas acreditadas. Desvaloriza, genericamente, todos os conhecimentos não científicos. Menospreza saberes empíricos de grupos de cidadãos gerados em contexto e com valor pragmático (SANTOS, 2009, p. 532).

Dessa forma, é necessário desconstruir esse paradigma de que o único conhecimento válido é o científico, uma vez que a adoção de uma ciência como cultura requer dar voz aos cidadãos e valorizar os seus saberes e sua história, além de que deve contemplar os aspectos culturais, éticos, políticos e tecnológicos em uma perspectiva multicultural.

Ressaltamos que defendemos aqui não é a negação da ciência, tampouco a desvalorização dos conhecimentos científicos e/ou a ideia de que a escola deve oferecer menos aos estudantes menos favorecidos, mas entendemos que, apesar de serem fundamentais para o desenvolvimento crítico dos educandos, nem sempre estes são suficientes para resolver os problemas sociais que os afeta.

Kapp, Miranda e Freitas (2014) enfatizam que, nas disciplinas de Ciências e Biologia da Educação Básica, tem se buscado a articulação entre os conhecimentos científicos e os aspectos tecnológicos e sociais associados a eles, como uma possibilidade de superação do currículo tradicional, baseado apenas em conteúdos conceituais isolados.

No contexto específico do ensino de Microbiologia não é diferente, pois apesar da importância dos microrganismos na manutenção do equilíbrio ambiental,

alimentação, ecologia, economia e na origem da vida da terra, normalmente eles são abordados no currículo do ensino básico, apenas como agentes patogênicos (OVIGLI; SILVA, 2010; AZEVEDO; SODRÉ, 2014; BERNADI et al., 2019; OLIVEIRA; MORBECK, 2019). Arelado a isso, existe a questão desses seres serem abordados majoritariamente a partir de aulas expositivas (OLIVEIRA; MORBECK, 2019). Salientamos que nosso objetivo aqui não é menosprezar as aulas expositivas, uma vez que, a depender do contexto do que será abordado, e se utilizada da forma adequada, elas podem servir para o direcionamento e organização do processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, as aulas expositivas, quando usadas isoladamente, não são muito adequadas quando se trata do ensino da maioria dos conteúdos, sobretudo sobre microrganismos, visto que são de seres que, embora estejam presentes em todos os lugares, são singulares em relação ao seu tamanho microscópico, exigindo, dessa forma, a adoção de diferentes estratégias e recursos didáticos, a fim de estimular a aprendizagem dos estudantes e tornar o conteúdo mais tangível para eles (BARBOSA; BARBOSA, 2010; SILVA; BASTOS, 2012; SANTOS; GIROTTO, 2016; OLIVEIRA, AZEVEDO; SODRÉ-NETO, 2014; OLIVEIRA; MORBECK, 2019).

Concordamos com Santos (2001) ao sinalizar que é necessária a legitimação de um ensino de ciências que ultrapasse a mera aprendizagem de conceitos e teorias relacionadas com conteúdos canônicos, desvinculados da realidade social dos educandos, caminhando em direção a um ensino que priorize o desenvolvimento da cidadania e a tomada de decisão responsável pelos educandos, frente aos problemas com dimensões científicas e tecnológicas, em um contexto mais amplo, que se estende para além do laboratório e fronteiras disciplinares.

Nesse contexto, as perspectivas CTS mostram possibilidades para um ensino de ciências que contemple a formação para a cidadania e o posicionamento crítico e responsável frente às questões científicas e tecnológicas. Para Santos (2001), ao contrário da concepção de ensino de ciência pura, baseado apenas na aprendizagem de conceitos, essa perspectiva prioriza os contributos de uma educação científica e tecnológica, e a validade cultural do conhecimento, indo além da validade científica.

1.2 Educação CTS: origens e desdobramentos no Ensino de Ciências

O Movimento CTS surgiu entre 1960 e 1970 nos principais países capitalistas europeus e da América do Norte, como forma de problematizar as implicações do

desenvolvimento científico e tecnológico na qualidade de vida da sociedade e de criticar a neutralidade científica e tecnológica perpetuada na época (AULER, 2002; CEREZO, 1998). Essas críticas intensificaram-se após a Segunda Guerra Mundial e a publicação do livro *“Primavera silenciosa”*, de Rachel Carson (1962), denunciando os efeitos nocivos provocados no ambiente pelo uso de agrotóxicos, fazendo com que as discussões envolvendo a Ciência e a Tecnologia ganhassem uma maior notoriedade, inclusive entre os não cientistas (AULER, 2002) ¹.

No cenário latino-americano, as discussões envolvendo CTS emergiram em meados da década de 1960 e foram realizadas no contexto do Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS), o qual tinha, como finalidade, não apenas questionar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, mas, sobretudo, buscar a construção de uma agenda de pesquisa que contemplasse as demandas locais/e ou regionais no contexto dos países da América Latina, uma vez que o modelo da política científico-tecnológica adotado na época pautava-se em países chamados de primeiro mundo (STRIEDER; KAWAMURA, 2017; ROSA; STRIEDER, 2019).

Segundo Aikenhead (2003), no âmbito educacional e, especificamente, no contexto do ensino de Ciências, o Movimento CTS começou a ter repercussão em meados da década de 1970 e início de 1980, quando educadores e pesquisadores, a exemplo de Krasilchik (1987), passaram a visualizar a importância das discussões sobre as relações CTS nos currículos de Ciências no Brasil, como possibilidade de efetivação de abordagens multidisciplinares, visando à democratização de processos decisórios. Porém, foi somente na década de 1990 que surgiram as primeiras pesquisas acadêmicas envolvendo tal temática. Algumas dessas pesquisas foram realizadas por Santos (1992), Amorim (1995) e Auler (2002).

A partir desse período, diversos pesquisadores passaram a compreender a importância da articulação entre os conteúdos científicos e seus aspectos sociais, econômicos, políticos, éticos etc., como possibilidade de uma educação em ciências crítica e autônoma, capaz de contribuir para a formação cidadã e o desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores pelos indivíduos, visando à participação ativa destes na construção de uma sociedade mais justa e igualitária (SANTOS; MORTIMER, 2002; TEIXEIRA, 2003b; SANTOS, 2007).

¹ Não aprofundaremos as discussões sobre o histórico do Movimento CTS, uma vez que essas informações podem ser acessadas em: Cerezo (1998); Auler (2002); Santos e Mortimer (2002), Strieder (2008).

Desde então, o número de pesquisas sobre essa perspectiva vem aumentando significativamente, tornando CTS um campo promissor, polissêmico e com diferentes significações (STRIEDER, 2012). Uma das perspectivas adotadas nesse campo de conhecimento, inclusive pelos pesquisadores filiados ao PACTS, é a Educação CTS vinculada aos pressupostos freireanos, como possibilidade de superação das condições opressivas existentes em nosso cenário social, isto é, da “cultura do silêncio”, e dos mitos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico (AULER, 2002; NASCIMENTO; VON LINSINGUEN, 2006; SANTOS, 2008; STRIEDER, 2008; PRUDÊNCIO, 2013).

Além disso, as contribuições de Freire auxiliam na ressignificação da Educação CTS, uma vez que são campos teóricos complementares, bem como ajudam a resgatar seu caráter político, possibilitando uma visão humanística de ensino de ciências (SANTOS 2008; 2012; AULER; DELIZOICOV, 2015; ARAÚJO-QUEIROZ, 2019).

Santos (2001) pontua que ao defender-se um ensino de ciências em uma perspectiva humanística, estamos contribuindo para o entendimento de que a ciência e a tecnologia também são elementos da cultura dos educandos, uma vez que estão intimamente relacionadas ao seu cotidiano.

Como citado anteriormente, o ensino de ciências em grande parte das escolas tem sido orientado por uma concepção bancária de educação, baseada apenas na memorização de vocábulos científicos, fórmulas e classificações, com pouca significância para a realidade social dos educandos.

No entanto, é preciso considerar os fatores que contribuem para esse tipo de prática descontextualizada, principalmente no que se refere à formação dos professores e as suas condições de trabalho. De acordo com Batista e Santos (2016) e Silva e Rosso (2008), as reformas no âmbito educativo acarretaram diversas mudanças na gestão escolar, o que, conseqüentemente, resultou em novas atribuições aos professores. Segundo os autores, tais atribuições tornaram a ação docente mais complexa, uma vez que esta passou a não ser restrita apenas à sala de aula, mas abranger atividades mais amplas, como participação na gestão escolar, no planejamento do projeto pedagógico, entre outras funções, sobrecarregando ainda mais os professores.

Atrelado a isso, existem ainda outros fatores que interferem nas condições do trabalho docente, tais como: as condições físicas da escola, a precariedade dos planos de carreira, a baixa remuneração, a superlotação das salas, a desvalorização do professor, a escassez de recursos, a imposição arbitrária das políticas de governo, as lacunas

provenientes da sua formação inicial, entre outros (SILVA; ROSSO, 2008; TEIXEIRA, 2013; BATISTA; SANTOS, 2016).

De acordo com Silva e Rosso (2008), tais fatores contribuem significativamente para a queda na qualidade do ensino e, conseqüentemente, na aprendizagem dos educandos. Além disso, impossibilitam o constante aperfeiçoamento dos professores, visto que estes não dispõem de tempo para refletir criticamente sobre suas práticas pedagógicas, resultando, dessa forma, em um ensino de ciências descontextualizado, dogmático e enciclopédico.

Para Santos (2008), trata-se de um currículo de ciências neutro, acrítico e que carrega consigo valores dominantes da ciência e da tecnologia, ou seja, busca a legitimação de interesses capitalistas e a reprodução da ciência como um produto pronto e acabado, e que deve ser consumido e aceito sem questionamentos.

Dessa forma, é necessário que escola assuma uma postura diferente frente a essas questões, a fim de que a educação científica contribua para a compreensão crítica e a participação dos educandos nos processos decisórios, envolvendo a ciência e a tecnologia, em uma perspectiva de educação problematizadora.

Porém, para que isso realmente aconteça, concordamos com Batista e Santos (2016) ao afirmarem que serão necessárias mudanças no atual cenário educacional, a começar pela concretização de um ambiente escolar mais humanizado, pautado na realização de práticas colaborativas, assim como discussão e solução de problemas juntos aos pares. Além disso, as autoras ressaltam que é preciso lutar por maiores investimentos em educação, sobretudo, no que se refere à infraestrutura, à questão salarial e à valorização dos professores.

Para Santos (2008), uma proposta de Educação CTS na perspectiva humanística freireana:

[...] buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia (SANTOS, 2008, p. 122).

Essa aproximação, segundo o autor, possibilitaria aos indivíduos ir além de saber lidar com determinada ferramenta tecnológica, auxiliando-os no desenvolvimento do posicionamento crítico e responsável frente às questões envolvendo ciência e tecnologia e na desconstrução de concepções ingênuas e mitos associados à CT.

Auler (2002) salienta que essas concepções e mitos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico são oriundos de construções históricas resultantes da ideia de neutralidade atribuída à Ciência e à Tecnologia. Conforme assinala o autor, os principais mitos são: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; perspectiva salvacionista da CT e determinismo tecnológico.

Em relação à *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, o autor pontua que tal mito é proveniente da crença de que a verdade estava oculta na natureza e, para desvendá-la, era necessária a observação rigorosa dos fatos e a sua generalização, por meio do “método científico”, oportunizando uma visão completamente deformada da atividade científica. Tal modelo, segundo o autor, baseia-se em uma CT neutra e linear, que está necessariamente direcionada ao bem-estar social e que só pode ser conduzida por especialistas, sem qualquer interferência da sociedade.

Todavia, é preciso ressaltar que a atividade científica não é um processo neutro, uma vez que seu direcionamento é influenciado por fatores políticos, econômicos, sociais e culturais, além de ser resultante de uma construção social que é realizada por pessoas dotadas de valores, crenças, ideologias, interesses políticos e visões de mundo.

Além disso:

[...] a posse de profundos conhecimentos específicos, como os que têm os especialistas num determinado campo, não garante a adoção de decisões adequadas, mas garante a necessidade de enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, analisando as possíveis repercussões a médio e longo prazo, tanto no campo considerado como em qualquer outro. É deste modo que podem contribuir pessoas que não sejam especialistas, com perspectivas e interesses mais amplos, sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada, sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar na adoção de decisões fundamentadas. (GIL-PÉREZ; VILCHES, 2005, p. 25).

Tais pressupostos evidenciam a necessidade da participação social nas decisões envolvendo Ciência e Tecnologia, uma vez que tais decisões podem afetar toda a sociedade e, por esse motivo, não podem ser tomadas apenas por especialistas e técnicos.

Em relação à *perspectiva salvacionista da CT*, considera-se que a Ciência e a Tecnologia são sinônimos de progresso e que podem solucionar todos os problemas existentes na sociedade. No entanto, Auler (2002) assinala que o desenvolvimento científico e tecnológico por si só não pode resolver as mazelas enfrentadas pela

humanidade, uma vez que são provenientes e influenciadas por inúmeros fatores, cuja solução está muito além do aumento da produção científica e tecnológica.

O terceiro mito a ser superado é o *determinismo tecnológico*, o qual postula que a mudança social é dependente da mudança tecnológica e que a tecnologia é autônoma, não sendo influenciada pela sociedade, ou seja, o desenvolvimento científico e tecnológico é tido como um processo irreversível, não existindo a possibilidade de alterar o seu direcionamento, e ainda que a sociedade participe dos processos decisórios, ela não conseguiria alterar o percurso do processo em andamento, pois sua participação se limitaria apenas ao aspecto pós-produção, isto é, em usar ou não usar determinado produto/tecnologia. No entanto:

O avanço tecnológico não opera por si mesmo. As mudanças acontecem porque favorecem grupos, sendo que outros grupos oferecem resistências. Influem, no desenvolvimento tecnológico, condições econômicas, políticas e sociais, assim como organizações estatais e privadas. (AULER, 2002, p. 115).

Nesse contexto, para a superação desses mitos, é fundamental que a escola esteja comprometida em contribuir para a formação de cidadãos capazes de tomar decisões fundamentadas e responsáveis em relação a tais questões, assim como possa auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico e independência intelectual desses indivíduos (AIKENHEAD, 2003; TEIXEIRA, 2003a, 2003b; SANTOS 2007). Além disso, é necessário que tais sujeitos, já responsáveis e conscientes por suas decisões, reconheçam o seu compromisso social para lutar pela manutenção de seus direitos e pela justiça social, diante dos problemas impostos pela Ciência e Tecnologia (CT), em uma sociedade majoritariamente capitalista (ARAÚJO-QUEIROZ, 2019).

Como citado anteriormente, as discussões sobre CTS no contexto educacional envolvem diferentes significações e abordagens. Santos (2001), ao fazer uma revisão sobre as diferentes modalidades CTS nos currículos de ciências, destaca que, debaixo do mesmo “guarda-chuva”, abriga-se uma diversidade de tendências, algumas delas consistindo em uma ruptura com a concepção de ensino de “ciência pura”, outras propondo diferentes alternativas de ensino, mas sem romper totalmente com tal concepção. No entanto, a autora sublinha que tais tendências podem e devem ser criticadas, porém, jamais ignoradas ou subestimadas.

Para Strieder e Kawamura (2008), mudanças mais profundas nos currículos de ciências só acontecerão a partir de mudanças graduais. Dessa forma, a inserção pontual de discussões sobre temas/assuntos na perspectiva CTS no currículo tradicional de

ciências pode ser insuficiente no desenvolvimento de um olhar crítico pelos estudantes em relação à sua realidade e a questões envolvendo CT, mas pode ser um ponto de partida para o despertar dos educandos frente a tais questões (AULER, 2002; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; STRIEDER; KAWAMURA, 2009).

De acordo com Santos (2001), essas tendências estão associadas à ênfase atribuída às inter-relações CTS. Nesse contexto, Aikenhead (1994) apresenta diversas formas de inserir conteúdos CTS no currículo tradicional de Ciência. As categorias propostas pela classificação de Aikenhead (1994) consideram as formas como o conteúdo CTS é incorporado ao conteúdo canônico, isto é, tradicional. O autor classifica os materiais filiados à perspectiva CTS em oito categorias, que vão desde a inserção de CTS apenas como um aspecto motivador e eventual, centrado no ensino de conceitos científicos, até a abrangência das inter-relações CTS, a partir de uma abordagem sociológica, em que o conteúdo científico propriamente dito é apresentado de maneira secundária e completar, como é possível observar no Quadro 1:

Quadro 1: categorias CTS propostas por Aikenhead (1994).

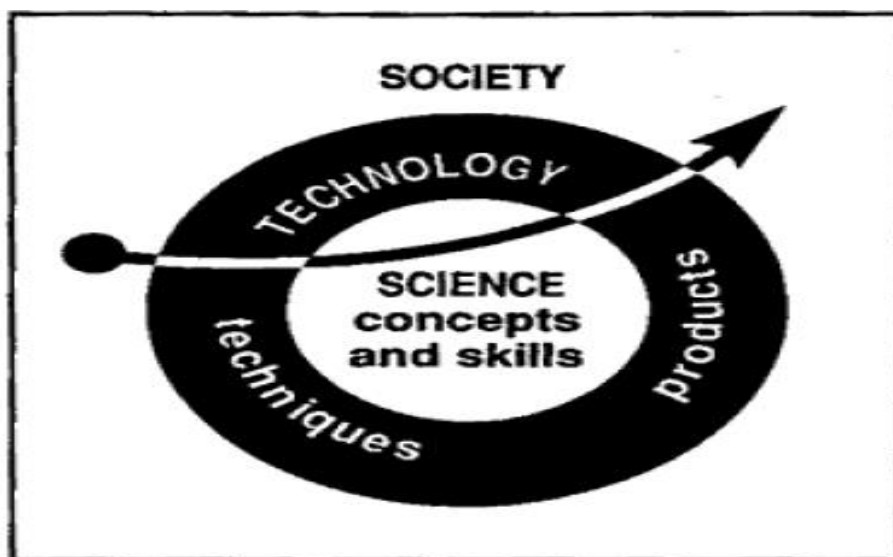
Categorias	Descrição	Forma de seleção dos conteúdos
1. Motivação via conteúdo CTS.	O ensino é tradicional, mas, para tornar as aulas mais interessantes, faz-se menção ao conteúdo CTS. A avaliação dos alunos não é baseada nas inter-relações CTS.	Seleção e sequência seguem o modelo tradicional de ensino.
2. Incorporação casual do conteúdo CTS.	A ciência ensinada ainda é a tradicional, somam-se a esse ensino tradicional pequenos estudos CTS como anexos do tópico científico estudado. Não há coesão entre os temas CTS. A avaliação dos alunos no conteúdo CTS é muito superficial.	
3. Incorporação intencional do conteúdo de CTS;	Permanece o tradicionalismo, mas se busca explorar mais os conteúdos CTS e, para isso, integram-se aos tópicos científicos vários estudos curtos de conteúdo CTS. Os conteúdos formam temas coesos. Aumenta a relevância do conteúdo CTS no processo de avaliação.	
4. Disciplinas específicas através do conteúdo CTS.	A ciência é organizada por disciplinas e o conteúdo CTS atua na organização e sequência dos conteúdos. Pode ser parecido com a categoria anterior, mas com uma organização e sequência de conteúdos totalmente diferentes. Os alunos são avaliados a partir do conteúdo CTS, mas a maior proporção ainda é sobre os conhecimentos da ciência pura.	Organização da ciência e do conteúdo a partir de uma perspectiva CTS: ponto de partida é o dia a dia do aluno, o contexto.
5. Ciências através do conteúdo CTS.	Os conteúdos científicos são trabalhados de forma multidisciplinar e quem dita sua organização e sequência é o conteúdo CTS. Além dos alunos serem avaliados com base na ciência pura, também são pelo conteúdo CTS, numa proporção maior.	
	O conteúdo CTS é o foco do ensino. São	

6. Ciências com conteúdo CTS	abordados apenas os conteúdos científicos relevantes para enriquecer a aprendizagem. Avaliação possui mesma proporção de conteúdo CTS e ciência pura.	
7. Incorporação da Ciência com conteúdo CTS.	O conteúdo CTS é o foco do ensino e só os conteúdos cientificamente relevantes são mencionados, ou seja, não são estudados de forma sistemática. O foco principal da avaliação é o conteúdo CTS, uma pequena porcentagem desta é destinada para a ciência pura.	
8. Conteúdo de CTS	É estudada uma grande questão tecnológica ou social. O conteúdo da ciência é mencionado, mas apenas para indicar um link existente com ela. Os alunos em nenhuma medida são avaliados quanto ao conteúdo da ciência pura.	

Fonte: Aikenhead (1994), adaptado por Paixão (2018, p.35).

Baseado nessas categorias, o autor propõe um esquema para ilustrar como a abordagens CTS devem ser desenvolvidas no contexto da sala de aula, de forma a contemplar as inter-relações CTS. Tal esquema é organizado a partir das seguintes etapas: 1) introdução de uma problemática social relevante; 2) uma tecnologia, técnica e/ou produto relacionado ao tema social é analisado; 3) o conteúdo científico é definido; 3) a tecnologia é estudada em função dos conteúdos; 4) retomada da questão social, como é possível observar nana figura 2 a seguir:

Figura 2: Esquema CTS proposto por Aikenhead (1994).



Fonte: Aikenhead (1994, p.57)

Ressaltamos que, embora o ideal seja colocar a problemática social como ponto de partida do processo, o esquema não precisa ser interpretado de maneira inflexível. Isso significa que é possível e viável partir de qualquer âmbito da tríade CTS, desde que todas as dimensões sejam discutidas de forma equivalente ao longo das aulas

(TEIXEIRA, 2003a; AIKENHEAD, 1994), ou seja, “os professores podem começar com um conteúdo intrigante de ciência ou do domínio tecnológico e seguir a seta a partir daí” (AIKENHEAD, 1994, p. 53).

Nesse contexto, ainda que a SD que desenvolvemos seja voltada para o ensino de Microbiologia, tendo a ciência como ponto de partida, o intuito não é subordinar a Educação CTS a conceitos científicos dogmatizados, mas trabalhar os elementos dessa tríade em articulação com a Microbiologia, sem perder de vista alguns de seus preceitos, como: a formação para a cidadania e o posicionamento crítico e responsável, que, no nosso caso, dizem respeito às inovações biotecnológicas, na tentativa de aproximar e efetivar tais pressupostos no contexto escolar.

No entanto, é preciso considerar que, apesar do aumento da produção acadêmica que incorpora os preceitos da Educação CTS ao ensino de Ciências, ainda há muito que avançarmos em relação a sua efetivação no contexto escolar, que depende de fatores que envolvem principalmente mudanças significativas nas concepções práticas e pedagógicas dos professores, mudanças metodológicas/curriculares e na comunidade escolar como um todo (AULER, 2002; STRIEDER, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2009; BARBOSA; BAZZO, 2014).

1.3 Alguns apontamentos sobre a formação de professores na Perspectiva CTS

O processo de formação de professores, seja ela inicial ou continuada, é um dos aspectos mais discutidos da educação atualmente (PACHECO; BARBOSA; FERNANDES; 2017; MEDEIROS; AGUIAR, 2018). Segundo os referidos autores, essa preocupação é proveniente da relevância de tal processo nas práticas pedagógicas dos futuros educadores e na construção da identidade docente.

No Brasil, há uma heterogeneidade de cursos e instituições públicas e privadas de formação de professores para atuarem na Educação Básica (MEDEIROS; AGUIAR, 2018). No entanto, os cursos de licenciatura ofertados pela maioria dessas instituições têm se baseado em um modelo de racionalidade técnica, nos quais os professores são vistos apenas como técnicos responsáveis pela aplicação ou transmissão dos conhecimentos científicos e reprodutores de atividades idealizadas pela academia (FRANCO; 2002; ROCHA, 2014; DINIZ-PEREIRA, 2014; COSTA; OLIVEIRA; SLONSKI; ROCHA; MAESTRELLI, 2017; AZEVEDO, 2018).

Para Costa, Oliveira e Azevedo (2018), a formação acadêmica por si só não é o suficiente, torna-se necessário problematizá-la e questionar sua qualidade, uma vez que:

[...] anualmente professores se formam e assumem suas funções na educação, sem que tenham consciência de que o trabalho que desenvolverão nas escolas está muito além do mero ensino de conteúdos escolares, mas também e, principalmente, para a formação de pessoas (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018, p. 145).

Para os autores, a formação técnico-científica dos professores é importante e necessária, porém ela não deve sobrepor-se ao seu papel enquanto humano, historicamente, socialmente e politicamente, ou seja, não basta ele ter o domínio dos conteúdos e como ensiná-los, é essencial que sua formação contribua para o seu posicionamento crítico e responsável, enquanto cidadão, e dê subsídios para a formação de indivíduos conscientes e reflexivos, frente aos problemas existentes na sua realidade.

De acordo com Nóvoa (2009), valorizar o professor enquanto pessoa não é reduzir e/ou romantizar a ação docente como se esta fosse algo vocacional, mas, reconhecer que o ser professor não se limita ao domínio técnico e científico, vai muito além disso.

Tais pressupostos evidenciam a complexidade da formação docente e demonstram que esta deve contemplar não somente o domínio de conhecimentos científicos e pedagógicos, mas o desenvolvimento de valores e princípios e a compreensão crítica da realidade, pois:

Não será possível que a escola trabalhe contra a alienação do estudante se ela estiver repleta de professores alienados, sem noção do que acontece a sua volta, sem saber o que a história nos ensina e, portanto, sem elementos para construir visão crítica dos fatos (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018, p. 154).

Costa, Oliveira e Azevedo (2018) ainda salientam que a formação inicial de professores na perspectiva da racionalidade técnica desconsidera a articulação necessária entre a teoria e a prática e, conseqüentemente, a aproximação entre a universidade e a escola. A indissociabilidade entre a teoria e a prática é defendida por diversos autores ((FRANCO, 2002; NÓVOA, 2009; COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018; GATTI, 2020), e inclusive pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e Base Comum para a Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica; BRASIL, 2019a), porém, tal prática não é refletida nos currículos adotados pelas instituições formativas (IZA et al., 2014; SLONSKI; ROCHA; MAESTRELLI, 2017).

De acordo com Gatti (2020) e Slonski, Rocha e Maestrelli (2017), na grande maioria das instituições que formam professores para atuarem no Ensino Básico, há

uma supervalorização da teoria em detrimento da prática, priorizando-se a qualidade técnico-conceitual dos conhecimentos científicos.

Essa dicotomia entre a teoria e a prática também é evidenciada nos estudos sobre formação inicial de professores realizados por Gatti e André (2013). Assim sendo, para as autoras:

Os cursos mantêm-se focados em modelos idealizados de aluno e de professor, com predominância dos estudos teóricos e das disciplinas de formação genérica em relação à formação para a prática docente. A relação teoria-prática é quase ausente nas dinâmicas curriculares, bem como estudos sobre a escola, o que indica uma formação de caráter abstrato e desarticulada do contexto de atuação do professor. As práticas educativas na escola e nas salas de aula são o cerne da educação escolar, portanto, do trabalho do professor. No entanto, elas não são adequadamente abordadas nas formações iniciais de professores (GATTI; ANDRÉ, 2013, apud BATISTA, 2015, p. 91).

Em conformidade com as autoras supracitadas, defendemos que é necessário que haja uma maior dialogicidade entre o que o professor aprende nas instituições formativas e o que ele, de fato, vivencia no ambiente escolar, ou seja, é preciso que haja mais espaço para discussão e problematização das práticas pedagógicas desses futuros profissionais, seus anseios e os desafios da ação docente.

Segundo Gatti (2020), a formação de professores para o exercício da docência na Educação Básica deve pautar-se em uma boa formação teórica e cultural, mas sem negligenciar a prática docente. Essa problematização das práticas pedagógicas dos professores no contexto da formação inicial e continuada é denominada por diversos autores como *modelo da racionalidade prática*, o qual é proposto por Donald Shön como forma de substituir o modelo da racionalidade técnica (FRANCO; 2002; DINIZ-PEREIRA; 2014; SLONSKI; ROCHA; MAESTRELLI, 2017). Tal modelo propõe que os professores tenham autonomia no seu próprio desenvolvimento profissional, deixando de ser um simples reprodutor de práticas oriundas da academia, para tornar-se um investigador reflexivo das suas próprias práticas, de modo que a abordagem dos conteúdos (teoria) tenha relação com a sua realidade (SHÖN, 1992; SLONSKI; ROCHA; MAESTRELLI, 2017).

Para Costa, Oliveira e Azevedo (2018), apesar da dificuldade histórica dos cursos de formação em aproximar a realidade acadêmica com a prática docente no contexto escolar, tal aproximação é produtiva para ambas as partes, principalmente quando o que se pretende é uma formação preocupada com a qualidade do ensino e com

o posicionamento crítico e emancipador tanto dos professores, quanto dos seus futuros educandos.

Esse modelo é bastante evidente na atual Diretriz Curricular Nacional e Base Comum para a Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica instituídas pela Resolução CNE/CP nº 2, em 20 de dezembro de 2019. Ela postula, no Inciso II do Art.7º, que um dos princípios norteadores para os cursos destinados à formação inicial de professores para a Educação Básica é o:

II - reconhecimento de que a formação de professores exige um conjunto de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes, que estão inerentemente alicerçados na prática, a qual precisa ir muito além do momento de estágio obrigatório, devendo estar presente, desde o início do curso, tanto nos conteúdos educacionais e pedagógicos quanto nos específicos da área do conhecimento a ser ministrado (BRASIL, 2019a, p. 4).

Percebemos que, diferentemente dos modelos de currículos baseados na racionalidade técnica, em que há uma supervalorização da teoria, na atual Diretriz Curricular, há uma ênfase na prática, partindo do “reconhecimento da escola de Educação Básica como lugar privilegiado da formação inicial do professor, da sua prática e da sua pesquisa” (BRASIL, 2019a p. 5).

No entanto, de acordo com alguns autores, é preciso atentar ao valor “mítico” dado à prática, isto é, à experiência do professor nos cursos de formação inicial e continuada (MARCELO, 2009; COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018), pois pode reforçar a crença de que as experiências práticas na escola contribuem necessariamente para formar melhores professores, ou seja, quanto mais tempo o professor tiver de experiência em sala de aula, melhor ele será (ZEICHNER; 1980 apud MARCELO, 2009).

Para Marcelo (2009), tal crença desconsidera a avaliação da qualidade de tais experiências, que, segundo ele, devem levar em conta dois aspectos, o primeiro e imediato, o quanto a experiência foi agradável ou desagradável para o indivíduo que a vive, e o segundo e mais importante aspecto, o impacto que tal experiência tenha para aprendizagens posteriores.

De igual modo, Costa, Oliveira e Azevedo (2018) salientam que apenas a reflexão sobre a prática provoca melhorias no fazer pedagógico do professor, mas não alcança o contexto social mais amplo e a sua transformação. Dessa forma, os autores adotam o conceito de práxis para a indissociabilidade teoria-prática, uma vez que “a teoria não transforma a realidade, enquanto a prática a transforma, porém, a teoria

transforma nossa consciência sobre a realidade. A práxis é pressuposto para nossa percepção e atividade prática transformadora da realidade” (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018, p. 153).

O conceito de práxis reflexiva adotado pelos autores converge com o *modelo de racionalidade crítica*, o qual defendemos neste estudo, que tem como foco principal a transformação social e a luta incessante dos educadores por uma sociedade mais justa (DINIZ-PEREIRA; 2014). Logo:

É preciso levar em conta que a prática pela prática resulta em profissional tarefeiro, que executa funções, mas não tem condições de refletir sobre o que está fazendo. A teoria deve orientar a prática e vice-versa. *O professor precisa ter conhecimento teórico-científico e prático, assim sua práxis será voltada para a formação de seres capazes de atender as necessidades de mercado, mas tendo consciência de sua participação como ser social, com direitos sobre os bens produzidos por ele e com total consciência de seu papel na sociedade como agente transformador* (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018, p. 151, grifos nosso).

Essa questão sinalizada pelos autores no que tange à formação de cidadãos críticos e conscientes do seu papel social é ainda mais preocupante quando analisamos o atual cenário educacional, onde o foco dos documentos oficiais vigentes encontra-se na formação apenas para o mercado de trabalho, desconsiderando as questões éticas, políticas e sociais do ensino.

É importante salientar que apesar da construção da identidade desses profissionais ser influenciada por diversos fatores, podendo começar antes mesmo deles adentrarem nas instituições de ensino superior, mas é no decorrer da sua formação inicial que se espera que construam uma base de conhecimentos teóricos e práticos que constituirão sua identidade docente (IZA et al, 2014; SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017).

Essa articulação entre a teoria e a prática na formação dos licenciandos é crucial para o seu desenvolvimento profissional como futuro educador, aprimoramento das suas práticas pedagógicas em sala de aula e, principalmente, na sua constituição enquanto pessoa (PACHECO; BARBOSA; FERNANDES, 2017; FERNANDES; STRIEDER, 2017).

Isso não significa que a formação desses profissionais seja limitada ao âmbito acadêmico, pois a constituição do ser professor é um processo contínuo que ocorre durante toda a vida, mas é nos cursos de licenciatura que, geralmente inicia-se a construção da sua identidade profissional (DOURADO, 2015; STRIEDER et al., 2016).

Logo, a formação inicial é tida como uma das muitas fases do desenvolvimento profissional docente e, na maioria das vezes, as falhas decorrentes desse processo têm levado os professores à busca pela formação continuada, embora não seja seu real propósito (ROMANOWSKI; OLIVER MARTINS, 2010; SILVA; BASTOS, 2012).

De acordo com Dourado (2015):

A formação continuada deve se dar pela oferta de atividades formativas diversas incluindo atividades e cursos de atualização e extensão, cursos de aperfeiçoamento, cursos de especialização, cursos de mestrado e doutorado que agreguem novos saberes e práticas, articulados às políticas e gestão da educação, à área de atuação do profissional e às instituições de educação básica, em suas diferentes etapas e modalidades (DOURADO, 2015, p. 313).

Esses cursos são realizados por empresas especializadas em organização de eventos, por instâncias privadas, pela própria escola e por meio da parceria entre a universidade e a escola, o que pode envolver palestras, rodas de conversa, encontros e congressos, além daqueles de caráter permanente, que se tratam de cursos e ações em longo prazo, a exemplo de mestrado e doutorado, como forma de engajar o professor na pesquisa (OLIVEIRA; BASTOS, 2006; ROMANOWSKI; MARTINS, 2010).

De acordo com diversos autores, a demanda pelos cursos de formação continuada tem aumentado muito nos últimos anos, porém eles têm sido realizados a partir de uma perspectiva compensatória, isto é, com a finalidade de suprir e\ou corrigir lacunas da formação inicial, não o fazendo como forma de aprimoramento, atualização, ampliação dos conhecimentos e troca de experiências pelos professores (FREITAS; VILLANI, 2002; OLIVEIRA; BASTOS, 2006; GATTI; 2008; IZA et al, 2014; ANDRÉ, 2015).

Para Marcelo (2009) e André (2015), quando a formação continuada é vista apenas como uma forma de suprir as falhas da formação inicial, subtende-se que não é necessário consultar os professores sobre suas reais necessidades, resultando, dessa forma, em processos formativos padronizados e descontextualizados, que raramente atendem às necessidades do professorado. Ou seja:

[...] se fracassa quando se pretende “atualizar” os professores, isto é, fazer com que se comprometam com atividades que promovam sua aprendizagem contínua, quando as modalidades que se oferecem não vão além de cursos curtos, descontextualizados, distantes dos problemas concretos e sem aplicação prática nem continuação (MARCELO, 2009, p. 125).

Tal pressuposto evidencia a necessidade em definir políticas de formação continuada que tenham, como ponto de partida, a prática educativa dos professores, seus anseios e dificuldades, visando ao seu desenvolvimento profissional, e não como algo imposto para atender à demanda do mercado.

Segundo Romanowski e Martins (2010), a formação continuada no Brasil não tinha inicialmente uma política definida, era tida apenas como um suprimento para indivíduos com notório saber que exerciam a docência, sem possuir prática profissional, pois se presumia que esta seria adquirida durante o exercício. Desse modo, a formação continuada era algo obrigatório durante o exercício desses professores, como um complemento a uma formação inicial precária e/ou inexistente (ROMANOWSKI; MARTINS, 2010).

Ainda segundo as autoras, somente no final da década de 1970, os cursos de formação continuada adquiriram um caráter de aperfeiçoamento, atualização, capacitação, educação permanente e educação continuada, por meio de cursos de curta duração, palestras e seminários. E, em 1990, tais cursos assumiram uma perspectiva de formação do professor como sujeito da sua própria prática (ROMANOWSKI; MARTINS, 2010).

A partir desse panorama histórico, percebemos que houve um retrocesso na formação continuada de professores, pois esta, na maioria das vezes, tem sido considerada apenas como uma possibilidade de suprir as falhas decorrentes da formação inicial. Além de ser imposta como uma exigência para estabilidade no mercado de trabalho, em uma sociedade extremamente capitalista e competitiva, que prioriza muito mais a mão de obra barata, em detrimento da valorização desses profissionais, que, frequentemente, são qualificados, porém, quando e se² encontram espaço no mercado para exercer sua profissão não são recompensados como deveriam.

² De acordo com matéria publicada no jornal Correio Braziliense em 10/03/2019, o número de mestres e doutores desempregados no Brasil aumentou, chegando a 25% entre os doutores e 35% entre os mestres.

Para mais informações, consultar: ROSCOE, B; SOARES, I. Desemprego entre mestres e doutores no Brasil chega a 25%. **Correio Braziliense**, Brasília, 10 de março de 2019. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/03/10/interna-brasil,741968/desemprego-entre-mestres-e-doutores-no-brasil-chega-a-25.shtm>>. Acesso em: 04 de out. de 2020.

Apesar de não defendermos neste estudo uma perspectiva de formação continuada visando apenas à correção de falhas da formação inicial, concordamos com Marcelo (2009) e Silva e Bastos (2012), quando tais autores argumentam que, independentemente da qualidade dos cursos de licenciatura, é impossível efetivar uma formação inicial que contemple todas as exigências profissionais necessárias para o pleno exercício da docência, uma vez que há algumas coisas que só se aprendem na prática e no decorrer da vida profissional, o que é compreensível, pois “a formação inicial dos professores é apenas uma fase inicial no processo de desenvolvimento profissional da carreira docente” (SILVA; BASTOS, 2012, p. 159).

Por isso, defendemos a articulação entre a teoria e a prática em uma perspectiva de formação (inicial ou continuada) voltada para o desenvolvimento profissional do professor e a transformação social.

Além desse aspecto, existem alguns fatores externos que interferem na qualidade do processo formativo dos professores, a exemplo das crenças pessoais acerca do ensino e a desvalorização docente. De acordo com Freitas e Vilanni (2002) e Marcelo (2009), as pesquisas apontam que os licenciandos e professores ingressam nos cursos de formação com concepções e crenças pessoais enraizadas acerca do ensino, sobre o conteúdo do curso, em relação ao que é um “bom professor”, com imagem de si mesmos como professores e a memória de si mesmos como aluno.

Tais concepções foram construídas no decorrer da sua vida estudantil enquanto aluno da escola básica e fruto de sua história de vida pessoal, constituindo uma das principais razões para a resistência às mudanças (TARDIF; RAYMOND, 2000; FREITAS; VILLANI, 2002). Porém, o mais preocupante é que:

Na maioria dos casos, o formato dos cursos de capacitação de professores tem ajudado a manter essas resistências, por descuidar-se da necessidade de promover o pensar sistematicamente sobre os saberes da experiência do professor e de ajudá-lo a analisar e modificar suas concepções e seu desempenho, para adaptar-se às mudanças requeridas pelos novos paradigmas sociais (FREITAS; VILANNI, 2002, p. 4).

Em conformidade com Tardif e Raymond (2000) e Iza e col. (2014), para que ocorra a desconstrução de concepções e crenças equivocadas sobre o ensino pelos professores, é necessário que a dimensão pessoal desses profissionais seja evidenciada nos cursos de formação, pois somente dessa forma seria possível constatar e compreender as crenças, os princípios e valores que constituem a identidade do professor. Porém, o que observamos é que o foco dos cursos de formação continuada

encontra-se nas produções acadêmicas, negligenciando a história de vida, os saberes e as experiências do professor (IZA et al., 2014).

Como citado anteriormente, valorizar a história de vida do professor não é reduzir a ação docente a algo vocacional, mas reconhecer que:

[...] um professor “não pensa somente com a cabeça”, mas “com a vida”, com o que foi, com o que viveu, com aquilo que acumulou em termos de experiência de vida, em termos de lastro de certezas. Em suma, ele pensa a partir de sua história de vida não somente intelectual, no sentido rigoroso do termo, mas também emocional, afetiva, pessoal e interpessoal. Desse ponto de vista, convém ultrapassar a visão epistemológica canônica do “sujeito e do objeto”, se quisermos compreender os saberes do professor (TARDIF; RAYMOND, 2000, p. 235).

Essa valorização da pessoa do professor é essencial, pois, para Tardif e Raymond (2000), é impossível compreender a identidade docente sem imergir na história desses profissionais, nas suas ações, projetos e no seu desenvolvimento profissional, pois “a identidade não é algo que se possui, mas sim algo que se desenvolve durante a vida” (MARCELO, 2009, p.112). Isso significa que a construção da identidade docente não se restringe apenas aos cursos de formação (ainda que estes auxiliem nesse processo), pois têm a ver com as experiências, valores e princípios adquiridos ao longo da vida do sujeito (IZA et al., 2014). A articulação entre esses fatores, isto é, os cursos de formação e a história de vida é considerada:

[...] como uma via de “mão dupla” interagindo com o sujeito e propiciando mudanças em sua identidade: por um lado se vê as influências do modo como o currículo está estruturado, do que foi possibilitado pelos cursos de formação; por outro se nota a necessidade de um movimento do próprio sujeito, que precisa compreender o que é ser professor, quais práticas constituem o exercício de sua profissão, para, dessa forma, assumir um posicionamento frente às suas compreensões e ações (IZA, et al., 2014, p. 289).

Essa compreensão da construção da identidade docente como algo contínuo e não restrito a um momento estanca possibilita aos professores investigar e refletir de forma crítica sobre sua prática, conhecerem-se enquanto pessoa e profissional, além de ter mais facilidade para conviver, superar os desafios do seu ambiente de trabalho e produzir conhecimentos, em vez de serem apenas consumidores e executores de inovações planejadas por especialistas (MARCELO, 2009; IZA et al., 2014).

Em se tratando da formação docente para o ensino de Ciências/Microbiologia, esta deve auxiliar no desenvolvimento profissional dos professores, de modo que estes

abordem os conhecimentos científicos no contexto da sala de aula para além dos muros da escola, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, conscientes e alfabetizados cientificamente (SERRA, 2012; SILVA; BASTOS, 2012). Porém, apesar da necessidade de uma educação que priorize a formação para a cidadania, nem sempre isso acontece, de fato, na prática, pois a educação no Brasil é pautada em uma perspectiva capitalista, o que dificulta ainda mais o trabalho do professor (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018).

Ou seja:

O mercado pede alunos apenas preparados para atendê-lo. As famílias querem que suas crianças e jovens sejam preparadas para o mercado. Então, é possível verificarmos que existem barreiras profundas a serem ultrapassadas quando o professor tem uma proposta de trabalho diferenciada, que foge à cobrança de que a sobrevivência no âmbito econômico é só o que importa (COSTA; OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018, p.154).

No entanto, concordamos com os autores, quando argumentam que, apesar do sistema capitalista preocupar-se apenas com a preparação para o mercado de trabalho, nós, enquanto professores devemos caminhar em uma direção mais ampla, visando à formação para a vida, de modo que o educando esteja qualificado para o trabalho, mas tenha condições para refletir sobre este e sobre o seu papel enquanto cidadão.

Esta é uma tarefa fácil? Sem sombra de dúvida, não! Pois são inúmeros os fatores externos que interferem na busca do professor em proporcionar um ensino com qualidade e que contemple tais atributos, porém, é preciso ser resistência e lutar por uma sociedade mais justa, assim como pela formação que os educandos necessitam.

Sendo assim, torna-se necessário que a formação inicial e continuada desses professores baseie-se em um modelo de racionalidade crítica, na qual haja espaço para investigações e reflexões das suas crenças e práticas pedagógicas, em um processo contínuo, na tentativa de romper com o modelo de racionalidade técnica que tem predominado nas instituições formativas e, conseqüentemente, com visões simplistas e enciclopédicas sobre o ensino de Ciências/Microbiologia (SERRA, 2012; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006; SERRA, 2012; DINIZ-PEREIRA, 2014; SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017).

De acordo com Gatti (2020), há algumas iniciativas no âmbito da formação (inicial e continuada) de professores sinalizando novas práticas. Segundo a autora, tais propostas têm possibilitado mudanças na dinâmica pedagógica de disciplinas curriculares, viabilizando uma articulação sólida entre a universidade e a escola.

Conforme a autora:

Trata-se de processos de socialização e educação contínuos – dos próprios docentes do ensino superior com os licenciandos, os docentes com que passam a conviver e cooperar na escola, os alunos das escolas –, com suas aprendizagens, formas de pensamento e linguagens, valores e modos de ser, crenças e comportamentos, mediações intrincadas. Tudo isso sujeito a circunstâncias. É processo relacional mútuo, intencional, fundado em práticas colaborativas (GATTI, 2020, p. 25).

No entanto, a autora salienta que, apesar das significativas contribuições dessas propostas para o Desenvolvimento Profissional Docente (DPD)³, infelizmente, elas constituem iniciativas pontuais e não se configuram como uma alteração das perspectivas curriculares das instituições formativas. São ações individuais de alguns docentes em uma dada disciplina ou no estágio curricular, que, na maioria das vezes, são desenvolvidas sem apoio institucional, o que implica diretamente a sua continuidade.

Entretanto:

É preciso assinalar que a melhoria da formação continuada é um fator importante no desenvolvimento profissional docente, mas não é o único. Fatores como salário, carreira, estruturas de poder e de decisão, assim como clima de trabalho na instituição, são igualmente importantes. Não se pode aceitar a explicação simplista de que basta melhorar a formação docente para que se consiga melhorar a qualidade da educação (ANDRÉ, 2015, p.37).

Ou seja, são diversos os fatores que influenciam na qualidade da educação brasileira e a formação docente, embora necessária, por si só, não resolverá todos os problemas existentes no âmbito da política educacional, é preciso que haja uma valorização do magistério em todos os níveis e modalidades de ensino (NASCIMENTO; MELO 2015).

Em se tratando do ensino de Microbiologia, Bôas, Junior e Moreira (2014) afirmam que os professores de Biologia não são devidamente preparados e conscientizados sobre a importância do estudo dos microrganismos, sobretudo no que se refere ao seu papel ecológico,

Alguns autores pontuam que o ensino sobre Microbiologia na Educação Básica geralmente acontece de forma teórica, suscitando dúvidas nos educandos e até mesmo

³ Entendemos o DPD a partir da perspectiva de Fiorentini e Crecci (2013) que o definem como um processo contínuo de transformação da prática docente mediante sua inserção em diferentes contextos e práticas, intencionais ou não, que possibilitam mudanças de concepções e, conseqüentemente, o aperfeiçoamento das suas práticas pedagógicas.

uma compreensão limitada e patogênica entre eles em relação aos microrganismos (CASSANTI et al., 2008; ANTUNES; PILEGGI; PAZDA, 2012). Isso não significa que a patogenicidade desses seres não deve ser considerada, mas seus aspectos positivos também precisam ser enfatizados.

Expresso em outros termos:

É fundamental que os cidadãos possam ter ciência de que os microrganismos causam doenças sim, mas que a grande maioria desses organismos está dispersa no ambiente sem representar riscos à nossa saúde, contribuindo para a decomposição de matéria orgânica, reciclando nutrientes, além de estar sendo utilizada em processos de fabricação de alimentos, fármacos e cosméticos, recuperação de áreas contaminadas por poluentes, desenvolvimento de novos materiais, dentre outras aplicações que melhoram o dia a dia das pessoas (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2009, p.1).

Sendo assim, é de fundamental importância que essa temática seja trabalhada em diferentes perspectivas no contexto do ensino básico, no intuito de contribuir para uma compreensão crítica e contextualizada desses seres pelos alunos.

Nesse contexto, a Educação CTS surge como uma possibilidade para a contextualização dos microrganismos pelo professor a partir da realidade social dos estudantes, englobando os aspectos científicos, tecnológicos e sociais envolvendo esses seres, como forma de propiciar uma aprendizagem mais efetiva da temática pelos estudantes. Isto é:

A partir de currículos embasados na perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), evidencia-se que o professor tem um papel central no processo de inovação curricular, uma vez que ele propicia nas salas de aula discussões contextualizadas que estão relacionadas com aspectos éticos, científicos, sociais, epistemológicos e estéticos, o que contribui para formação crítica e participativa dos estudantes (KAPP; MIRANDA; FREITAS, 2014, p. 3).

É importante salientar que ao referirmo-nos ao papel a ser desempenhado pelo professor na perspectiva CTS, não estamos lhe atribuindo toda a responsabilidade do processo de ensino e aprendizagem, como uma “carga” que ele deve carregar sozinho, pois, ainda que este seja um discurso predominante, sabemos que tal processo deve envolver toda a comunidade escolar, de forma colaborativa. A nossa discussão caminha em direção ao que é defendido por Prudêncio (2013) e Siqueira (2011), que, embora a escola não seja a única instância em que ocorrem os processos de ensino e aprendizagem, ela ainda é um dos espaços mais significativos para a aquisição de

conhecimentos sistematizados e os professores são os principais responsáveis pela socialização desses conhecimentos.

Sobre esse aspecto, Kapp, Miranda e Freitas (2014) destacam que a reestruturação curricular na perspectiva CTS requer papéis adequados e ativos tanto para os professores, quanto para os educandos no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, os estudantes precisam atuar de forma autônoma e investigativa, e os professores devem orientá-los e direcioná-los a fim de que eles sejam construtores do próprio conhecimento e reconheçam-se como integrantes fundamentais do processo.

Isso significa que:

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.77).

Contudo, é preciso considerar que muitos professores de Ciências/Biologia não estão preparados para abordar de forma crítica os aspectos relacionados à Ciência e Tecnologia em sala de aula, nem tampouco estão acostumados a assumir o papel de facilitadores da aprendizagem, no sentido de compreender que o processo de ensino não está restrito a eles. Isso se deve ao fato de muitos deles não terem a formação compatível com a disciplina que lecionam.

Segundo dados do Censo Escolar 2019, elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2019), cerca de 40% dos docentes que atuam no ensino médio nas escolas possuem graduação em áreas diferentes das que atuam ou sequer possuem diploma de nível superior. Quanto ao ensino fundamental II, 30,8% dos professores possuem licenciatura, mas não nas disciplinas que lecionam.

Tais dados evidenciam a necessidade de se re(pensar) a formação inicial de professores. Porém, concordamos com Kuenzer (2011) que apenas a ampliação da oferta de cursos em licenciatura por si só não resolverá o problema, uma vez que a maioria dos licenciados não atua efetivamente como professor na Educação Básica.

Para a autora, essa baixa atuação dos licenciados na Educação Básica deve-se: aos baixos salários, às precárias condições de trabalho, aos alunos cada vez menos comprometidos, ao baixo reconhecimento, ao elevado nível de estresse, além da

intensificação de tarefas. Para ela, isso só reitera o que tem sido constatado nas últimas décadas sobre as políticas de formação de professores, que ela “só tem sentido quando integrada à estruturação da carreira docente, à política salarial que assegure a dignidade do professor e à garantia de condições adequadas de trabalho” (KUENZER, 2011, p.672).

Segundo Prudêncio (2013), essa falta de criticidade sobre a Ciência e Tecnologia pelos professores também está associada ao fato de que eles são formados a partir de visões neutras e descontextualizadas de CT, as quais, conseqüentemente, são incorporadas nas suas práticas pedagógicas, influenciando diretamente na formação dos educandos, que passam a ter o mesmo olhar sobre CT.

A autora ainda pontua que se almejamos que futuros professores pensem e ensinem sobre Ciência e Tecnologia de forma não neutra e crítica, é necessário discutir tais aspectos dentro dos cursos de licenciatura, mas não somente na formação continuada, uma vez que “[...] as inovações no ensino Fundamental e Médio dependem também de inovações no Ensino Superior, e que não se pode esperar que os professores direcionem suas atividades docentes em qualquer direção que seja se não receberem formação adequada para tanto” (Ibid., p.50).

Como citado anteriormente, os cursos de licenciatura são comumente baseados em um modelo de racionalidade técnica, em que não há espaço para refletir sobre as futuras práticas pedagógicas desses profissionais, basta apenas o domínio de conteúdos científicos para eles ministrarem uma “boa aula”. Entretanto, Prudêncio (2013) salienta que apenas o domínio do conhecimento científico não assegura que o futuro professor estará apto a enfrentar e resolver os problemas que farão parte da sua rotina de trabalho. Para a autora, “é preciso ainda abandonar a zona de conforto que o ensino de conceitos por si só representa e compreender de que maneira o ensino de ciências pode colaborar com a luta contra as mais variadas formas de exclusão” (ibid., p.51).

Por isso, é necessário que o professor atente às necessidades dos educandos e contribua para a sua formação crítica e cidadã a partir de uma concepção mais humanizada de Ciências.

A partir dos aspectos discutidos neste capítulo, enfatizamos que o que defendemos neste trabalho não é uma visão romantizada da perspectiva CTS, como se ela por si só fosse resolver todos os problemas do currículo tradicional de ciências, pois concordamos com Orpwood e Barnett (1997) ao afirmarem que:

[...] uma estrutura curricular é uma condição necessária, mas não suficiente, para um ensino e aprendizado de qualidade. O uso de uma estrutura curricular em sala de aula pelos professores para atender às necessidades cada vez mais diversificadas de seus alunos requer uma sofisticação considerável de compreensão, julgamento profissional e criatividade. Nenhuma estrutura nacional ou política de currículo, embora bem desenvolvida, pode funcionar como um instrumento direto para efetivar a aprendizagem dos alunos - o fracasso de tentativas anteriores de 'currículos à prova de professores' certamente é prova disso. O que uma estrutura pode fornecer, no entanto, é um conjunto comum de metas e expectativas a partir das quais os professores podem criar programas que sejam significativos e eficazes em seus contextos específicos (ORPWOOD; BARNETT, 1997, apud AIKENHEAD, 2000, p. 23, tradução nossa).

Dessa forma, acreditamos que a perspectiva CTS consiste em uma das possibilidades para a ressignificação do ensino de Ciências, de modo que este ultrapasse a abordagem de conceitos científicos e caminhe em direção a uma educação problematizadora, baseada em valores e princípios, possibilitando aos educandos o desenvolvimento de uma ação social e responsável frente às questões científicas e tecnológicas.

Contudo, para que tal proposta curricular concretize-se no contexto da sala de aula, é preciso que haja um comprometimento das diferentes instâncias educativas em discutir criticamente as inter-relações CTS, a começar pelas instituições de ensino superior, que devem incluir tais discussões nos currículos dos cursos de Licenciatura, e a Escola Básica, que precisa sempre se questionar sobre o tipo de cidadão que deseja formar: se um cidadão crítico e reflexivo, ou um indivíduo acrítico, alienado, consumidor de conhecimentos prontos e acabados.

Além disso, é necessário que os professores estejam envolvidos no planejamento e desenvolvimento de intervenções didáticas nessa perspectiva, como forma de promover mudanças mais significativas no currículo tradicional de ciências.

2. ALGUNS APONTAMENTOS SOBRE O PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DO PROFESSOR

Este capítulo versa sobre a importância do planejamento didático-pedagógico para a prática educativa dos professores, bem como sobre seus elementos constituintes e acerca dos planejamentos de ensino na forma de Sequências Didáticas no contexto do ensino de Ciências/Microbiologia.

Diversos estudos têm sido realizados visando à compreensão e definição dos elementos que compõem o planejamento didático-pedagógico do professor

(MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002; ANASTASIOU; ALVES, 2004; FARIAS et al., 2011; HAYDT, 2011; BEGO, 2013; LIBÂNEO, 2013; LIBÂNEO, 2013; ALVES, 2018; ALVES; BEGO, 2020).

O planejamento didático-pedagógico consiste em componente crucial para a materialização da prática educativa dos professores e, quando bem elaborado, pode contribuir para o melhor andamento das atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, além de auxiliar nas escolhas teórico-metodológicas e estratégias de ensino e avaliação (ZABALA, 1998; ALVES; BEGO, 2017a; 2017b; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019).

No entanto, apesar das suas potencialidades para a melhoria da aprendizagem, o planejamento deve ser utilizado pelos professores de forma consciente, competente e crítica, não o fazendo como um manual a ser seguido de maneira rigorosa, uma vez que a sala de aula é suscetível a eventualidades em decorrência da heterogeneidade dos educandos e às condições estruturais da escola (BEGO, 2013).

De acordo com Alves e Bego (2017b), o planejamento consiste na organização e coordenação das atividades de ensino em virtude dos objetivos definidos e sua constante revisão e adequação no decorrer de todo o processo. Para, além disso, o planejamento deve ser visto como uma ação reflexiva e contínua que não se restringe a ser apenas um ato pedagógico, mas também político e ético, uma vez que exige escolhas dos professores, sejam elas metodológicas ou teóricas e envolvem ideais, valores e crenças que sustentam as suas práticas (HAYDT, 2011; FARIAS et al., 2011; LIBÂNEO, 2013).

Nesse contexto, no planejamento didático-pedagógico, devem ocorrer momentos constantes de reflexão, avaliação e readaptação, considerando todos os envolvidos no processo, ou seja, professores e alunos, além do contexto específico da escola. Ademais, Farias e col. (2011) e Haydt (2011) sinalizam que todo planejamento de ensino deve apresentar: 1) *coerência e unidade*, isto é, correlação entre os elementos que o compõem: objetivos, conteúdos, estratégias e avaliação; 2) *continuidade e sequência*, ou seja, articulação entre as atividades desenvolvidas do começo ao fim; 3) *flexibilidade*, isto significa que o planejamento deve permitir adaptações e/ou modificações, tendo em vista as imprevisibilidades comuns na sala de aula, isto é, as diferentes formas de planejamento devem ser vistas como um “farol” e não como algo hermeticamente fechado que impossibilita a revisão de práticas e valores; 4) *objetividade e ousadia* como possibilidade de sair do papel e desencadear mudanças reais na aprendizagem dos

educandos, considerando as suas especificidade e necessidades; 5) precisa ser *simples* e *claro*, e ser realizado de maneira colaborativa, como forma de compartilhar ideias e práticas, entre os envolvidos.

Como citado anteriormente, os principais elementos que constituem um planejamento de ensino consistem na definição dos objetivos (para que ensinar), conteúdos (o que ensinar), metodologia, estratégias e recursos didáticos (como ensinar e com o quê), e avaliação que permeia por todo o processo (ANASTASIOU; ALVES, 2004; FARIAS et al., 2011; LIBÂNEO, 2013; ALVES; BEGO, 2017b). Libâneo (2013) ressalta que tais elementos não devem ser vistos apenas como um aspecto técnico do planejamento, pois refletem as ações e escolhas dos professores, constituindo, dessa forma, um ato político. Expresso em outros termos:

[...] a ação de planejar, não se reduz ao simples preenchimento de formulários para controle administrativo: é, antes, a atividade consciente de previsão das ações docentes fundamentadas em ações político-pedagógicas, e tendo como referência permanente as situações didáticas concretas (isto é, a problemática social, econômica, política e cultural que envolve a escola, os professores, aos alunos, os pais, a comunidade, que interagem no processo de ensino) (LIBÂNEO, 2013, p. 222).

Isso significa que o planejamento didático-pedagógico é uma atividade que implica a tomada de decisão, além de ser influenciado diretamente pelas concepções, crenças e visão de mundo do professor. De igual modo, Menegolla e Sant'Anna (2002) pontuam a necessidade de planejar uma educação que não priorize a aprendizagem de certos conteúdos determinados pelos sistemas políticos ou por certas ideologias, reforçando estruturas sociais dominantes e a alienação humana. Para os autores:

[...] é preciso planejar uma educação que, pelo seu processo dinâmico possa ser criadora e libertadora do homem. Planejar uma educação que não se limite, mas que liberte, que conscientize e comprometa o homem diante do mundo. Este é o teor que se deve inserir em qualquer planejamento educacional (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002, p. 27).

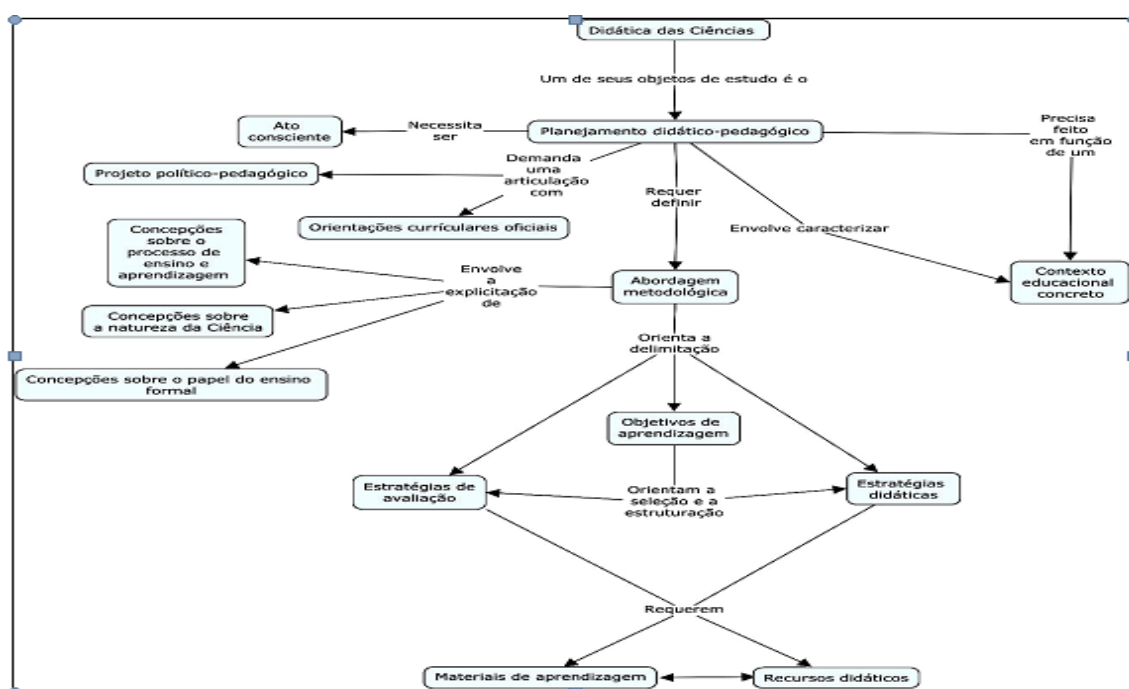
Isso reforça o que foi citado anteriormente, que o planejamento didático-pedagógico não é algo técnico, tampouco um manual, no qual a única preocupação é contemplar os elementos que o constituem, é preciso que os professores considerem o tipo de sujeitos que eles querem formar: cidadãos críticos e responsáveis ou indivíduos alienados.

Os elementos que compõem o planejamento didático-pedagógico não devem ser pensados isoladamente, pois eles estão inter-relacionados, ou seja:

[...] para planejarmos uma aula é necessário pensarmos o que queremos que nosso aluno aprenda, ou seja, pensar em nossos *objetivos*, nos *conteúdos* que pretendemos ensinar, nos *meios* pelos quais desenvolveremos tais conteúdos e na *avaliação* de nossa aula (SCHEWTSCHIK, 2017, p. 10666, grifo nosso).

Dessa forma, é necessário que os professores, ao elaborarem planejamentos de ensino, considerem as suas nuances e as relações entre os seus elementos, explicitando-os, para que possa contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Essa inter-relação pode ser mais bem visualizada na Figura 3.

Figura 3: Mapa conceitual dos elementos e modo de estruturar o planejamento didático-pedagógico do professor de Ciências



Fonte: Alves (2018, p.104).

Neste sentido, o planejamento didático-pedagógico no contexto do ensino de Ciências deve levar em conta as particularidades do contexto educacional em que será implementado e ser realizado de maneira consciente e crítica, pois cada elemento possui especificidades que precisam ser consideradas pelo professor, conforme descritas a seguir:

1. *Definição dos objetivos:* essa é uma das etapas cruciais no processo de planejamento, pois são os objetivos que direcionarão todas as demais etapas da prática educativa, por isso, eles devem ser claros em relação ao que o estudante deve aprender, além de viáveis considerando o tempo e as condições da realidade escolar, uma vez que são eles que antecipam os resultados esperados do trabalho cooperativo do professor e dos estudantes (ZABALA, 1998; MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002; FARIAS et al.,

2011; LIBÂNEO, 2013; SCHEWTSCHIK, 2017). Segundo Farias e col. (2011), na definição desse elemento, geralmente, priorizam-se os aspectos cognitivos e ações mensuráveis, desconsiderando a formação de valores, o que reforça a acomodação e o tradicionalismo.

Dessa forma, é necessário que os objetivos tenham como premissas:

[...] levar o aluno a tomar posse do conhecimento científico e universal para uso nas suas lutas sociais cotidianas; que contribuam com o seu processo de desalienação, propiciando o exercício de práticas cidadãs e democráticas, de autoconhecimento e realização pessoal; que o ajude a se libertar do preconceito, do medo, da ignorância, da sensação de incapacidade e de impossibilidade de reverter as mais variadas situações de opressão e marginalidade as quais possa estar submetido (FARIAS et al., 2011, p.115).

A adoção de objetivos com essa natureza no planejamento didático-pedagógico pode, de fato, provocar mudanças reais e significativas na aprendizagem dos estudantes, para além dos muros da escola. Ou seja, é necessário que, na elaboração de um planejamento, haja uma preocupação em:

[...] devolver aos indivíduos a revitalização pessoal, os direitos, as responsabilidades e o comprometimento para consigo e com os outros. Um planejamento que tente desenvolver nas pessoas o sentido da vida, o desejo de querer viver e de permitir viver. Que devolva a liberdade e o espírito crítico, a consciência de viver, os valores e as necessidades humanas, os problemas e o desejo de vencer, enfim, o homem como um ser que vive a sua vida (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002, p.28).

O desenvolvimento desses atributos só será possível se o planejamento for além do ensino de conceitos, o que nos leva ao elemento a seguir.

2. *Tipos de conteúdos abordados*: alguns autores sinalizam que a maioria dos planos de ensino elaborados pelos professores limita-se ao ensino puramente conceitual, de forma acrítica, mecânica e linear, tendo-se o livro didático como única referência (FARIAS et al., 2011; LIBÂNEO, 2013; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019). Neste sentido, torna-se importante incorporar, nos planejamentos de ensino, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, como forma de viabilizar o desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes pelos estudantes frente a situações reais do seu cotidiano (ZABALA, 1998; FARIAS et al., 2011; LIBÂNEO, 2013).

Para além disso, Farias e col. (2011) e Libâneo (2013) ressaltam a importância de se considerar a dimensão crítico-social dos conteúdos de ensino, reconhecendo que são objetivos e universais, porém, não são neutros, uma vez que são produzidos em sociedade e, dependendo da forma como são difundidos, podem reproduzir e reforçar as

relações sociais dominantes e o interesse das sociedades capitalistas, corroborando para a falsa ideia de que o conhecimento é algo apolítico, neutro, acabado, estático e solidificado, já que seu caráter histórico é desconsiderado. Segundo Libâneo (2013):

Pensar criticamente e ensinar a pensar criticamente é estudar a realidade, isto é, sob o ponto de vista histórico, aprendendo a realidade natural e social na sua transformação em objetos de conhecimento pela atuação humana passada e presente, incluindo a atividade própria do aluno de reelaboração desses objetos de conhecimento. (LIBÂNEO, 2013. p.138).

Isso significa que, no contexto do ensino para a cidadania, é necessária a abordagem da dimensão histórica e social dos conteúdos, para que os estudantes possam compreender a sua realidade social e transformá-la.

3. *A metodologia.* esse elemento desempenha papel fundamental na estruturação e orientação dos demais elementos do planejamento, de modo a suscitar a atividade mental e prática dos alunos (LIBÂNEO, 2013; ALVES, 2018). As *estratégias* e os *recursos* por sua vez, viabilizam o alcance dos objetivos propostos, por isso, os professores devem diversificá-los, considerando a demanda no decorrer do processo e verificar em que medida são adequados aos objetivos que se pretende atingir (ZABALA, 1998; FARIAS et al., 2011; ALVES, 2018).

4. *A avaliação,* que apesar de ser o último item a ser discutido, permeia todos os demais elementos, além de que deve estar em consonância com os objetivos propostos. Sobre esse último aspecto, Schewtschik (2017, p. 10673) pontua que são “pontas do mesmo fio condutor da aprendizagem, e sem os quais ela não poderia existir”. Haydt (2011) ainda salienta que a avaliação não deve ser considerada apenas como um processo técnico, mas também político, pois pode tanto ser vista como um exercício autoritário do poder de julgar, quanto como um processo formativo e emancipador.

De acordo com Zabala (1998) e Cordeiro e Cordeiro (2017), existem vários tipos e formas de avaliação que devem subsidiar o processo de ensino e aprendizagem, sendo que as principais são: a) a *avaliação diagnóstica*, que visa constatar os conhecimentos prévios dos estudantes; b) a *avaliação formativa*, que permite averiguar em que medida os objetivos pretendidos estão sendo atingidos e as habilidades e competências desenvolvidas pelos educandos durante o as atividades propostas e; c) *avaliação somativa*, que, normalmente, é realizada ao final das atividades desenvolvidas, como forma de aferir notas e/ou verificar o nível de aprendizado de conceitos dos estudantes.

No planejamento didático-pedagógico, essas diferentes formas de avaliação podem ser articuladas, uma vez que a primeira etapa do planejamento consiste na sondagem da realidade, isto é, avaliação diagnóstica; durante a sua execução, deve ser realizada a avaliação formativa/processual e, ao final, a avaliação somativa (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002; FARIAS et al., 2011). A integração dessas diferentes formas de avaliação no planejamento didático-pedagógico evita que o processo avaliativo seja compreendido como um componente isolado e classificatório (LIBÂNEO, 2013).

A avaliação, portanto, precisa ser abrangente e considerar o educando como um ser integral, levando em conta suas habilidades em resolver situações reais de vida e não apenas a sua capacidade de memorizar conteúdos (FARIAS et al., 2011; HAYDT, 2011).

Dessa forma, compreendendo o planejamento de ensino como um instrumento flexível e fundamental para a materialização da prática educativa do professor, além de ser um dos objetos de estudo da Didática das Ciências, diversos autores têm discutido sobre a elaboração de modelos de planejamento de ensino em forma de projetos, denominados Sequências e Unidades Didáticas e de Ensino, tanto no âmbito da educação, como no contexto do ensino de Ciências (ZABALA, 1998; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR; OLIVEIRA-NETO, 2015; ALVES; BEGO, 2017a; BASTOS et al., 2017; ALVES, 2018; ALVES; BEGO, 2018).

2.1 Sequências Didáticas no Ensino de Ciências

As SD são modelos de planejamento de ensino que têm sido alvo de discussões desde a década de 1980. O termo surgiu na França e, inicialmente, consistiu em uma tentativa do governo francês em minimizar a fragmentação do ensino de línguas nos programas escolares oficiais (OLIVEIRA; AMARAL, 2012; GONÇALVES; FERRAZ, 2016; MORHY; TERÁN; NEGRÃO, 2019). No Brasil, o termo *Sequência Didática* foi mencionado pela primeira vez nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1998, fazendo referência a projetos e atividades sequenciadas para subsidiar o estudo da Língua Portuguesa (LIMA, 2018).

As SD constituem uma área de estudo em expansão e bastante heterogênea, uma vez que estão vinculadas a diversas linhas teóricas e metodológicas, resultando, dessa forma, em uma grande quantidade de variações em sua terminologia e definição

(ALVES, 2018; CALVACANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018; MOTOKANE, 2015; GIORDAN; GUIMARÃES, 2011).

A presente pesquisa baseia-se nos estudos de Zabala (1998, p. 18), que define as SD como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”; e pauta-se também no Processo de Elaboração-Aplicação-Reelaboração – EAR (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013), que analisa e avalia de maneira sistemática e consecutiva os elementos que constituem a SD, sua implementação, os resultados obtidos e sua relação com o planejamento anual escolar.

É importante salientar que as SD não são simplesmente uma sucessão de aulas estanques, mas planos de ação com objetivos específicos e compartilhados, capazes de melhorar a prática educacional (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019). Além disso, podem contribuir para ruptura de algumas barreiras que caracterizam o ensino tradicional.

De acordo com Zabala (1998), o ensino considerado tradicional segue uma sequência estanque e linear, consistindo basicamente em: apresentação da atividade; estudo do livro didático; memorização e repetição do conteúdo aprendido no momento da prova, seguida da atribuição de uma nota pelo professor. Observamos que, nesse processo, não há uma construção dialógica do conhecimento, isto é, os educandos são tidos como depósitos de conteúdos e os professores, os detentores de todo o saber, o que impossibilita o desenvolvimento de postura reflexiva por ambas as partes.

Kapp, Miranda e Freitas (2014) pontuam que, nas disciplinas de Ciências e Biologia na educação básica, tem se buscado o abandono desse modelo de ensino, baseado apenas na memorização de fórmulas e conceitos desvinculados da realidade social dos estudantes. De igual modo, Silva e Bastos (2012) sinalizam que o estudo da Microbiologia na educação básica carece do desenvolvimento de novas propostas para melhor contextualização e significância dos conteúdos abordados, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.

Neste sentido, as SD podem ser uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, desde que contemplem todos os elementos (objetivos, conteúdos, estratégias e recursos didáticos e avaliação) que compõem um planejamento didático-pedagógico, explicitem as teorias as quais estejam vinculadas, de modo a não

serem baseadas exclusivamente no senso comum dos professores, e que sejam devidamente validadas (ALVES, 2018; ALVES; BEGO, 2017b).

Segundo Guimarães e Giordan (2013), o processo validativo de SD geralmente ocorre de duas maneiras: validação *a priori* (interna); e validação *a posteriori* (externa). A validação *a priori* ou *interna* visa analisar a articulação entre os objetivos da SD e os demais elementos como estratégias didáticas, conteúdos e avaliação, bem como identificar as possíveis lacunas conceituais, além das dificuldades que poderão ser vivenciadas no decorrer de sua implementação; já a validação *a posteriori* ou *externa* busca avaliar os resultados obtidos após a implementação da SD em sala de aula (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

Contudo, a nossa avaliação fundamentou-se apenas na validação *a priori* que consiste na análise dos elementos da SD proposta. De acordo com Guimarães e Giordan (2013), a validação *a priori* de uma SD possibilita que esta apresente o desempenho requerido em sua implementação e a confiabilidade de seus resultados. Os autores propõem um instrumento de validação de SD denominado de Processo EAR (Elaboração-Aplicação-Reelaboração). Em nossa pesquisa, a SD proposta foi validada por dois professores da educação básica.

Esse instrumento de validação consiste em um processo cíclico de Elaboração-Aplicação-Reelaboração (EAR), que tem como finalidade analisar e avaliar de maneira sistemática e consecutiva os elementos que constituem a SD, sua implementação, os resultados obtidos e sua relação com o planejamento anual escolar. Cada uma das suas etapas é permeada por um processo avaliativo, ou seja, o foco não está no produto da aprendizagem, mas no seu processo (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2012; GIORDAN; GUIMARÃES, 2012; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

De acordo com Guimarães e Giordan (2013), a adoção do processo EAR por meio de uma avaliação constante possibilita o aperfeiçoamento em termos de estrutura e de objetivos das SD e viabiliza o DPD. Além disso, pode atuar como um importante instrumento para a disseminação e a efetivação de propostas inovadoras em sala de aula e para a criticidade e reflexão da prática docente, o que os autores denominam de ciclo virtuoso (Figura 4).

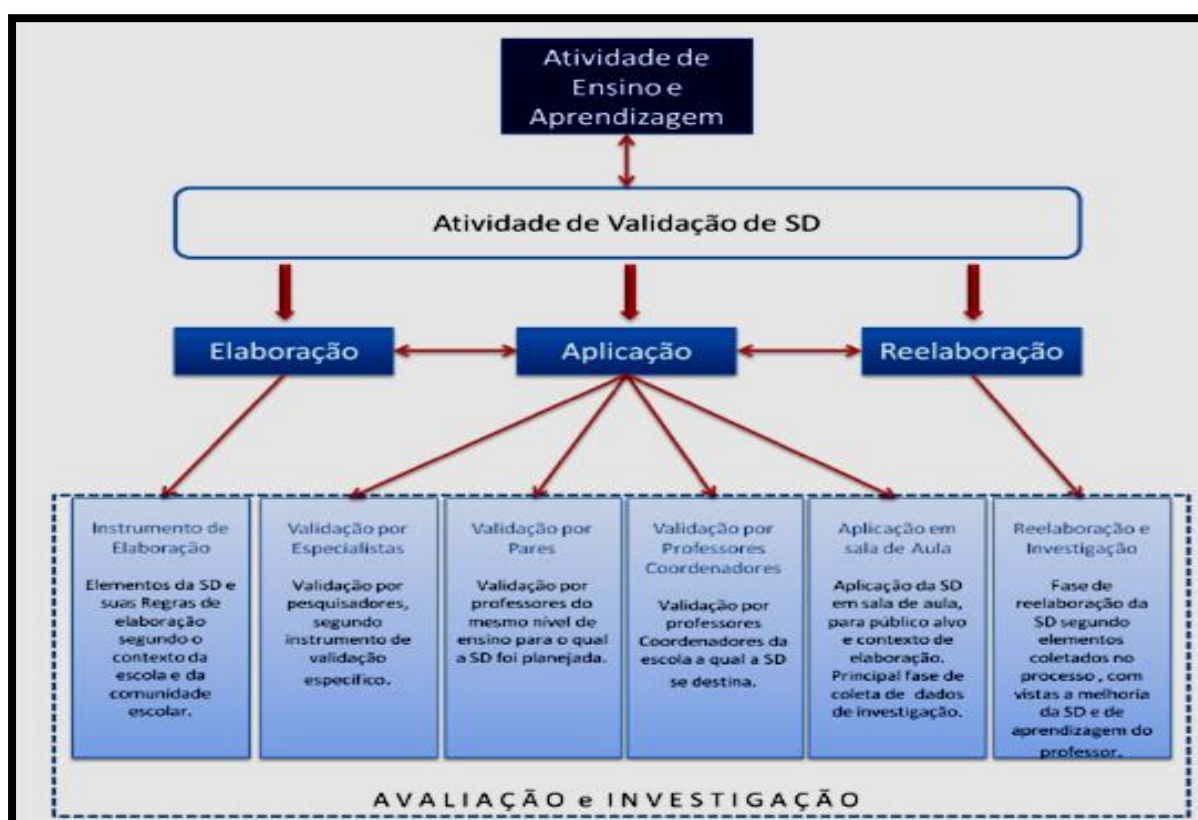
Figura 4. Representação do processo cíclico EAR de validação de SD.



Fonte: Guimarães e Giordan (2013, p.4).

Na Figura 5, apresentamos as três etapas de validação *a priori* para cada uma das fases (Elaboração-Aplicação e Reelaboração).

Figura 5: Representação esquemática das fases que compõem cada uma das fases no processo EAR.



Fonte: Guimarães e Giordan (2013, p.5).

A fase de *elaboração* consiste no desenvolvimento e organização da SD com base em seus elementos constituintes, orientada por aportes teóricos consolidados para uma melhor condução da ação docente e das estratégias que serão utilizadas no decorrer das aulas.

A *aplicação/implementação* é constituída por quatro etapas, realizadas segundo instrumentos de validação específicos (GUIMRÃES; GIORAN, 2013). Três delas são de validação *a priori*: validação por tutores *on-line*, validação por pares e validação por professores coordenadores. A quarta etapa consiste no desenvolvimento da SD em sala de aula, o que é tido pelos autores como a experimentação no processo de validação. As formas de validação da SD podem ser revistas pelo professor no decorrer do processo.

A fase de *reelaboração* consiste no fechamento do processo cíclico da validação por meio do confronto entre as informações das fases anteriores e os objetivos propostos na SD, no intuito de aprimorar a forma de planejamento proposta e a prática pedagógica do professor, isto é, a triangulação entre os instrumentos utilizados para a obtenção de dados.

É importante ressaltar que a adoção desse instrumento avaliativo em nosso trabalho justifica-se por suas particularidades mencionadas anteriormente e pelo fato de que seu uso possibilita o trabalho colaborativo, permitindo a troca de ideias, dificuldades, dúvidas e a re(construção) e reflexão da prática pedagógica dos professores envolvidos (PAIVA; GUIDOTTI, 2017). Além disso, permite ao professor assumir diferentes papéis ao longo do percurso da avaliação, tornando-se autor, professor e avaliador, em vez de ser apenas um executor de propostas didáticas oriundas da academia (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; MAROQUIO; PAIVA; FONSECA, 2015).

Essa aproximação entre a universidade e a escola é um aspecto bastante discutido no contexto do ensino de Ciências e na Educação (LÜDKE; CRUZ, 2005; MARTINHO, 2007; EL-HANI; GRECA, 2011; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013; IZA et al., 2014; BARBOSA; BAZZO, 2015; STRIEDER et al., 2016; ALVES; BEGO, 2017a; LEITE; AMARAL, 2018; CRECCI; FIORENTINI, 2018; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

2.2 Práticas colaborativas: aproximação entre a universidade e a escola

Diversos estudos têm sido realizados a fim de identificar as potencialidades e desafios das práticas colaborativas no âmbito escolar e como possibilidade de

aproximação entre a universidade e a escola (LÜDKE, 2001; LÜDKE; CRUZ, 2005; EL-HANI; GRECA, 2011; FIORENTINI; CRECCI, 2013; BARBOSA; BAZZO, 2014; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

Essa discussão não é nova, uma vez que alguns autores apontam que as práticas colaborativas no Brasil, envolvendo a parceria entre professores universitários e professores da Educação Básica, surgiram a partir da década de 1990 (FIORENTINI; CRECCI, 2013; CRECCI; CIRÍACO; MORELATTI; PONTE, 2017; TEIXEIRA; RECENA, 2019).

Uma revisão bibliográfica realizada por Fiorentini e col. (2002), no período de 1978 a 2002, em teses e dissertações, constatou um crescimento das pesquisas que têm como foco de investigação as práticas e grupos colaborativos envolvendo a universidade e a escola no contexto do ensino de matemática e da educação. Como principais resultados, os autores apontaram que os professores que participaram de trabalhos colaborativos tornaram-se mais reflexivos em suas práticas pedagógicas e produtores de seus próprios materiais didáticos. Para os autores esses resultados mostram que “há fortes indícios de que o trabalho colaborativo é fundamental para o desenvolvimento profissional dos professores” (Fiorentini et al., 2002, p. 152).

No contexto do ensino de Ciências, pesquisas de natureza colaborativas ainda são incipientes (Teixeira & Recena, 2019). Sarti e Martins (2013) realizaram um levantamento nas atas do Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), no período de 2007 a 2011, a fim de compreender as principais características das pesquisas colaborativas no ensino de ciências, e constataram que apenas sete trabalhos de um total de dezessete, se pautavam em pesquisas colaborativas envolvendo pesquisadores e professores da educação básica.

Os autores destacaram que todos os estudos tiveram como foco a formação docente, porém, apesar de os estudos trabalharem com a pesquisa colaborativa numa perspectiva de valorização dos conhecimentos dos professores, é perceptível a pequena participação destes na autoria dos trabalhos, pois a maioria deles acaba hierarquizando os papéis do pesquisador em detrimento do professor durante o processo, sendo o primeiro aquele que produz e relata os resultados e o último aquele que apenas participa, ou seja, fornece dados. Dessa forma, torna-se necessário ampliar as possibilidades de colaboração entre professor e pesquisador para que eles sejam, de fato, colaboradores e não meros participantes da pesquisa (SARTI; MARTINS, 2013).

Teixeira e Recena (2019), por sua vez, analisaram 65 teses e dissertações no período de 2006 a 2017 que abordavam o caráter colaborativo, mas dessas, apenas seis estavam relacionados ao Ensino de Ciências colaborativa. Porém, segundo os autores, apesar da pequena quantidade de estudos e das dificuldades e desafios atrelados em sua realização e efetivação, todos consideram a realização de pesquisas colaborativas de fundamental importância para a compreensão da prática docente e seu desenvolvimento profissional.

O termo colaboração tem sido usado em diversos estudos e contextos e, na maioria das vezes, como sinônimo de cooperação (TORRES; ALCÂNTARALA; IRALA, 2004; DAMIANI, 2008). As práticas colaborativas exigem relações não hierarquizadas, confiança mútua e benefícios para ambas as partes, ao contrário da *cooperação* que embora haja ajuda mútua na execução de tarefas, pode existir relações desiguais e hierárquicas entre os integrantes (BOAVIDA; PONTE, 2002; TORRES; ALCÂNTARALA; IRALA, 2004; DAMIANI, 2008). No entanto, Torres, Alcântara e Irala (2004) salientam que, apesar das divergências teóricas e práticas, ambos os termos (*cooperação e colaboração*) derivam da rejeição ao autoritarismo e materialização da socialização na e pela aprendizagem.

De acordo com Boavida e Ponte (2002), o trabalho colaborativo pode ser desenvolvido tanto entre professores que trabalham em um mesmo projeto, quanto entre sujeitos com papéis diferenciados, a exemplo de professores e investigadores, foco da presente pesquisa.

Conforme Martinho (2007), a colaboração entre professores e pesquisadores traz contribuições significativas tanto para os professores envolvidos, quanto para o pesquisador, uma vez que possibilita aos docentes trabalharem aspectos das suas práticas pedagógicas e partilhar suas experiências, dificuldades, bem como desenvolver novas propostas, a fim de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Quanto ao pesquisador, tal prática torna-o mais reflexivo e sensível à prática dos professores, suas ideias e os limites da sua atuação profissional (DESGAGNÉ, 2007; MARTINHO, 2007). Expresso em outros termos, “um trabalho em colaboração não envolve apenas uma aprendizagem relativamente ao problema em questão. Envolve, também, uma autoaprendizagem e uma aprendizagem acerca das relações humanas” (BOAVIDA; PONTE, 2002, p.8).

De igual modo, Ribeiro, Santos e Prudêncio (2020) destacam que essa parceria entre a universidade e escola pode minimizar a dicotomia existente entre a teoria e

prática na formação dos professores, bem como possibilitar-lhes a produção de novos conhecimentos, além daqueles desenvolvidos na prática, assim como contribuir para o seu desenvolvimento profissional docente (MARTINHO, 2007).

No entanto, ainda são poucas as ações colaborativas entre a universidade e a escola (ZEICHNER, 1998; TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020). Em conformidade com Tauchen, Devechi e Trevisan (2014), são frequentes as críticas das escolas no que se refere à falta de retorno das pesquisas desenvolvidas pela universidade em seus espaços e a descontinuidade das ações, e a ausência de colaboração prática para lidar com as diversas situações de ensino.

Essa falta de diálogo faz com que os professores considerem os pesquisadores distantes da sala de aula, uma vez que suas investigações têm muito pouco a ver com a realidade das suas escolas (MARTINHO, 2007) e, quando são pautados nos problemas escolares, na maioria das vezes, limitam-se apenas a apontá-los, sem propor soluções para resolvê-los ou amenizá-los, desconsiderando os limites e desafios do ensino básico e os fatores internos e externos que influenciam a carreira docente. Assim sendo, “a universidade tem se utilizado do espaço escolar com bastante frequência; no entanto, nem sempre atendendo às expectativas da escola” (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014, p. 385).

Dessa forma, El-Hani e Greca (2011) pontuam que a pesquisa acadêmica deve dialogar com o conhecimento pedagógico dos professores, para que possa contribuir, de fato, com o desenvolvimento das práticas de ensino.

Barbosa e Bazzo (2014) assinalam que:

[...] os estudos e pesquisas realizados nas universidades precisam chegar às escolas e se fazer nas escolas; não somente por diálogos solitários ocorridos em um espaço-tempo diferente, como os que ocorrem por meio de artigos publicados (o momento em que o pesquisador escreve seu artigo é diferente do tempo em que o educador fará a leitura do mesmo em uma revista); mas é preciso que haja encontros por intermédio das formações continuadas de professores e espaços de discussão entre educadores e pesquisadores. Somente desse modo, chegará o tempo em que não precisaremos mais discursar sobre o que é educação crítica; pois ela existirá concretamente nos espaços escolares (BARBOSA; BAZZO, 2014, p. 367).

O envolvimento dos professores na pesquisa acadêmica possibilita que eles **se tornem** produtores de conhecimento, na medida em que se propõem a investigar a elaboração do planejamento, sua implementação e avaliação, da mesma forma que

buscar inovações didáticas e soluções reais para as suas práticas de ensino, deixando de serem meros consumidores de conhecimentos acadêmicos, normalmente distantes de sua realidade escolar (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Dessa forma:

O professor deixa de ser objeto de investigação e sua prática algo a ser avaliado, para tornar-se partícipe com quem se passa a analisar reflexivamente a ação pedagógica, sendo sua participação considerada uma contribuição essencial tanto ao desenvolvimento de conhecimentos ligados à prática, como à própria prática (OLIVEIRA; AMARAL, 2012, p. 5).

Como mencionado anteriormente, ainda são incipientes as ações da universidade que promovem parcerias colaborativas entre professores e pesquisadores, pois a maioria das pesquisas restringe-se a pesquisar “sobre” e não “com” os professores. No entanto, segundo alguns autores, há algumas experiências bem sucedidas no que se refere à articulação universidade-escola, algumas dessas ações estão vinculadas a programas como o PIBID, o Observatório da Educação (OBEDUC) e o Projeto de Iniciação à Docência (PID); que conseguem envolver licenciandos, pós-graduandos, professores da educação básica e formadores universitários (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

Porém, Ribeiro, Santos e Prudêncio (2020) salientam que, apesar do potencial de tais programas na articulação entre a universidade e escola, estes não podem ser vistos de forma isolada e hierárquica, ou seja, suas ações precisam estar articuladas, uma vez que cada um deles desempenha papel formativo distinto, que, em conjunto, podem contribuir para o desenvolvimento profissional dos professores e pesquisadores.

A articulação entre a universidade e a escola também pode ser consolidada por meio de atividades da pós-graduação com a Educação Básica, mediadas por professores que estão em processo de formação continuada e que, conseqüentemente, transitam por esses dois contextos educativos (LÜDKE; CRUZ, 2005; DESGAGNÉ, 2007). Por meio de tal mediação, seria possível articular as demandas da escola com as ações desenvolvidas na universidade (LÜDKE; CRUZ, 2005; DESGAGNÉ, 2007; TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014). Em algumas situações, o “agente mediador” é o pesquisador, que se move entre esses dois mundos (universidade e escola) na tentativa de reaproximá-los e/ou criar um elo entre as duas culturas (DESGAGNÉ, 2007).

Esse processo de mediação é designado por Crecci e Fiorentini (2018) como *comunidade fronteira* (figura 6), em que as duas comunidades compartilham

conhecimentos, culturas, modos de pensar, cada uma com seu próprio horizonte, podendo, no entanto, aproximarem-se por meio do diálogo sobre o processo de ensino e aprendizagem e desafios da prática docente.

Figura 6. Esquema de comunidade fronteiriça



Fonte: Crecci e Fiorentoni (2018, p.15).

Segundo Fiorentini e Carvalho (2015), nesse tipo de comunidade, não existe uma hierarquia em relação aos que ensinam e os que aprendem, pois é uma via de mão dupla, em que todos ensinam e aprendem, a partir de suas realidades distintas.

Ou seja, não teríamos um saber centralizado nem na escola nem na universidade, mas sim na articulação entre as duas esferas de verdade, tendo cada uma papel importante a desempenhar no processo de aprendizagem (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014, p. 390).

Esse aprendizado mútuo promove o crescimento tanto da escola básica e seus professores, quanto da universidade (LÜDKE; CRUZ, 2005). Os professores são auxiliados na solução de problemas advindos do processo de ensino e aprendizagem, bem como no aperfeiçoamento da sua prática profissional; por sua vez, a universidade passa a compreender e refletir sobre os desafios da educação básica e a cultura da prática docente (LÜDKE; CRUZ, 2005; DESGAGNÉ, 2007).

No contexto do ensino de Microbiologia, essa aproximação é fundamental, por se tratar de uma área da Biologia que aborda diversos aspectos científicos e tecnológicos, o que exige a adoção de diversas estratégias que possam auxiliar no contexto da sala de aula e na disseminação do conhecimento científico produzido na universidade, como forma de aproximar, informar e possibilitar à sociedade uma análise sobre os avanços na área (OVIGLI, SILVA, 2010). Além disso, os autores pontuam que essa parceria entre a universidade e a escola é uma das possibilidades de articulação entre ensino, pesquisa e extensão, o “tripé” que sustenta a instituição universitária.

Essa aproximação entre universidade e escola também é primordial para a efetivação da Educação CTS no contexto da sala de aula, pois, como mencionado anteriormente, os professores precisam estar envolvidos no planejamento e desenvolvimento de intervenções didáticas nessa perspectiva, como forma de promover mudanças mais significativas no currículo tradicional de ciências. Para Strieder e col. (2016), é necessário:

[...] ampliar e/ou promover o desenvolvimento de propostas articuladas entre universidade e escola básica, iniciando na formação inicial e se estendendo após essa etapa, quando o professor já se encontra em sala de aula. Isso permite reflexões mais críticas sobre as potencialidades e desafios associados à implementação de propostas sobre Educação CTS [...] na educação básica (STRIEDER et al., 2016, p.77).

A abordagem das inter-relações CTS desde a formação inicial de professores possibilita uma maior apropriação desses elementos pelos professores, o que reflete diretamente na sua formação e na de seus alunos. Para Ribeiro, Santos e Prudêncio (2020), práticas colaborativas em uma perspectiva CTS envolvendo a universidade e a escola propiciam um olhar mais crítico para as demandas escolares, além de contribuir para transposição dos preceitos oriundos da Educação CTS para a sala de aula, permitindo a construção de propostas de ensino compatíveis com a realidade escolar.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, trazemos uma visão detalhada dos aspectos metodológicos da pesquisa, o cenário e os participantes da investigação, bem como os instrumentos que permitiram o alcance dos resultados esperados nesta dissertação. Esta pesquisa foi realizada com base em quatro etapas: a *1ª etapa* consistiu na elaboração da SD no Grupo de Pesquisa; a *2ª etapa* consistiu na validação *a priori* da SD, ou seja, avaliação da SD pelos professores colaboradores; a *3ª etapa* consistiu na realização de entrevistas com esses professores a partir da avaliação da SD; a *4ª etapa* consistiu reelaboração da SD com base nas modificações/sugestões indicadas pelos professores; a *5ª etapa* consistiu na realização de um encontro *online* com os professores, com o objetivo de discutir e refletirmos coletivamente sobre alguns aspectos que poderiam ser melhorados na SD proposta.

3.1 Tipo da pesquisa

O presente estudo é tido como uma pesquisa de natureza interventiva, pois envolve o planejamento e a implementação de propostas didáticas e a análise do seu processo de elaboração, no intuito de buscar melhorias e avanços no ensino e aprendizagem dos envolvidos (TEIXEIRA; MEGID NETO, 2017; DAMIANI et al., 2013). De acordo com alguns autores, pesquisas com essa abordagem permitem que o estudo a ser realizado adquira um caráter aplicado e interdisciplinar e seja fundamentado em uma comunicação horizontal entre o pesquisador e os pesquisados (FELCHER; FERREIRA; FOLMER, 2017; TEIXEIRA; MEGID NETO, 2017).

Além disso, a presente pesquisa assume um caráter colaborativo, pois envolve a participação de professores da educação básica durante a validação da SD. De acordo com Damiani (2008), o trabalho colaborativo entre docentes potencializa a reconstrução de suas práticas, além de enriquecer suas ideias, modo de agir e resolver os problemas oriundos das suas vivências pedagógicas.

No entanto, vale salientar que a perspectiva de trabalho colaborativo defendida neste trabalho não se limita a uma simples reunião de professores e pesquisadores, atuando em conjunto para a concretização de um objetivo em comum, que, neste estudo, foi a SD, mas como uma proposta em que todos os envolvidos sinalizam problemas, propõem alternativas para resolvê-los, reconsideram conceitos e compartilham ideias e vivências, por meio de uma relação dialógica e horizontal, sem distinção hierárquica, em que todos ensinam e aprendem, a fim de concretizarem os objetivos propostos (FIORENTINI; CARVALHO, 2015; TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004; BOA VIDA; PONTE, 2002).

Dessa forma, concordamos com Boa Vida e Ponte (2002) que a utilização do termo “trabalho colaborativo” é adequado apenas em situações em que os envolvidos no processo atuam conjuntamente, numa relação igualitária e não hierárquica, de modo que haja uma via de mão dupla, em que todos são beneficiados. Assim sendo:

A colaboração entre os pares permite uma produção coerente e única [...] O grupo é, pois, antes de qualquer coisa, uma ferramenta, um instrumento a serviço da construção coletiva do saber. São as atividades que dão sentido à ação do grupo ao mesmo tempo em que o dinamizam. É no processo de gestão destas atividades que os componentes do grupo se organizam, repartem papéis, discutem ideias e posições, interagem entre si, definem subtarefas, tudo isso, dentro de uma proposta elaborada, definida e negociada coletivamente (TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004, p. 12).

Com base nesses pressupostos, o planejamento da SD proposta neste trabalho implicou o diálogo, a reflexão, as negociações e as tomadas de decisões conjuntas, entre pesquisadoras e os professores colaboradores envolvidos.

3.2 Contexto da pesquisa

Após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP)⁴, estabelecemos contato com a escola na qual pretendíamos implementar a proposta. Escolhemos, em princípio, a *Escola Municipal Sérgio Carneiro em Olivença*, Ilhéus-BA, uma vez que já havia uma parceria entre a universidade e a escola, por meio de um projeto interdepartamental que tem como finalidade a promoção da formação continuada de professores da educação básica, na perspectiva do DPD e a discussão e construção colaborativa de propostas didáticas.

Trata-se de uma escola que oferece dois níveis de ensino: Educação Infantil, Ensino Fundamental anos iniciais e finais e, na época em que iniciamos esta pesquisa, só havia uma professora de Ciências trabalhando na unidade escolar. Dessa forma, entramos em contato com a professora, apresentamos a nossa proposta e ela dispôs-se a participar da pesquisa. No entanto, por motivos administrativos, ela precisou ser transferida para outra escola do município e, em seu lugar, entrou outro professor. Este participou de algumas atividades de formação desenvolvidas pelo projeto mencionado anteriormente e, ao ser convidado a participar da pesquisa, mostrou-se solícito, e aceitou o desafio. Desse modo, esta pesquisa foi desenvolvida em colaboração com dois professores de Biologia da educação básica.

3.3 Planejamento da Sequência Didática no Grupo de Pesquisa

O planejamento inicial da SD ocorreu no âmbito do Grupo de Pesquisa Temas Atuais para o Ensino em Ciências (TAEC), da Universidade Estadual de Santa Cruz-Campus Soanes Nazaré de Andrade. O grupo dedica-se a estudar referenciais teóricos que abrangem a Educação CTS com aportes freireanos, as Relações Étnico-raciais em interface com o ensino de ciências e diversas questões sociais que tenham relação com o ensino de ciências.

De maneira mais direta, o grupo tem se dedicado a desenvolver materiais didáticos e sugestões de SD que possam ser avaliadas e utilizadas por professores da Educação Básica, como possibilidade de articulação entre o ensino de Ciências e os

⁴ Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e atende a todas as exigências de pesquisas com seres humanos. Número de aprovação (CAAE): 15369619.9.0000.5526.

referenciais pesquisados em situações concretas de ensino e aprendizagem nas aulas de Ciências e Biologia. Dessa forma, o planejamento da SD proposta neste estudo foi realizado no TAEC entre os meses de setembro e dezembro de 2019. Quatro pesquisadoras participaram desse processo.

Inicialmente, foram realizados encontros semanais, totalizando 15 encontros, com duração de 1h30min cada, a fim de estudar e discutir textos que fundamentassem teórico-metodologicamente a SD. Os textos discutidos versavam sobre os seguintes assuntos: planejamento didático-pedagógico; utilização e elaboração de SD no contexto do ensino de Ciências; Educação CTS e documentos oficiais, tais como: a BNCC e o Livro Didático. Após o embasamento teórico e metodológico, começamos a estabelecer objetivos para a construção da SD. Os encontros semanais foram planejados previamente a partir das discussões realizadas nos encontros iniciais. Segue a descrição dos objetivos e das atividades desenvolvidas em cada encontro.

Encontros	Datas	Atividades realizadas
1º	05/09/2019	- Apresentação da proposta da pesquisa pela pesquisadora, com auxílio do PowerPoint. - Discussão dos objetivos e dos procedimentos metodológicos da pesquisa.
2º	12/09/2019	- Leitura e discussão do artigo <i>Estudo da produção científica sobre o enfoque CTS em revistas brasileiras especializadas</i> de Rodríguez e Del Pino (2019), visando averiguar as principais tendências, bem como, os avanços e desafios no âmbito da Educação CTS.
3º	19/09/2019	- Leitura e discussão do artigo <i>A área CTS no Brasil vista como Rede social: onde aprendemos?</i> de Chrispino et al. (2013), no intuito de identificar os autores mais citados nesta área de estudo.
4º	26/09/2019	- Leitura e discussão das diferentes abordagens CTS no contexto da sala de aula, a partir do texto <i>What is STS teaching?</i> de Aikenhead (1994).
5º	03/10/2019	- Leitura do cap. 3 do livro <i>A Prática Educativa: Como Ensinar</i> de Zabala (1998), a fim de discutir sobre a definição de SD, e as diferentes maneiras de estruturá-las ⁵ . - Estruturação prévia da SD, a partir da unidade 4 proposta por Zabala. - Definição do tempo requerido para a sua implementação.
6º	10/10/2019	- Leitura e discussão do artigo <i>Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS</i> de Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018) a fim de compreender a partir de qual perspectiva as SD intituladas CTS estão sendo desenvolvidas.
8º	17/10/2019	- Avaliação da abordagem do conteúdo de Microbiologia no Livro Didático de Biologia do Ensino Médio ⁶ . - Definição dos conteúdos a ser abordados na SD e público-alvo ⁷ .
9º	24/10/2019	- Elaboração do esboço inicial da SD: definição dos objetivos das aulas da SD

⁵ O autor não propõe uma única forma de estruturar Sequências Didáticas. Em vez disso, apresenta quatro unidades didáticas e discorre sobre as possibilidades e carências de cada uma delas, considerando a abordagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A unidade 1 considera apenas a abordagem de conceitos; a unidade 2 é semelhante à unidade 1, e os conteúdos procedimentais se limitam à resolução de fórmulas; na unidade 3, há a inserção dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, mas eles não são avaliados; já na unidade 4, em todas as atividades desenvolvidas há a articulação entre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, e estes também são considerados no processo avaliativo.

⁶ Utilizamos o Livro Didático: AMABIS, J.M; MARTHO, G.R, **Biologia dos Organismos**, v. 2, São Paulo, Ed.: Moderna; 2010.

⁷ Os conteúdos da SD foram definidos a priori pelas pesquisadoras.

10º	31/10/2019	- Elaboração da SD: organização geral das aulas, e principais aspectos científicos, tecnológicos e sociais a ser contemplados.
11º	07/11/2019	- Leitura da Base Nacional Comum Curricular, a fim de discutir as habilidades e competências elencadas neste documento para o Ensino Médio.
12º	14/11/2019	- Elaboração da SD: definição de alguns conteúdos procedimentais e atitudinais a serem contemplados na SD.
13º	21/11/2019	- Discussão do cap. 5 da dissertação de Alves (2018) acerca dos conceitos de: estratégia, método, metodologia, recurso e técnica, e a polissemia que envolve tais termos.
14º	28/11/2019	- Reavaliação dos objetivos das aulas da SD e definição das estratégias didáticas.
15º	05/12/2019	- Análise na íntegra da SD, e definição das diferentes formas de avaliação.

Fonte: dados da pesquisa (2020).

A SD foi desenvolvida para estudantes do 2º ano do ensino médio, visando ao ensino sobre os conteúdos “vírus e bactérias” e à discussão de questões sociocientíficas e tecnológicas atreladas a tais conteúdos, a fim de contribuir para a desconstrução de concepções equivocadas dos estudantes em relação a esses seres, bem como ao desenvolvimento de habilidades e competências elencadas nos documentos oficiais para esse nível de ensino. O 2º ano foi escolhido porque, neste período, os microrganismos são mais estudados e enfatizados no currículo de Biologia. A estrutura da SD respaldou-se nas orientações de Zabala (1998), nos preceitos da Educação CTS (AIKENREAD, 1994), no Livro Didático e na BNCC.

3.4 Validação *a priori* da Sequência Didática

O processo validativo da SD ocorreu durante os meses de abril, maio e novembro de 2020. Tendo em vista a Pandemia do Coronavírus e a necessidade de distanciamento social, enviamos por e-mail o esboço da SD⁸ (apêndice I) no arquivo *Word* elaborado no grupo de pesquisa e pedimos para que os professores analisassem, fizessem críticas e sugestões por meio de comentários no próprio documento.

Após a devolutiva dos professores sobre a SD, analisamos suas observações e sugestões, com base nelas, no instrumento de validação de SD elaborado por Guimarães e Giordan (2011)⁹, e nos princípios teórico-metodológicos que direcionaram a

⁸ Pontuamos que os professores não participaram presencialmente dos encontros no Grupo de Pesquisa para o planejamento inicial da SD, devido à incompatibilidade de horários, porém, tivemos o cuidado de não lhes apresentar uma proposta didática acabada, a ponto de eles não poderem contribuir significativamente com a estruturação e organização das atividades. Isso significa que eles não foram apenas avaliadores da SD, mas também colaboradores no seu processo de construção.

⁹ Nesse instrumento, os autores propõem os seguintes critérios de análise: a) Estrutura e Organização; b) Problematização; c) Conteúdos e Conceitos; d) Metodologias de Ensino; e) Avaliação. Cada critério, desses envolve outros subcritérios. O atendimento de cada um dos critérios e subcritérios do instrumento é avaliado segundo a escala Likert de suficiência (intervalos de 1 a 5), acompanhada de uma justificativa para a avaliação. Porém, modificamos e acrescentamos alguns critérios, considerando os referenciais teóricos utilizados para orientar a estruturação da SD, além disso, em vez da justificativa escrita, achamos melhor entrevistar os professores, visando à obtenção de dados qualitativos.

elaboração da SD, montamos um roteiro de entrevista (Apêndice II), que consistiu no instrumento de validação *a priori* da SD pelos professores.

Na entrevista, buscamos investigar os seguintes critérios: o tempo designado para desenvolver as atividades e estratégias adotadas; a diversificação de estratégias didáticas e sua adequação aos objetivos e conteúdos propostos (conceituais, procedimentais e atitudinais); a diversificação de instrumentos avaliativos, visando abranger todo o percurso dos educandos, e sua relação com os objetivos propostos; a dinâmica das atividades de modo a promover participação ativa dos alunos; em que medida os preceitos da Educação CTS foram contemplados e como eles poderiam ser alcançados a partir do desenvolvimento da SD e, por fim, se os conteúdos de Microbiologia sobre vírus e bactérias foram devidamente trabalhados, se são suficientes para que se alcancem os objetivos propostos.

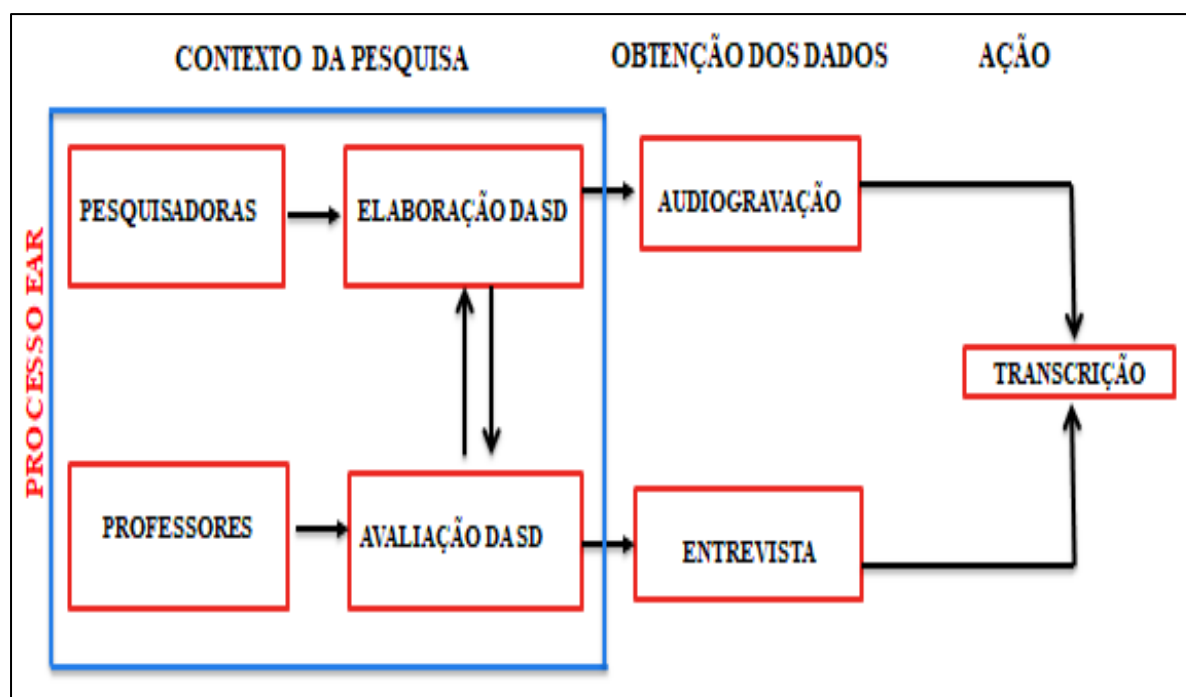
3.4.1 Reestruturação coletiva da Sequência Didática

Com base nas sugestões por escrito dos professores e na entrevista realizada posteriormente com eles, reestruturamos a SD e realizamos um encontro *online* por meio da ferramenta *Google meet* com o objetivo de discutir e refletir coletivamente sobre alguns aspectos que poderiam ser melhorados na SD¹⁰. Ao finalizar o encontro, marcamos uma segunda entrevista (Apêndice III) com os professores a fim de compreender as suas percepções em relação às ações colaborativas, envolvendo a universidade e a escola, procurando focar em que medida a pesquisa colaborativa havia contribuído para seu processo formativo.

No encontro, dialogamos sobre os objetivos propostos para cada aula; os conteúdos a serem abordados; o desenvolvimento das aulas; as estratégias didáticas e avaliativas; as habilidades e competências a serem desenvolvidas em cada aula e se elas eram condizentes com as atividades propostas, finalmente, se o tempo designado seria condizente com as atividades e estratégias adotadas. O encontro foi realizado no dia 19 de novembro de 2020 e teve duração de 2h42min. Salientamos que a reunião foi gravada e transcrita para posterior análise. A Figura 7 apresenta a sequência de ações da pesquisa.

¹⁰ A SD finalizada é apresentada de maneira detalhada no Apêndice IV.

Figura 7 – Contexto e etapas da pesquisa



Fonte: elaborado com base em Bego, Alves e Giordan (2019).

3.5 Participantes da pesquisa

Participaram da elaboração da SD no grupo de pesquisa, quatro pesquisadoras, sendo uma Professora pesquisadora adjunta (orientadora desta pesquisa) do Departamento de Ciências Biológicas-DCB da UESC e três pós-graduandas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (UESC). Duas delas, incluindo a autora deste estudo, são licenciadas em Ciências Biológicas pela mesma Universidade, e uma é licenciada em Pedagogia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Quanto à avaliação da SD, participaram uma professora e um professor. A professora é licenciada em Ciências Biológicas pela UESC e mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, atual PPGECM pela mesma Universidade. Possui experiência docente na Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), onde atua há aproximadamente oito anos na Rede de Ensino de Ilhéus. O professor possui formação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela UESC e atua na rede municipal de Ilhéus, mais especificamente no Distrito de Olivença, há aproximadamente um ano, nos anos finais do Ensino Fundamental.

Como forma de garantir o anonimato dos participantes da pesquisa, seus nomes foram substituídos por nomes de cientistas, conforme acordado no Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice V). Dessa forma, as duas pesquisadoras envolvidas no planejamento da SD serão apresentadas como: Marta Chase e Françoise Barré-Sinoussi e os dois professores envolvidos na avaliação: Rosalind Franklin e Edward Jenner. Tais cientistas foram escolhidos devido às suas grandes contribuições na Ciência.

Marta Cowles Chase, por exemplo, foi uma geneticista norte americana, que juntamente com Alfred Hershey, a partir de estudos com bacteriófagos, confirmou a hipótese de que a molécula de DNA é a responsável pela hereditariedade genética.

Françoise Barré-Sinoussi é uma cientista francesa e um dos grandes nomes na área da Virologia. Dentre os seus principais trabalhos, encontra-se a identificação do vírus da imunodeficiência humana (HIV) como a causa da AIDS, junto com o seu mentor Luc Montaigner.

Rosalind Franklin foi uma das pioneiras nas pesquisas de biologia molecular. Química e biofísica britânica ficou conhecida no meio científico por seus estudos sobre a difração dos raios-x, além de ter sido um dos principais nomes na descoberta do formato helicoidal do DNA, porém, obteve pouco reconhecimento por suas importantes contribuições nesse processo.

-Ester Lederberg foi uma microbiologista americana, foi uma das pioneiras nas pesquisas sobre genética microbiana. Dentre as suas maiores contribuições na ciência, destacam-se: o desenvolvimento do método em placas de cultivo para estudar mutações em bactérias e a identificação do Fago Lambda, um vírus que infecta bactérias. No entanto, quem levou todo o crédito de tais descobertas foi o seu marido, o cientista Joshua Lederberg, que trabalhava juntamente com ela no laboratório da Universidade de Wisconsin.

-Johanna Döbereine foi uma engenheira agrônoma e seus estudos concentraram-se na associação dos microrganismos às plantas, especificamente em bactérias fixadoras de nitrogênio.

-Edward Jenner, por sua vez, foi um médico e naturalista britânico, um dos seus grandes feitos foi a descoberta da vacina contra a varíola.

3.6 Instrumentos para obtenção dos dados

Utilizamos, como instrumento de obtenção de dados, a entrevista semiestruturada e registros em áudio oriundos do processo de elaboração/discussões e avaliação da Sequência Didática.

As entrevistas foram realizadas individualmente com os professores colaboradores via ligação telefônica, sendo registradas com auxílio do aplicativo *Cube ACR* disponibilizado pelo *Google Play Store*, tendo duração média de 1h e 15min.

De acordo com Minayo (1994), a entrevista semiestruturada permite grande interação entre o entrevistador e o entrevistado, favorecendo respostas espontâneas e uma maior liberdade do último em responder, além de permitir o surgimento de questões inesperadas para o entrevistador, que poderão ser de grande utilidade em sua pesquisa. Dentre as limitações dessa ferramenta, destacam-se a influência pessoal do pesquisador sobre o entrevistado e a possível dificuldade na compreensão das perguntas pelos entrevistados (GIL, 1999).

A primeira entrevista, versando sobre o instrumento de validação *a priori* da SD pelos professores, foi composta por 11 perguntas e, em sua elaboração, procuramos discutir os principais aspectos pontuados individualmente pelos professores na avaliação da SD, a estruturação e organização da SD, questões relacionadas ao papel da escola e do professor no planejamento didático-pedagógico. A segunda entrevista, por sua vez, foi composta por sete perguntas e visou compreender as percepções dos professores em relação às ações colaborativas envolvendo a universidade e a escola, assim como se a pesquisa colaborativa contribuiu para seu processo formativo.

3.7 Metodologia de análise dos dados

Os dados foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva-ATD (MORAES; GALIAZZI, 2007). A escolha desse método de análise deu-se em função da sua potencialidade para a (re)estruturação dos textos e ampliação dos seus significados. Os dados foram compostos pela transcrição das entrevistas e das gravações das reuniões com o Grupo de Pesquisa e com os professores. Ambos foram lidos de forma acurada e, a partir daí, teve início o processo analítico: *unitarização, categorização e comunicação* ou *Metatexto*.

1) Unitarização: consistiu em uma leitura minuciosa das transcrições das entrevistas e das audiograções, acompanhada de sua desconstrução, de modo a fragmentá-las em unidades de análise ou unidades de significado ou sentidos, que são construídas em conformidade com os objetivos da pesquisa:

Mais do que propriamente divisões ou recortes as unidades de análise podem ser entendidas como elementos destacados dos textos, aspectos importantes destes que o pesquisador entende mereçam ser salientados, tendo em vista sua pertinência em relação aos fenômenos investigados. Quando assim entendidas, as unidades estão

necessariamente conectadas ao todo. (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.115).

Essa é uma etapa muito importante no desenvolvimento da ATD, pois, nessas unidades, está contida a significância da pesquisa.

2) *Categorização*: nesse momento, as unidades de significado são relacionadas e agrupadas em categorias semelhantes. As categorias podem ser de dois tipos *a priori* (dedutivas) e *a posteriori* ou emergentes (indutivas). As primeiras, dedutivas, estabelecidas antes mesmo da análise do corpus (fonte de dados da pesquisa), e as segundas, indutivas, são estabelecidas após a leitura do corpus.

Adotamos três categorias *a priori* e suas respectivas subcategorias, que são apresentadas no quadro 3 a seguir:

Quadro 3- Categorias e Subcategorias definidas *á priori*.

Categorias	Subcategorias
O planejamento da Sequência Didática: leituras, diálogos e reflexões	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Duração da Sequência. ❖ Aportes teórico-metodológicos para subsidiar o desenvolvimento da Sequência Didática. ❖ Conteúdos. ❖ Diversificação de estratégias didáticas.
A Validação <i>a priori</i> da Sequência Didática: construindo e reconstruindo conhecimentos a partir da troca de vivências	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tempo como um fator determinante para o desenvolvimento das atividades. ❖ Diversificação de estratégias de ensino e avaliação. ❖ Conteúdos e Conceitos. ❖ Habilidades competências a serem trabalhadas na Sequência Didática. ❖ A articulação da Microbiologia, Biotecnologia e da Tríade CTS na Sequência Didática. ❖ Importância da discussão de questões sociocientíficas em sala de aula e o papel do professor de Ciências. ❖ Desinformação na era da informação.
Práticas colaborativas: possibilidades e desafios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Práticas colaborativas: possibilidades e desafios. ❖ Potencialidades e desafios da relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica. ❖ Efetivação dos preceitos CTS em sala de aula. ❖ Contribuições da pesquisa colaborativa da Sequência Didática para o processo formativo dos professores.

Fonte: dados da pesquisa (2020).

3) *Comunicação ou Metatexto*: nessa fase, as categorias servem como âncora para a construção do texto, de modo a permitir a elaboração de descrições e interpretações capazes de apresentarem novas percepções sobre os fenômenos investigados. Tais processos possibilitam uma nova compreensão das partes e do todo, de sorte que o todo nunca será apenas a mera soma das partes, entretanto, constituirá a emergência do novo

e das possibilidades criadoras. A comunicação representa uma espécie de diálogo entre os dados, a interpretação das pesquisadoras e o referencial teórico.

Com base nesta estratégia de análise e a fim de facilitar a compreensão do leitor e melhorar a visibilidade dos dados por parte dele, trechos das entrevistas e das gravações das reuniões foram colocados precedidos pelos nomes fictícios dos participantes (E para entrevista e A para audiogravação), além disso, os vícios de linguagem foram omitidos sem, no entanto, comprometer a fidedignidade das falas. Em determinados fragmentos, tanto das entrevistas, quanto das audiogravações, destacamos alguns trechos em itálico por julgarmos importantes para a sua análise e compreensão.

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a discussão de três categorias com suas respectivas subcategorias e os resultados obtidos a partir das reflexões desenvolvidas no Grupo de Pesquisa, bem como a análise das entrevistas e o encontro com os professores, a fim de indicar as possíveis contribuições da pesquisa colaborativa para o desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre microrganismos na perspectiva CTS, a partir do processo EAR. Na sequência do texto, cada subtítulo corresponde a uma subcategoria.

Primeiramente, são sinalizados os aspectos relevantes do planejamento da SD e discussão no Grupo de Pesquisa, depois os aspectos relativos à sua validação pelos professores e, por último, as percepções dos professores em relação às práticas colaborativas.

4.1 O PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: LEITURAS, DIÁLOGOS E REFLEXÕES.

A presente categoria discorre sobre os diálogos, reflexões e as principais contribuições das pesquisadoras integrantes do Grupo de Pesquisa para a elaboração da primeira versão da SD a partir dos elementos considerados fundamentais no planejamento didático-pedagógico, como: duração da SD; aportes teórico-metodológicos para subsidiar o seu desenvolvimento; e diversificação de estratégias e recursos didáticos.

O quadro 4 apresenta o esboço inicial da SD elaborada no Grupo de Pesquisa.

Quadro 4: Esboço inicial da SD elaborada no Grupo de Pesquisa.

Aula	Objetivo geral	Conteúdos	Desenvolvimento do tema	Estratégias Didáticas	Avaliação
1	Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.	Conceituais: introdução ao estudo dos microrganismos e funcionamento da vacina.	Introdução do tema microrganismos, utilizando o episódio histórico de Pasteur e as supervacinas. Levantamento de hipóteses escrito e individual sobre o desenvolvimento e funcionamento das vacinas. P/casa: Obtenção de informações pelos alunos a respeito do funcionamento das vacinas. Escolha de um filme, série ou livro (sobre o tema) pelos alunos, para discutir erros conceituais e questões científico-tecnológicas, éticas e sociais atreladas a estes.	Recursos audiovisuais (animação sobre Louis Pasteur e a Vacina contra a cólera das galinhas).	Diagnóstica, como forma de identificar os conhecimentos iniciais dos alunos em relação ao mundo microbiano, principalmente no que se refere ao funcionamento da vacina.
2	Compreender a natureza da Ciência e do método científico	Conceituais: Funcionamento e composição da vacina, antígenos e anticorpos. Atitudinais: responsabilidade social, solidariedade e cooperação.	Retomada das hipóteses da aula anterior. Discussão sobre a história da vacina (Edward Jenner) e as implicações éticas no seu processo de produção. Discussão sobre a composição e o funcionamento da vacina.	Materiais audiovisuais: vídeo sobre o funcionamento das vacinas, e jogo didático sobre vacinação.	<i>A definir</i>
3	Conhecer as características gerais dos vírus e seu processo replicativo.	Conceituais: Estrutura, classificação e replicação dos vírus (ciclo lítico e ciclo lisogênico). Procedimentais: realização de pesquisa bibliográfica, elaboração de	Discorrer sobre a estrutura dos vírus utilizando modelos didáticos prontos. Discorrer sobre a multiplicação viral: ciclo lítico e lisogênico (AIDS) e ação dos coquetéis.	Modelos Didáticos de vírus, vídeo sobre a invasão dos vírus no organismo humano, jogo didático sobre a replicação viral.	Pesquisa, confecção e apresentação de modelos anatômicos de diferentes tipos de vírus com materiais descartáveis.

		modelos didáticos e apresentação. Atitudinais: criatividade, autonomia, cooperação.			
4	Reconhecer e avaliar o caráter ético e social do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Conteúdos conceituais: diversidade de vírus	Discussão sobre a gripe a partir do levantamento de hipóteses (por que não temos vacina para tudo? Podemos contrair alguma doença mesmo já tendo sido imunizado contra ela?). Movimento antivacina – discussão sobre a pseudociência Revolta da vacina- relato histórico e discussão de RER, comunidades “excluídas”.	Vídeo sobre a diversidade de vírus e respostas sobre imunização e segurança das Vacinas. Textos sobre a Revolta da Vacina.	<i>A definir</i>
5	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temáticas envolvendo Ciência e Tecnologia.	Relações-Étnico-Raciais-(RER), comunidades “excluídas” etc.	Elaboração de um júri simulado	Júri simulado considerando algumas problemáticas envolvidas na Revolta da Vacina.	A aprendizagem dos alunos será avaliada no decorrer do júri simulado, de acordo com a mobilização dos argumentos científicos.
6	Conhecer as características gerais das bactérias.	Conceituais: Estrutura e formas das bactérias.	Apresentação do experimento de Alfred Hershey e Martha Chase (1952). Discussão sobre a estrutura e as diferentes formas das bactérias	Modelos didáticos, imagens e recursos visuais (datashow).	<i>A definir</i>
7	Conhecer a forma de cultivo de bactérias e a sua existência nos mais diversos ambientes. Refletir sobre as implicações do uso incorreto dos antibióticos.	Conceituais: arqueas; reprodução das bactérias; fatores que influenciam o crescimento microbiano; fases do crescimento microbiano.	Levantamento de hipóteses sobre a existência de bactérias nos mais diversos ambientes, incluindo o organismo humano, vulcões, mar morto, entre outros. Desenvolver algumas experiências envolvendo as bactérias: Cultivo de bactérias utilizando materiais alternativos (Cassanti et al, 2008) Teste de produtos de limpeza (Cassanti et al, 2008) Discussão sobre antibióticos, bactérias super-resistentes e automedicação. Uso indiscriminado de antibióticos na	Modelos didáticos e experimentação (cultivo de bactérias utilizando materiais alternativos; teste de produtos de limpeza).	<i>A definir</i>

			alimentação animal (avicultura e pecuária) e uso de pro bióticos.		
8	<i>Em construção</i>				
9					
10	Reconhecer os benefícios e as implicações éticas e sociais das biotecnologias.	Conceituais: princípios da Engenharia Genética; transgenia; OGMS; técnica CRISPR. DNA recombinante (produção de insulina).	Discussão sobre o uso do bacteriófago (fago lambda) na Engenharia Genética pela técnica CRISPR. Discussão sobre o filme, série ou livro escolhido pelos alunos na primeira aula.	Material de apoio: Episódio de Grey's Anatomy (uso do vírus HIV atenuado em um procedimento médico) e textos.	<i>A definir</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020)

a) Duração da Sequência Didática

Como citado anteriormente, as Sequências Didáticas consistem em um conjunto de aulas sequenciadas e articuladas para a consecução de determinado objetivo. Geralmente, são utilizadas na abordagem de conteúdos complexos e/ou que demandam longo tempo para serem trabalhados, possibilitando, assim, o aprofundamento do tema. No entanto, sua elaboração e implementação requer planejamento, principalmente no que se refere ao gerenciamento do tempo na realização das atividades que a compõem e a quantidade de horas/aulas necessárias para a sua implementação.

Ressaltamos a importância de considerar esses aspectos, principalmente o último, porque é comum encontrar trabalhos sobre SD na literatura que nomeiam uma única atividade como uma Sequência Didática (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR; OLIVEIRA NETO, 2015). Essa foi uma das preocupações no processo de elaboração da nossa proposta de SD, como apresentado no Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Trechos das falas das pesquisadoras sobre a duração da Sequência Didática.

Pesquisadoras	Falas
Ester Lederberg	<i>Tem como ter uma ideia de quantas aulas isso toma? Porque, assim, essa questão, a SD é mais de uma aula, mas a gente precisa agora ter a noção de que a gente não pode fazer dois meses de vírus, mas também não podemos dizer que fizemos uma SD de uma aula. Sei lá, se a gente pensar, uma aula para essa questão das características gerais, estrutura... Talvez uma para reprodução. Olhando aí né [a organização do Livro Didático], eu diria que levaria umas 3 aulas? E aí eu acho que a gente colocaria outra que seria a questão da Engenharia Genética. Uma SD com 4 aulas?</i>
Johanna Döbereine	<i>Eu acho que ainda é pouco, porque se a gente for olhar que cada aula dura 50 minutos.</i>
Ester Lederberg	<i>Então, já vai anotando as coisas que você tem que perguntar à Rosalind¹¹. As aulas são dobradas (geminadas)? Não, né? Nem sempre.</i>
Johanna Döbereine	<i>Quando são duas aulas... Mas se forem fragmentadas, só a chamada já acabou a aula, porque eu já dei aula no estágio com aulas desse tipo e não dava tempo para quase nada.</i>
Marta Chase	<i>E isso vai influenciar no planejamento, porque se a gente tiver duas aulas, a gente consegue fazer mais coisas, mas se for uma...</i>
Ester Lederberg	<i>Vai ter que retomar. Aquela coisa toda... Quantas aulas de Biologia têm na semana?</i>
Johanna Döbereine	<i>Geralmente, são duas aulas semanais.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

¹¹ Como citado anteriormente, apesar da validação da SD envolver dois professores, estamos apenas nos referindo à Rosalind Franklin, porque, inicialmente, a sequência seria implementada por ela, mas, como explicamos anteriormente, ela foi transferida para outra escola, e o Edward Jenner assumiu o seu lugar na escola na qual iríamos implementar a proposta. No entanto, quando ele a substituiu o esboço da SD já estava elaborado.

A partir das falas apresentadas é possível observar que houve uma preocupação em relação ao tempo requerido para a implementação da SD em sala de aula, uma vez que precisaríamos ter uma ideia de quantas aulas o conteúdo de vírus demandaria, para não alongar demais a SD ao ponto de não *fazer dois meses de vírus, ou dizer que fizemos uma SD de uma aula.*

Segundo Bastos et al. (2017), apesar das potencialidades das SD na abordagem de conteúdos longos ou complexos, elas oferecem alguns desafios principalmente no que se refere ao tempo para a sua execução. Isso faz com que os professores do ensino básico apresentem resistências em adotar essa ferramenta pedagógica em sala de aula, tendo em vista a quantidade de conteúdos a serem ministrados durante o ano letivo, a fragmentação do tempo em horas-aulas, a não-vinculação do professor em uma única escola, entre outros.

No contexto do ensino sobre Microbiologia, especificamente sobre os vírus, acreditamos que uma *SD com 4 aulas ainda é pouco*, tendo em vista a complexidade desses seres, e levando em consideração que se as aulas *forem fragmentadas*, irão *influenciar* diretamente no planejamento, por isso, seria importante saber *quantas aulas de Biologia tem na semana.*

De acordo com Guimarães e Giordan (2013), quando as SD são planejadas apenas pelos pesquisadores (especialistas), as atividades e o tempo são limitantes, visto que eles não consideram as especificidades do contexto em que a SD será implementada, mas quando ela envolve o próprio professor da escola, o fator tempo é analisado de maneira mais flexível, uma vez que integra o seu planejamento anual e considera as especificidades do contexto em que este está inserido. Essa prática coletiva e participativa possibilita que o professor se reconheça como autor das suas próprias práticas pedagógicas (FARIAS et al., 2009).

Menegolla e Sant'Anna (2002) também pontuam que:

Os atos de planejar e executar devem ser ações conjugadas e não separadas e exclusivas. Os que vão ser os sujeitos para os quais se dirige a ação do plano devem participar do planejamento, expressando suas ideias, os seus problemas, os seus interesses, as suas necessidades, os seus objetivos e as suas possibilidades, para agirem, com maior eficiência a ação transformadora. Sabemos que o ato de planejar não é um ato de ditadura, mas algo democrático e participativo, não é imposição, mas discussão e abertura, onde todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem agem e interagem durante todo o processo. Portanto, esta interação deve se dar também no processo de do planejar (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002, p. 62).

Por esse motivo, é mais que necessária a participação dos professores na elaboração de diferentes formas de planejamento que vão interferir diretamente em seu fazer pedagógico. Na elaboração da SD, também consideramos a articulação entre o tempo e os conteúdos a serem contemplados:

Quadro 6- Trechos das falas das pesquisadoras sobre a duração da SD e os conteúdos abordados

Pesquisadoras	Falas
Johanna	Eu também preciso conversar com a Rosalind se ela prefere, por exemplo, <i>uma SD só com vírus, ou que contemple vírus e bactérias</i> , apesar de que, se contemplar os dois conteúdos, a Sequência <i>ficará maior</i> , eu acho que não dá pra gente trabalhar não.
Ester	Então, mas era exatamente o que eu ia falar nesse sentido, porque, por exemplo, <i>talvez eu não consiga convencer o professor a ficar um mês só abordando vírus em sala de aula, mas eu consigo [...] um mês e meio de vírus e bactérias. Cabe a nós fazer essa ligação.</i>
Marta	Aí tem muita coisa que dá para conversar os dois, por exemplo, a relação dos vírus e bactérias quando o vírus infecta as bactérias, isto é, os bacteriófagos. Aproveita isso e já trabalha a questão de como trabalha o vírus. <i>Não precisa abordar os dois separadamente.</i>
Ester	Aqui são vírus e aqui são bactérias. E aí eu acho que consigo atrair o professor porque aí fica <i>um mês e meio para um capítulo [...] Então, vamos pensar... Um mês e meio, daria o quê? 10 aulas?</i>
Johanna	Isso!

Fonte: dados da pesquisa (2020).

A partir das falas, é possível verificar que a definição dos conteúdos a serem abordados em uma SD está intimamente relacionada com o tempo previsto para a implementá-la, dado que *uma SD com dois conteúdos ficará maior*, porém, se analisarmos o contexto da nossa pesquisa, que envolve o ensino sobre microrganismos, *talvez não seja possível convencer o professor a ficar um mês só abordando vírus, mas pode ser viável para ele um mês e meio de vírus e bactérias, de modo que não precise abordar os dois separadamente.*

Essa questão do tempo para o desenvolvimento da SD foi enfatizada pela professora Rosalind no encontro coletivo:

Quadro 7- Trechos da fala da professora Rosalind sobre a duração da SD e os conteúdos abordados.

Rosalind_A: [...] eu concordo com o Edward sobre a questão de a gente <i>avaliar o tempo [...] um professor não pode ficar dois meses trabalhando um conteúdo só</i> . Já que a gente vai trabalhar com vírus e bactérias. Pense, se você tiver uma SD com 10 aulas, de 50 minutos cada, isso vai dar um mês e uma semana de aula, Edward vai poder dizer também, mas <i>eu acho que se eu tenho uma SD que vai levar um mês e uma semana de aula, eu acho possível, já que a gente vai trabalhar vírus e bactérias. Se você apresentasse para mim isso, eu toparia. Em um caso extremamente necessário, um mês e meio, ia ficar meio apertado, se fosse uma SD com 12h/aulas, por exemplo, mas dava para tentar. Mais do que isso, eu acho inviável, ficar mais de um mês e meio, trabalhando um conteúdo.</i>
--

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Para a professora Rosalind, é necessário *avaliar o tempo* no planejamento de propostas como as SD, contudo, é *possível trabalhar um mês e meio com vírus e bactérias*. Esse *feedback* dos professores, especificamente da Rosalind, foi muito importante, pois evidencia a necessidade de se levar em consideração a realidade do professor e da escola, quando se estiver pensando em propostas didáticas para o contexto da sala de aula.

Além disso, a articulação entre vírus e bactérias na SD pode ser favorável à aprendizagem, visto que Batista, Cunha e Cândido (2019) ao analisarem Livros Didáticos de Biologia do ensino médio apontaram que a maioria dos livros não propõem uma articulação entre o estudo de vírus com outros assuntos abordados anteriormente, isto é, com outros microrganismos¹². Ainda segundo os autores, se essa conexão fosse feita, possibilitaria aos estudantes perceberem que os conteúdos estão interligados e, sobretudo, que estes fazem parte de suas vivências, o que poderia facilitar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências e Biologia.

Salientamos também que outros aspectos importantes a serem considerados no planejamento didático pedagógico são o embasamento teórico-metodológico e o uso de fontes, além do livro didático, como forma de diversificar as atividades desenvolvidas. Esses dois pontos auxiliam o professor a contemplar aspectos que, porventura, tenham sido negligenciados e/ou pouco aprofundados no livro didático, de modo que o estudante possa, além de ter um melhor entendimento do conteúdo, compreender que o livro e o professor não são a única fonte de informações.

b) Aportes teóricos e metodológicos para subsidiar o desenvolvimento da SD

Alguns autores assinalam que a maioria dos estudos sobre SD no contexto do ensino de Ciências não têm evidenciado as escolhas teóricas e metodológicas que têm subsidiado sua elaboração e análise (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011; SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR; OLIVEIRA NETO, 2015; ALVES; BEGO, 2017a; 2017b; ALVES, 2018). Nesse contexto, procuramos discutir sobre as principais fontes e referenciais teóricos que utilizamos para fundamentar a SD proposta nesta pesquisa.

¹² É importante salientar que falta de articulação entre os vírus e demais microrganismos pode ser proveniente do fato dos vírus serem completamente diferentes dos outros grupos microbianos, não sendo considerado por uma grande parte da comunidade científica como um ser vivo ou até mesmo um microrganismo. De acordo com Tortora, Funke e Case (2012, p.368), "o vírus é considerado um agregado excepcionalmente complexo de elementos químicos ou um microrganismo muito simples". No nosso estudo, apesar dessas particularidades, adotamos o conceito de vírus como um microrganismo devido ao seu tamanho microscópico, ainda que ele seja um parasita intracelular obrigatório, ou seja, que depende de células hospedeiras vivas para se replicarem.

Quadro 8- Trechos das falas das pesquisadoras em relação à fonte e autores utilizados para fundamentar a SD.

Pesquisadoras	Falas
Johanna	<p>[...] e ela falou que está usando o <i>Amabis</i> [...]. eu queria mostrar como esse livro traz os conteúdos dos microrganismos, inclusive eu achei bem <i>ilustrativo</i> [...]. Em relação à <i>organização dos capítulos do livro Amabis</i>, no primeiro capítulo, ele traz a questão da Sistemática, no segundo capítulo, ele já começa a abordar sobre os microrganismos, iniciando com vírus e, no terceiro capítulo, ele elucida as microalgas, protozoários e fungos protistas.</p> <p>[...] eu estava “stalkeando” o Lattes de <i>Marcelo Giordan</i>, tava até conversando com Marta Chase sobre isso, porque eu vou usar a <i>ferramenta dele</i> [o processo EAR], só que, assim, não tem nenhum trabalho dele falando sobre a aplicação dessa ferramenta em uma pesquisa mesmo, ele só traz a ferramenta em um trabalho teórico apresentado no ENPEC. Eu entrei no Lattes dele essa semana e <i>vi que tem o artigo dele em parceria com outro pesquisador que é sobre o planejamento de SD e as potencialidades do EAR para a formação inicial de professores, eu acho que este estudo pode ajudar bastante na nossa sequência</i>, já que, querendo ou não, a gente olha para a SD dele, mas não tem aquela coisa descrevendo como foi todo o processo.</p>
Marta	<p>Eu não sei se vai ser assim, mas <i>eu acho que você vai usar a ferramenta dele, porém você vai ressignificar um pouco essa ferramenta.</i></p>
Ester	<p>Que é <i>Elaboração-Aplicação-Avaliação (EAR)</i> [...]. E aí gente, eu acho que a grande coisa é a gente <i>buscar fazer o modelo 4</i> [proposto por Zabala, 1998].</p>
Françoise	<p>É a que está mais fundamentada.</p>
Ester	<p>O que eu tinha marcado aqui, <i>para a gente olhar para esse modelo 4 [Proposto por Zabala, 1998] dentro do esquema do Aikenhead, a partir da introdução da questão social, tecnologia, ciência, tecnologia e volta para a sociedade. Vocês conseguiram ver/localizar objetivo do CTS dentro desse modelo 4?</i></p>

Fonte: fontes da pesquisa (2020).

Para a elaboração/estruturação da SD proposta nos baseamos no livro didático utilizado pela professora Rosalind, no modelo 4 de unidade didática sugerido por Zabala (1998) e no esquema CTS proposto por Aikenhead (1994), no sentido de articular os conteúdos sobre Microbiologia e Biotecnologia com os preceitos da Educação CTS. Além disso, nos respaldamos na ferramenta de elaboração e validação de SD proposta por Guimarães e Giordan (2013), denominado processo EAR (Elaboração-Aplicação-Avaliação), como forma de possibilitar o trabalho colaborativo. Para isso, fizemos algumas adaptações a partir do contexto da nossa pesquisa, a fim de *ressignificar um pouco essa ferramenta.*

Para Alves (2018), ao se considerar os aportes teórico-metodológicos no planejamento didático-pedagógico, estamos contribuindo tanto para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, quanto para a desconstrução da ideia de que o planejamento é algo burocrático, que deve ser feito com base apenas na sequência de conteúdos apresentada no livro didático.

O livro didático (LD) consiste ainda, na maioria das vezes, no principal recurso utilizado pelo professor para o planejamento das suas aulas, porém, ele deve ser utilizado de forma crítica e reflexiva, caso contrário:

[...] o que deveria ser um dos instrumentos de ensino, com sugestões de conteúdos e atividades [...] frequentemente aparece, no entanto, como único recurso e como um norteador principal do trabalho docente. Concordando com esta ideia, Bezerra e Nascimento (2015) afirmam que, devido à precariedade da educação brasileira, o livro didático funciona hoje como um guia para o planejamento (SODRÉ-NETO; COSTA, 2016, p. 471).

Dessa forma, concordamos com Bego (2013) ao afirmar que o livro didático deve deixar de ser a única referência para as ações educativas dos professores, para tornar-se um instrumento de consulta, apoio e inspiração. Além disso, Libâneo (2013) sinaliza que o professor precisa ter domínio conceitual e sensibilidade crítica ao recorrer ao livro didático para selecionar os conteúdos, pois ainda que seja muito mais difícil nos dias atuais encontrar distorções teóricas e erros conceituais nesses livros, não raro esse material tende a apresentar o conhecimento científico como algo pronto, acabado e ahistórico e, ademais, a forma como o conteúdo é exibido pode ser distante da realidade social dos alunos, o que pode reforçar ainda mais os mitos relacionados à CT.

c) Conteúdos

Como pontuado anteriormente, os conteúdos são importantes elementos do planejamento didático-pedagógico. No entanto, eles não devem resumir-se a uma lista de assuntos, fórmulas e nomenclaturas que os alunos devem saber, mas envolver o desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes pelos estudantes frente a situações reais do seu cotidiano. No processo de elaboração da SD, definimos, inicialmente, a temática geral a ser trabalhada, em seguida, discutimos os aspectos sociais e tecnológicos atrelados a eles e, por último, a articulação deles com os conceitos científicos.

Quadro 9- Trechos das falas das pesquisadoras em relação aos conteúdos a serem contemplados na Sequência Didática.

Pesquisadoras	Falas
Johanna	[...] aí assim, eu não sei se a gente [...] vai <i>envolver todos os microrganismos na SD.</i>
Ester	Não!
Johanna	Ou se a gente vai optar por um, ou dois...
Marta	<i>Não vai sobrar espaço para os outros conteúdos.</i>
Ester	<i>“O que você fez esse ano?” - “Estudei vírus só”. [...] aí na questão do levantamento de hipóteses já entra alguns conceitos de microrganismos.</i>
Johanna	De bactérias, né? Porque <i>iremos trabalhar com vírus e bactérias.</i>

Marta Chase	Mas, eu acho que nesse primeiro momento a gente não precisa trazer o vírus ou a bactérias
Ester	Pode ser sobre bactérias. Por que não pode inverter? Começar a falar de bactérias e depois falar sobre vírus.
Marta	<i>Eu acho que a chave é essa, a gente não vai falar nem em vírus e nem em bactérias nesse primeiro momento, a gente vai chamar de microrganismos. Porque aí nem eles [os alunos] vão fazer essa relação. “Ah, isso é bactérias, isso é vírus”. Eles vão pensar em microrganismos de forma geral. E também a gente pode adaptar a história [de Pasteur] para não transparecer que é vírus ou bactérias.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Considerando que o universo dos microrganismos é extremamente complexo, é inviável *envolver todos eles na SD*, uma vez que isso tomaria um tempo significativo das aulas, impossibilitando a abordagem de outros conteúdos pelo professor. Dessa forma, optamos por focar em vírus e bactérias. A escolha pelo estudo dos vírus deu-se pelo fato de que a maioria das pesquisas sobre SD aborda mais as bactérias e os fungos, e aquelas que estão voltadas para o ensino dos vírus concentram-se apenas nos aspectos patogênicos desses seres. Além disso, há uma dificuldade por parte dos professores em trabalhar com esses organismos em sala de aula, uma vez que só podem ser visualizados por meio de microscópios eletrônicos. Sobre esse aspecto Sodré-Neto, Sousa e Azevedo (2015) pontuam que:

A Microbiologia, uma das áreas que exigem um maior nível de abstração por estudar organismos invisíveis a olho nu, deve promover o desenvolvimento, por parte dos alunos, de uma visão ampla sobre os microrganismos e as suas relações, mostrando que estes não são responsáveis unicamente por efeitos negativos, mas também podem trazer benefícios aos outros organismos, participando da manutenção do equilíbrio ecológico, da produção de alimentos e fármacos, da indústria de cosméticos, dentre outras atividades que fazem parte do dia-dia da sociedade (SODRÉ NETO; SOUZA; AZEVEDO, 2015, p. 50).

Apesar da necessidade de se evidenciar os aspectos positivos dos microrganismos em diversos âmbitos, principalmente na manutenção do equilíbrio ambiental, no livro didático (LD) analisado, essa questão da patogenicidade foi bastante evidente:

Quadro 10- Trechos das falas das pesquisadoras sobre a abordagem dos vírus e bactérias no livro didático.

Pesquisadoras	Falas
Marta	[...] <i>ao analisar a disposição desses conteúdos no Livro Didático, percebemos que está muito ligado à questão patogênica. Vírus se multiplicam, fala sobre como funciona os vírus, em seguida vem vírus e doenças humanas. Está faltando um pouco aí da questão do vírus, por exemplo, como ferramenta para a Engenharia Genética.</i>
Ester	Aí que eu acho que é a grande “sacada” da <i>Biotecnologia, Engenharia Genética...</i> Então, eu acho que a gente poderia explorar uma coisa bem legal.

Johanna	Inclusive, isso é umas das críticas de um artigo que eu li, é que eles falam que <i>nos LD, tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, eles focam muito na questão das doenças</i> , é claro que é importante, a gente sabe que alguns microrganismos são patogênicos, mas eles discorrem muito sobre isso. <i>No final do capítulo, que eles discorrem um pouco sobre alguns benefícios, aplicação [...] Na questão prática, mas eles discorrem mais sobre as doenças.</i>
Ester	E quando vem o exemplo é sempre a mesma coisa, o iogurte, pão.
Marta	<i>E lá na frente, por exemplo, os alunos têm dificuldade para entender a genética relacionada com esses seres, a bactéria, o vírus.</i> Enfim [...] Porque os relaciona mais com as doenças.

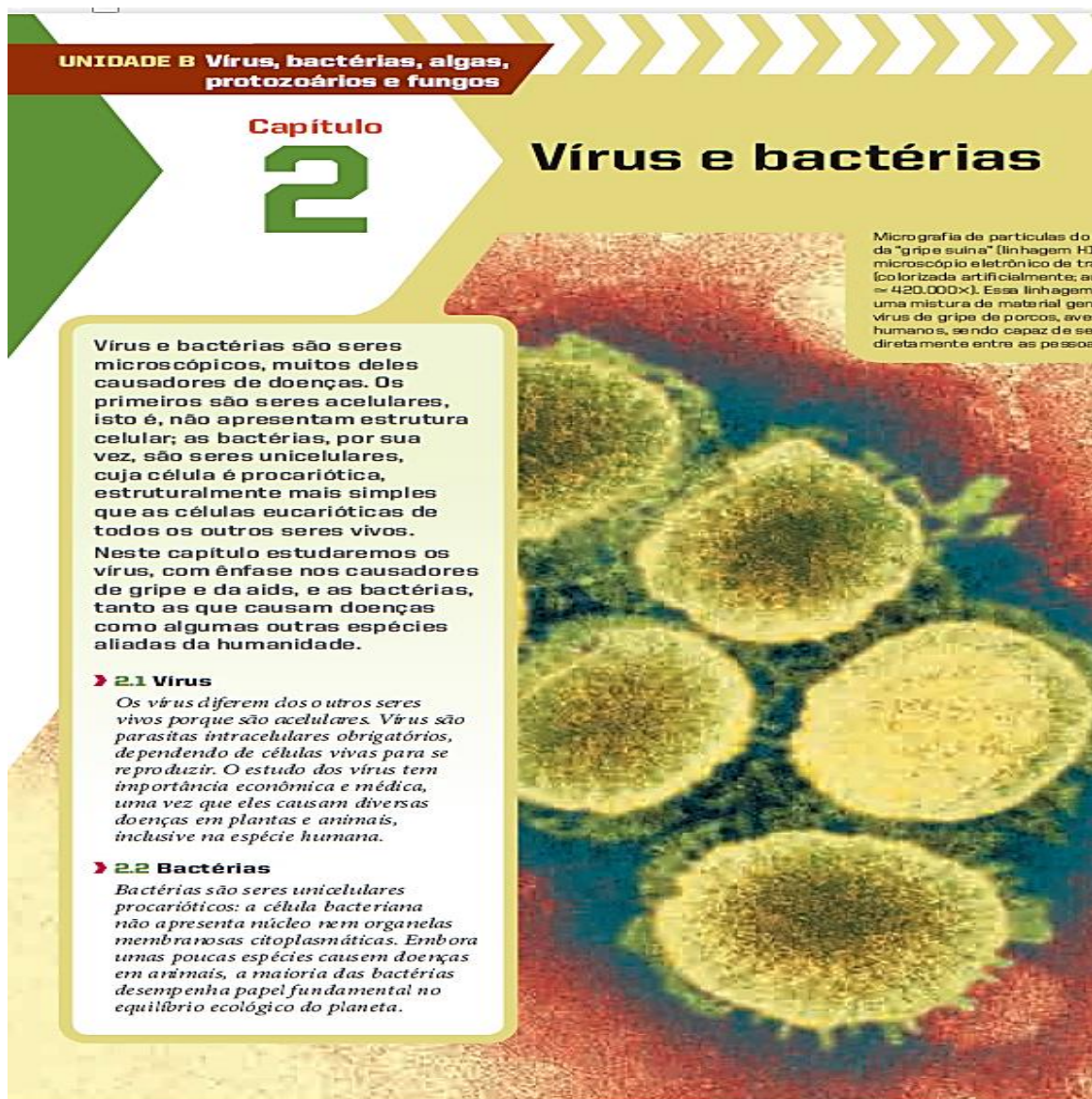
Fonte: dados da pesquisa (2020).

Ao analisar a abordagem dos vírus e bactérias no livro didático, percebemos que esse conteúdo *está muito ligado à questão patogênica*, sendo muito pouco ou nada explorado seu potencial biotecnológico no âmbito da *Engenharia Genética*, por exemplo. Esse é um problema comum nos LD de Biologia, pois *tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, eles focam muito na questão das doenças associadas a esses seres*. Porém, essa abordagem excessiva dos aspectos negativos dos microrganismos pode interferir diretamente na aprendizagem dos estudantes, visto que eles podem, *lá na frente, ter dificuldade para entender* assuntos importantes como *a genética relacionada com esses seres*. Logo:

É de extrema importância que o aluno compreenda a presença de material genético nos microrganismos, pois assim ele poderá entender que, por exemplo, boa parte da economia, da indústria alimentícia, da indústria farmacêutica etc., depende da reprodução e consequente produção microbiana. Desta forma os estudantes podem desmistificar a ideia de que os microrganismos estão relacionados apenas às doenças e compreender outras importâncias das atividades desses seres (SODRÉ NETO; COSTA, 2016, p.472).

Não obstante ser fundamental a abordagem desses aspectos, o fato de o professor basear suas aulas majoritariamente no LD, tende a impossibilitar que ele discorra sobre os microrganismos para além do contexto das doenças, pois, como citado anteriormente, nos LD, esse é o maior enfoque. De acordo com alguns autores, é comum, nos livros didáticos, a ênfase nas doenças bacterianas e virais em detrimento dos benefícios propiciados por estes microrganismos (VILAS BOAS; NASCIMENTO JUNIOR; MOREIRA, 2014; AZEVEDO, SODRÉ NETO, 2014; KARAS, HERMEL, GÜLLICH, 2018). No LD analisado, isso não foi diferente, como observado na Figura 8.

Figura 8: Apresentação do capítulo introdutório sobre microrganismos no LD analisado.



Fonte: Amabis e Martho (2010, ¹³p. 43).

A partir da introdução do conteúdo, é possível observar que a abordagem dos conteúdos vírus e bactérias está voltada exclusivamente para o contexto das doenças, não havendo nenhuma discussão sobre seus benefícios. Neste sentido, concordamos com Karas, Hermel e Güllich (2018) ao afirmarem que:

Quando o conteúdo é abordado de modo fragmentado, priorizando os aspectos morfológicos e associando os vírus às doenças e epidemias, tem-se uma limitação do conteúdo, o que gera uma imagem nociva, e os outros papéis positivos destes organismos no meio ambiente são ignorados (KARAS; HERMEL; GÜLLICH, 2018, p.86).

¹³ É importante destacar que analisamos os conteúdos desse livro, porque a professora da escola o utiliza no planejamento das suas aulas, por ser mais dinâmico, mas a escola dispõe de livro atualizado pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).

Os autores ainda pontuam que tais organismos, apesar de serem causadores de algumas doenças, são fundamentais para as áreas de Biotecnologia, Bioética e Economia. Em relação à abordagem das bactérias no livro didático, ainda que seja pontuado que algumas *bactérias são aliadas à humanidade*, o foco principal é sua patogenicidade e, apenas no *final do capítulo*, eles *discorrem um pouco sobre alguns benefícios e aplicação* (Figura 9).

Figura 9- Benefícios das bactérias elucidadas no LD analisado.

CIÊNCIA E CIDADANIA **A importância das bactérias para a humanidade**

Biotecnologia

- 1 O desenvolvimento científico e tecnológico tem levado, cada vez mais, à utilização de seres vivos em tecnologias úteis à humanidade, atividade conhecida genericamente como **biotecnologia**.
- 2 Embora tenham sido descobertos apenas no século XVII, os microrganismos já são utilizados há muitos séculos em biotecnologias de produção de alimentos, como na fabricação de queijos, iogurtes, requeijões, vinagre, picles etc.
- 3 Bactérias também são utilizadas na indústria farmacêutica para a produção de antibióticos e vitaminas. O antibiótico neomicina, por exemplo, é produzido por uma bactéria do gênero *Streptomyces*. A indústria química também utiliza bactérias para produzir substâncias como o metanol, o butanol, a acetona etc. Nos grandes centros urbanos, as bactérias ganham cada vez mais destaque como agentes decompositores da matéria orgânica dos esgotos domésticos e do lixo.
- 4 O potencial biotecnológico das bactérias cresceu nas últimas décadas devido ao desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, também chamada de Engenharia Genética. Essa tecnologia consiste em um conjunto de técnicas que permite modificar

geneticamente certas bactérias, fazendo-as produzir substâncias de interesse comercial. Já se produz hormônio de crescimento e insulina idênticos aos humanos utilizando como “fábricas” bactérias geneticamente transformadas pela Engenharia Genética.

Biorremediação

- 5 **Biorremediação** é a utilização de microrganismos, principalmente bactérias, para limpar áreas ambientais contaminadas por poluentes. O grande interesse por esse tipo de procedimento deve-se ao fato de a biorremediação ser mais simples, mais barata e menos prejudicial ao ambiente que os processos não biológicos utilizados atualmente, como recolher os poluentes e transportá-los para outros locais.
- 6 Como exemplo de biorremediação pode-se citar a utilização de bactérias do gênero *Pseudomonas* na descontaminação de ambientes poluídos por pesticidas ou por petróleo. *Pseudomonas* spp. e outras bactérias semelhantes oxidam diversos compostos orgânicos nocivos, transformando-os em substâncias inócuas ao ambiente. Atualmente as pesquisas têm se voltado para o estudo genético dessas bactérias, a fim de modificar seus genes e aumentar sua eficiência como despoluidoras.

Fonte: Amabis e Martho (2010, p. 43).

Tais fatos evidenciam a necessidade do desenvolvimento de propostas didáticas que contemplem tanto os aspectos nocivos desses organismos quanto suas potencialidades, uma vez que alguns deles realmente causam doenças, mas a maioria não representa riscos à nossa saúde. Uma das possibilidades em evidenciar esses aspectos é por meio da articulação entre a Microbiologia, Biotecnologia e elementos da Educação CTS.

d) Articulação dos conteúdos de Microbiologia com a Biotecnologia e os preceitos CTS

Como pontuado inicialmente, a Microbiologia é uma área da Biologia com um grande potencial para abordagem de aspectos científicos, tecnológicos e sociais, uma vez que envolve uma diversidade de organismos que são fundamentais nos processos biotecnológicos, seja na medicina, agricultura, engenharia sanitária e de alimentos, entre outros, o que exige um entendimento crítico dos educandos a respeito dessas inovações.

Nesse contexto, buscamos discutir alguns elementos do modelo de unidade didática 4 proposto Zabala (1998) e do esquema CTS proposto por Aikenhead (1994) na tentativa de promover essa articulação:

Quadro 11: Trechos das falas das pesquisadoras em relação à articulação entre os referenciais utilizados para fundamentar e estruturar a SD.

Pesquisadoras	Falas
Ester	[...] <i>vocês conseguiram ver/localizar objetivo do CTS dentro desse modelo 4?</i> [proposto por Zabala, 1998].
Johanna	Eu consegui visualizar bastante a <i>questão da problemática social</i> , que, por exemplo, ele propõe, inicialmente, uma questão...
Marta	Mas essa situação problemática, ela está na unidade 2 e no 3 também. Eu acho que o que aproxima de CTS mesmo é a explicação que ele dá, que <i>precisa ser um conflito social e histórico</i> .
Ester	Mas se você olhar aqui na unidade 4, fala assim: “ <i>o professor ou professora desenvolve o tema em torno de um fato ou acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos</i> ” (p. 58). Então, isso corresponderia à introdução de uma <i>questão social no esquema de Aikenhead</i> [...] então, eu acho que aqui a gente pode partir tanto de um tema mais local, de repente a gente pode começar com coisas da UESC, ou coisas mais gerais mesmo, mas que é um tema que nós, enquanto professores introduzimos, não é necessariamente um tema que os alunos trazem. [...] eu acho que a grande questão é que pra resolver os aspectos 1 e 2 propostos na unidade 4 de Zabala, ele [o aluno] vai precisar de conhecimento de Ciência e Tecnologia. [...] Aquela história lá do Pasteur era vírus ou bactérias, vocês lembram?

Fonte: dados da pesquisa (2020).

A partir do modelo da unidade 4 (Figura 10) apresentada por Zabala (1998), tentamos *ver/localizar* alguns elementos que se aproximariam dos *objetivos CTS*. Percebemos que ao Zabala pontuar que “*o professor ou professora desenvolve o tema em torno de um fato ou acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos*”, isso poderia corresponder à *introdução de uma questão social no esquema CTS proposto por Aikenhead*. Esse tema poderia partir tanto de um tema mais local, ou coisas mais gerais mesmo, contanto que fosse um *conflito social e/ou histórico*, que poderia ser introduzido por *nós, enquanto professores*, e não necessariamente a partir do que os alunos trazem.

Figura 10 - Unidade 4 proposta por Zabala (1998).

UNIDADE 4	CONTEÚDOS		
1. Apresentação situação problemática	C		
2. Problemas ou questões	C	P	A
3. Respostas intuitivas ou suposições	C	P	A
4. Fontes de informação	C	P	A
5. Busca de informação	P	C	A
6. Elaboração de conclusões	P	C	A
7. Generalização	C		
8. Exercícios de memorização	P	C	
9. Prova ou exame	C		
10. Avaliação	C	P	A

Fonte: Zabala (1998, p.60).

Um dos aspectos bastante discutidos dentro do campo CTS é sobre a definição dos temas a serem trabalhados em sala de aula. Alguns autores têm criticado a não realização da investigação temática para a definição dos temas CTS (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009; ROSO; AULER, 2016). Para Roso e Auler (2016), tais temáticas precisam partir obrigatoriamente da realidade dos educandos.

No entanto, defendemos que, apesar da necessidade de considerar a realidade local dos educandos como forma de (re)significar o conteúdo abordado, a definição de tais temas pode ser feita a partir da percepção do professor, sem a realização de todo o processo de investigação temática, desde que ele “tenha a preocupação de problematizar situações concretas e contradições vividas pela sociedade” (ROSA; STRIEDER, 2018, p.106).

Dessa forma, concordamos com Araújo-Queiroz (2019) ao afirmar que:

[...] a obtenção de um tema para a problematização de CTS não é gerado somente a partir do processo de investigação temática e nem por isso as ideias e pressupostos de Freire são contrapostas tampouco deixam de ser trabalhadas. Não consideramos problemática a possibilidade de trabalhar Freire-CTS sem a realização da investigação na comunidade a qual a escola encontra-se inserida. Pelo contrário, entendemos que esse processo condiciona possibilidades de diálogo e problematização, possibilitando aos sujeitos envolvidos o desvelamento da realidade (ARAÚJO-QUEIROZ, 2019, p. 34).

Isso quer dizer que a articulação Freire-CTS não se limita ao processo de investigação temática, pois envolve outros aspectos, tais como uma leitura crítica da

realidade pelos educandos e o seu posicionamento nas questões relacionadas à Ciência e Tecnologia (ROSA; STRIEDER, 2018; ARAÚJO-QUEIROZ, 2019).

Tais aspectos foram considerados em todo o processo de articulação entre os conteúdos de Microbiologia, Biotecnologia e CTS na SD proposta.

Quadro 12- Trechos das falas das pesquisadoras em relação à articulação entre os conteúdos de Microbiologia, Biotecnologia e CTS.

Pesquisadoras	Falas
Marta	Eu acho que a gente vai precisar fazer um <i>movimento de ir e vir: começa no social, vem um pouquinho para o conceito científico, depois dessas hipóteses deles e, depois, volta para o social de novo.</i>
Ester	E eu acho que, nesse caso, <i>esse social pode ser histórico também.</i>
Johanna	É porque aí entra um pouco da <i>História da Ciência.</i>
Ester	[...] a gente entra com a história da ciência [...] e algumas discussões sobre a <i>construção do trabalho científico.</i> Porque essa história de Pasteur mostra que foi um erro experimental, demonstrando que <i>a ciência não é feita só de certezas</i> , de coisas que a gente acerta. Então, <i>nessa primeira fase, a gente pode entrar com uma questão de História da Ciência e Natureza da Ciência.</i> Então, esse social pode ser histórico. E nessa história da ciência, a gente pode conseguir mostrar que não foi o Pasteur sozinho que descobriu a Vacina contra a Cólera das galinhas. <i>Então, aqui a gente ainda pode voltar para o social, porque temos a questão histórica e depois a gente já pode discutir a questão social, por meio da vacina.</i>
Marta	É aí a gente já traz uma <i>Tecnologia.</i>
Ester	Isso. E também <i>a gente precisa ver depois o que entra de conteúdo aqui [...] então, a gente começa falando sobre vacina, vacina contempla CT.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Como pontuamos anteriormente, no esquema de Aikenhead, a sociedade representa o ponto de partida de forma que os temas são definidos a partir de questões sociais. A partir disso, eles articulam-se com alguma tecnologia, por meio da qual os conteúdos científicos são definidos, em seguida, é retomada a discussão da tecnologia abordada, o que se faz à luz dos conceitos trabalhados e, finalmente, a problemática inicial é rediscutida, visando à tomada de decisão e a construção de uma leitura crítica da realidade social.

No entanto, esse esquema, segundo o próprio autor, não precisa ser interpretado de maneira inflexível, ou seja, *esse social pode ser histórico também*, possibilitando, dessa maneira, a abordagem da *história da ciência e algumas discussões sobre a construção do trabalho científico e da natureza da ciência.* A partir de tais discussões, é possível incorporar *a questão social*, que, em nosso estudo, *pode ser por meio da vacina que contempla CT.* Essa articulação é *um movimento de ir e vir: começa no Social histórico, vem um pouquinho para o conceito científico, contempla a Tecnologia,*

depois, volta para o Social de novo, mas, nesse ponto, à luz dos conceitos científicos abordados anteriormente.

De acordo com Gil-Pérez et al. (2005) e Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), para que os educandos desenvolvam um posicionamento crítico e responsável em relação aos aspectos científicos e tecnológicos e aos problemas sociais que lhes afligem na tentativa de compreendê-los e, se possível, encontrem soluções para eles, é necessário que o ensino lhes deem subsídios para compreender tanto a natureza do contexto científico-tecnológico, quanto sua influência na sociedade. Segundo os autores, isso requer uma articulação dos conteúdos abordados com conhecimentos básicos sobre filosofia, história e natureza da ciência, como forma de possibilitar a superação da visão empobrecida da construção do conhecimento científico.

A compreensão da construção do conhecimento é fundamental porque mostra que a ciência não é feita só de certezas, ou seja, “a ciência é uma atividade humana e social situada historicamente e que possui limitações” (FERNANDES, 2016, p. 26).

Essa articulação entre diferentes áreas de conhecimentos fornece subsídios para a interdisciplinaridade, como apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Trechos das falas das pesquisadoras em relação à interdisciplinaridade na SD.

Pesquisadoras	Falas
Marta	Também tem a questão da interdisciplinaridade. <i>A gente ainda nem está pensando necessariamente em interdisciplinaridade e ela já está aí.</i> Porque essa discussão já está envolvendo várias áreas, não só no sentido de unir disciplinas, está indo além disso.
Ester	[...] porque aqui a coleta de informações ainda está muito geral, ela não está, “ah, olha lá com o professor de Biologia”. As informações ainda estão muito misturadas no sentido das <i>áreas de conhecimento que estão sendo mobilizadas.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020)

A presença da interdisciplinaridade nas propostas CTS ocorre porque a discussão das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade *mobiliza várias áreas de conhecimentos, que vão além da unificação de disciplinas.*

Para alguns autores, esse caráter interdisciplinar da Educação CTS surge na medida em que esta possibilita a articulação de aspectos científicos, tecnológicos e sociais, envolvendo outras disciplinas como a filosofia e história da ciência e da tecnologia, sociologia, o que permite eliminar barreiras entre as diversas temáticas abordadas (STRIEDER, 2008; FERNANDES, 2016).

Fernandes (2016) pontua que a diversificação de estratégias didáticas é um dos elementos que caracteriza as práticas interdisciplinares em uma perspectiva CTS, pois

facilita a aprendizagem dos conteúdos e o desenvolvimento de habilidades pelos educandos.

e) Diversificação de estratégias didáticas

A diversificação de estratégias didáticas é um aspecto fundamental no ensino de Microbiologia, uma vez que é uma área da Biologia que aborda seres presentes em todos os lugares, mas difíceis de serem visualizados. Esse foi um aspecto também discutido pelas pesquisadoras (Quadro 14).

Quadro 14 - Trechos das falas das pesquisadoras em relação à diversificação de estratégias didáticas na SD.

Pesquisadoras	Falas
Johanna	[...] dá até pra a gente já começar a fazer <i>levantamento dos conhecimentos prévios deles</i> [os alunos] no momento dessa discussão, algo que Zabala tanto enfatiza no desenvolvimento das unidades didáticas. <i>E diferente do que é apresentado pela maioria das SD na literatura, que [a investigação dos] conhecimentos prévios dos alunos é realizada por meio de questionários, um questionário inicial, depois um questionário final.</i> Então, a gente pode fazer esse <i>levantamento de conhecimentos prévios numa discussão.</i>
Ester	<i>Via hipótese.</i>
Marta	Tem até uma parte nesse sentido no texto sobre <i>diversificar métodos.</i>
Ester	Isso. <i>E o diversificar metodologia também faz parte de CTS.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

A maioria dos estudos sobre SD presentes na literatura envolve uma diversidade de estratégias didáticas, porém, estas tendem a não ser consideradas no processo avaliativo. Geralmente, *os conhecimentos prévios e a aprendizagem dos alunos são avaliados por meio de questionários*, em uma dinâmica de pré e pós-teste.

Carvalho (2013) afirma que as inovações didáticas devem estar vinculadas às inovações avaliativas, pois a adoção de novas metodologias exige uma nova postura em relação aos métodos avaliativos.

Em relação aos conhecimentos prévios dos educandos, Zabala (1998) assinala que são de suma importância no processo de ensino e aprendizagem, pois, para o autor, um ensino de qualidade deve utilizar o que o educando já sabe como uma ponte tanto para a aprendizagem de novos conhecimentos, quanto para o domínio de novas habilidades.

No contexto do ensino sobre Microbiologia não é diferente, pois:

Para que a aprendizagem significativa em Microbiologia seja efetivada é essencial que ela seja fundamentada partindo dos

conhecimentos prévios, fazendo com que o aluno exercite sua mente promovendo a construção do conhecimento de maneira ativa, através do intercâmbio entre o que ele já conhece e o novo conceito. É importante salientar ainda que, por meio dessa forma de ensino, pautada nos conhecimentos prévios, o aluno poderá superar concepções alternativas podendo construir um conhecimento mais adequado em relação às atividades microbianas (SODRÉ-NETO; SOUZA; AZEVEDO, 2015, p. 50).

No entanto, para que haja êxito nesse processo é necessária atenção na escolha de estratégias de ensino, para que o universo dos microrganismos não se torne ainda mais negativo e distante da realidade dos educandos (CASSANTI et al., 2008). Essa foi uma das preocupações recorrentes no processo de elaboração da SD proposta (Quadro 15).

Quadro 15: Trechos das falas das pesquisadoras em relação à aula expositiva na SD.

Pesquisadoras	Falas
Marta	Aí eu fico pensando que <i>fica contraditório se a gente colocar uma aula expositiva para trabalhar com esses aspectos [multiplicação viral e estrutura]. [...] mas eu falo da aula expositiva em si. Você vai lá, enche um slide com várias coisas e os alunos tiveram a experiência deles de buscarem informações, todo o movimento, e depois ficarem na aula esperando você falar os conceitos científicos.</i>
Ester	<i>É por isso que a gente vai precisar diversificar as estratégias didáticas</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

É importante salientar que quando Marta fala que *fica contraditório usar uma aula expositiva*, não estamos menosprezando esse método de ensino, pois, a depender do momento e da forma que ela é utilizada, pode ser favorável à aprendizagem. Marta refere-se ao momento específico da aula, em que se teria toda uma dinâmica, levantamento de hipóteses, discussões e engajamento dos alunos e, logo em seguida, viria uma aula expositiva, para trabalhar com os conceitos envolvendo os microrganismos. Logo, Marta evidencia a necessidade da adoção de estratégias de ensino que contribuam para o protagonismo dos educandos ao longo de toda SD.

Isso é relevante porque a preocupação na diversificação de *métodos e metodologias também faz parte da Educação CTS*. De acordo com Sousa (2013), a interatividade e envolvimento ativo dos estudantes é um aspecto primordial em propostas de ensino vinculadas à Educação CTS, algo que tende a não acontecer quando se usa somente, ou majoritariamente, aulas expositivas centradas na figura do professor.

Segundo Oliveira (2017), a elaboração de uma SD fundamentada na perspectiva CTS deve pautar-se na diversificação de recursos e estratégias didáticas, a fim de promover uma maior interação entre professor e alunos e o desenvolvimento de

habilidades e competências pelos educandos. Neste sentido, planejamos utilizar em nossa SD múltiplas estratégias e recursos didáticos, tais como: **i) estratégias didáticas:** aulas expositivas dialogadas, leitura e discussão de textos, sessões para debate, dinâmicas de grupo, aulas práticas, confecção de modelos didáticos, jogo didático, resolução de problemas etc.; **ii) recursos didáticos:** diversas modalidades de textos, livro didático, recursos audiovisuais como vídeos, projetores, animações, apresentações em powerpoint, modelos didáticos etc.

Para Barbosa e Barbosa (2010), essa diversificação no ensino sobre microrganismos é necessária, pois estes são seres microscópicos e de difícil compreensão exigindo, dessa forma, a adoção de aulas diferenciadas para tornar o conteúdo mais compreensível e atrativo para os estudantes.

Oliveira (2017) destaca que, independentemente da estratégia didática adotada, é necessário que o professor promova a participação ativa dos educandos, por meio de atividades que possibilitem o levantamento e o teste de hipóteses, análise e discussão dos resultados obtidos e o registro das conclusões alcançadas, como forma de contribuir para o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva deles.

Na elaboração da SD, buscamos desenvolver atividades que contemplassem tais atributos:

Quadro 16 - Trechos das falas das pesquisadoras à adoção de atividades investigativas na SD.

Pesquisadoras	Falas
Ester	Minha ideia é que, aqui [na primeira aula], a gente já tentasse trabalhar com alguma atividade investigativa [...] não precisa <i>ser um tema de contar uma historinha, acho que já pode ser uma questão.</i>
Marta	<i>Para incentivar o questionamento do aluno...</i>
Ester	<i>O levantamento de hipóteses [...], se a gente conseguir pensar uma questão que seja mais social, histórica... [...] aquela história lá do Pasteur era vírus ou bactérias, vocês lembram?</i>
Marta	<i>[...] legal essa história. É um tipo de situação que dá para a gente usar nesse primeiro momento que vai estimular a curiosidade deles pra saber o que aconteceu e então vão começar a falar.</i>
Ester	<i>“Ah, por que as galinhas não morreram?”</i>
Marta	<i>A gente já contempla várias coisas neste momento, porque a gente consegue trazer a discussão da Natureza da Ciência, por meio da História da Ciência e já começa a trabalhar com a atividade com característica investigativa.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Um dos aspectos discutidos por nós, pesquisadoras, é que a SD desenvolvida contemplasse atividades com características investigativas, a partir do *levantamento e teste de hipóteses*, como forma de *incentivar o questionamento dos alunos e estimular a sua curiosidade*. De acordo com Azevedo (2004), uma atividade investigativa deve

incluir, necessariamente, uma questão problematizadora, questionadora e que estimule o diálogo.

Outro aspecto que buscamos incluir na SD proposta foi a coleta de informações/dados pelos educandos (Quadro 17).

Quadro 17 - Trechos das falas das pesquisadoras em relação à busca de informação pelos estudantes

Pesquisadoras	Falas
Ester	[...] <i>Então, a gente já fechou a questão do levantamento de hipóteses, isto é, de conhecimentos prévios, via hipótese, colocou a questão social e deu conta dos aspectos 1 e 2 [unidade 4 de Zabala].</i>
Marta	[...] <i>o terceiro aspecto é como se eles [os alunos] fossem buscar outras fontes de informação [sobre o funcionamento da vacina], além da sala de aula.</i>
Ester	<i>E é mais ou menos nesse momento que eles [os alunos] vão precisar de conhecimentos de Ciência e Tecnologia para compreender sobre o funcionamento da vacina.</i>
Marta	<i>Ai, por exemplo, poderia ser uma entrevista com algum aluno da Uesc que faz pesquisa.</i>
Ester	<i>Com algum médico, algum enfermeiro, algum agente de saúde do postinho.</i>
Marta	<i>E aí, de certa forma, esses profissionais vão fornecer algumas informações científicas, eles já vão se aproximar do conhecimento científico.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Após o levantamento de *conhecimentos prévios, via hipótese*, concordamos que seria interessante que os educandos *fossem buscar outras fontes de informação [sobre o funcionamento das vacinas], além da sala de aula*, por meio, por exemplo, de *entrevista* com algum pesquisador ou profissional da saúde, uma vez que os alunos precisam de *conhecimentos de Ciência e Tecnologia e tais profissionais poderiam fornecer algumas informações científicas*, que os aproximariam *do conhecimento científico*.

Segundo Azevedo (2004), para que uma atividade seja, de fato, investigativa, é necessário que esta não se limite apenas à manipulação ou observação pelos estudantes, devendo contemplar características de um trabalho científico como relato, interpretação e reflexão de dados, entre outras.

Entretanto, é preciso considerar que estamos trabalhando em uma perspectiva colaborativa, como pontuado pela pesquisadora Ester no Quadro 19 a seguir:

Quadro 19 - Trecho da fala da pesquisadora sobre à participação dos professores na elaboração da SD.

Pesquisadora	Fala
Ester	<i>Então, gente... Vamos tentar pensar no ideal, mas é com [os professores] que a gente vai conversar sobre o real.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Dessa forma, concluímos que, embora tivéssemos como objetivo realizar o planejamento em parceria com os professores, nesse momento, por conta da

incompatibilidade de horários e algumas dificuldades na comunicação via telefone, alguns aspectos foram definidos *a priori* por nós, pesquisadoras. Neste sentido, tínhamos total consciência de que diversos aspectos das aulas que planejamos precisariam ser modificados, e outros acrescentados, em decorrência da realidade da sala de aula e da escola, e do próprio professor, porém, isso faz parte do processo, visto que:

Planejar é tomar decisões, mas essas decisões não são infalíveis. O planejamento sempre está em processo, portanto, em evolução e readaptação. Não é um processo estático, mas dinâmico, onde podem ser redefinidos os meios e recursos, modificadas as estratégias de ação, mas isto só quando observadas e constatadas certas incongruências na sua estrutura (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2002, p. 35).

Em outras palavras, o planejamento didático-pedagógico é um constante movimento de ir e vir, permeado por avaliação e reflexão. A partir desses pressupostos, discorreremos a seguir sobre as contribuições e reflexões dos professores da Educação Básica sobre o planejamento inicial da SD proposta nesta pesquisa.

4.2 VALIDAÇÃO A *PRIORI* DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONSTRUINDO E RECONSTRUINDO CONHECIMENTOS A PARTIR DA TROCA DE VIVÊNCIAS.

Esta categoria disserta sobre a avaliação da SD proposta (Quadro 4) pelos dois professores da educação básica, suas contribuições e reflexões a partir da troca de vivências. Como citado anteriormente, esta categoria está estruturada em nove subcategorias, definidas a partir do instrumento de validação adaptado de Guimarães e Giordan (2011), são elas: a) tempo como um fator determinante para o desenvolvimento das atividades; b) diversificação de estratégias de ensino e avaliação; c) conteúdos e conceitos; d) habilidades e competências a serem trabalhadas na SD; e) articulação da Tríade CTS e Biotecnologia na Sequência Didática; f) importância da discussão de questões sociocientíficas em sala de aula e papel do professor de Ciências e g) desinformação na era da informação.

Os professores colaboradores da pesquisa, como já citado, atuam na Rede Municipal e Estadual do município de Ilhéus e lecionam as disciplinas de Ciências e Biologia.

O Quadro 20 apresenta a SD reestruturada a partir da avaliação dos professores¹⁴

¹⁴ As modificações realizadas na SD foram oriundas da sua avaliação individual pelos professores e a partir das sugestões dadas por eles no encontro coletivo.

Quadro 20: SD reestruturada a partir da avaliação dos professores

Aula	Objetivo geral	Habilidades e competências	Desenvolvimento do tema	Estratégias Didáticas	Avaliação
1	Identificar os conhecimentos prévios dos educandos sobre os microrganismos e a função das vacinas.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reconhecer na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. ❖ Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. ❖ Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, gráficos, tabelas, vídeos, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apresentação da Sequência Didática, a partir da temática geral, que são os microrganismos, sem especificar quais deles serão abordados. ❖ Apresentação do vídeo sobre o episódio histórico de Pasteur e as supervacinas a fim de suscitar o levantamento de hipóteses pelos estudantes. ❖ Levantamento de hipóteses escrito e individual sobre o desenvolvimento e funcionamento das vacinas. ❖ P/casa: Obtenção de informações pelos alunos a respeito do funcionamento das vacinas. 	Aula expositiva e uso de recursos audiovisuais (animação sobre Louis Pasteur e a Vacina contra a Cólera das galinhas).	Diagnóstica, como forma de identificar os conhecimentos iniciais dos alunos em relação ao mundo microbiano e às vacinas. E avaliação das habilidades de escrita e comunicação dos estudantes durante as discussões.
2	Compreender a Natureza da Ciência e o método científico, sobretudo o que envolve o desenvolvimento de vacinas, como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações que tratam sobre Ciência e Tecnologia vinculados por diferentes meios, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Retomada das hipóteses da aula anterior. ❖ Leitura e discussão de textos sobre a história da vacina (Edward Jenner) e as implicações éticas e políticas no seu processo de produção e, as suas implicações no Brasil, bem como, problematizar a natureza da CT e 	Aula expositiva dialogada, vídeos, leitura e discussão de texto.	Serão avaliadas as habilidades de comunicação, interpretação e argumentação dos estudantes durante as discussões.

	social.	<p>conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. ❖ Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. ❖ Compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade. 	<p>do método científico.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Problematização do reflexo da primeira vacina no Brasil, a partir da discussão sobre Relações-Étnico-Raciais (RER) e comunidades excluídas, envolvendo a Revolta da Vacina. 		
3	Refletir sobre a saúde coletiva por meio da vacinação como forma de reduzir a circulação de vírus e microrganismos no ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nessas utilizações. ❖ Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, e tomar decisões responsáveis no dia a dia. ❖ Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Discussão das questões norteadoras referentes aos textos lidos na aula anterior. ❖ Discussão sobre a vacinação como uma questão de saúde pública. ❖ Aplicação do jogo didático sobre vacinação: “<i>Um por todos e todos por um</i>” (MASQUIO; SANTOS, 2018). 	Aula expositiva dialogada e jogo didático.	Os alunos serão avaliados mediante a sua participação e suas habilidades em trabalhar em grupo, participação, postura, comportamento e apropriação dos conceitos científicos abordados nas aulas anteriores.

		da Ciência e Tecnologia na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.			
4	Conhecer as características gerais e a diversidade dos vírus.	Reconhecer, na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Retomada de alguns questionamentos feitos na primeira aula da SD. Exemplos: <i>Quais microrganismos vocês conhecem? Qual a sua importância?</i> ❖ Apresentação dos microrganismos que serão abordados no decorrer da SD e quais aspectos dos mesmos serão evidenciados. ❖ Elucidação sobre as estruturas dos vírus, suas funções e o ciclo replicativo dos vírus, utilizando como ilustração o Corona Vírus e o vírus HIV. ❖ P/casa: Realização de entrevistas pelos educandos com avós ou indivíduos mais velhos que fazem parte do círculo familiar, a fim de entender a relação que eles estabelecem com as vacinas. 	Aula expositiva dialogada, vídeos e entrevistas.	Os alunos serão avaliados a partir dos relatos socializados, e serão avaliadas também as habilidades de comunicação, interpretação e argumentação dos estudantes durante as discussões.
5	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temáticas envolvendo Ciência e Tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, gráficos, tabelas, de modo a promover debates em torno 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Socialização dos relatos dos educandos sobre a relação que seus avós estabelecem com as vacinas. ❖ Organização de um debate em torno das questões concernentes à COVID-19: o surgimento de uma vacina; uso de medicamentos 		A aprendizagem dos alunos será avaliada no

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reconhecer e avaliar o caráter ético e social do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania 	<p>de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações que tratem sobre Ciência e Tecnologia vinculados por diferentes meios, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. ❖ Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social, como partes integrantes da cultura humana contemporânea. ❖ Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de Ciência e Tecnologia, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. ❖ Utilizar os conceitos 	<p>como a Cloroquina, entre tantos outros; isolamento vertical x isolamento horizontal; discussão da pseudociência (fake news); movimento antivacinas; falta de credibilidade da Ciência e, as implicações da Pandemia nas estruturas sociais, políticas, econômicas do país.</p>	<p>Júri simulado</p>	<p>decorrer do júri simulado, de acordo com a mobilização de argumentos científicos e bem apresentados, além das suas habilidades em trabalhar em grupo, envolvimento e postura.</p>
--	---	--	---	----------------------	--

		científicos e ser capaz de integrar valores, e tomar decisões responsáveis no dia a dia.			
6	Conhecer as características gerais das bactérias.	-	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Discussão sobre o experimento de Alfred Hershey e Martha Chase (1952). ❖ Elucidação das estruturas, funções e as diferentes formas das bactérias. ❖ Confeção de modelos esquemáticos de diferentes tipos de bactérias pelos educandos. ❖ P/casa: preparação de meios de cultura pelos educandos. 	Aula expositiva dialogada e modelos didáticos.	Os alunos serão avaliados mediante o seu envolvimento na aula e durante a confecção dos modelos esquemáticos em grupo.
7	Conhecer as formas de cultivo de bactérias e a sua existência nos mais diversos ambientes.	Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação à existência de microrganismos, especificamente as bactérias nos distintos ambientes, incluindo o organismo humano. ❖ Discussão sobre a reprodução das bactérias, as fases e fatores que influenciam o seu crescimento. ❖ Coleta de bactérias no entorno da escola, em celulares, fones de ouvidos, capacetes, ou até mesmo da boca, entre outros. ❖ P/casa: sortear os temas para elaboração dos vídeos a serem apresentados na aula seguinte. <i>Temas a serem sorteados:</i> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Importância ecológica das bactérias; ❖ Importância das bactérias na composição da microbiota 	Aula expositiva dialogada e experimental.	Participação dos educandos durante as discussões e mobilização destes durante a coleta de microrganismos.

			<ul style="list-style-type: none"> intestinal; ❖ Importância das bactérias na alimentação; ❖ Produção de Insulina ❖ Técnica CRISPR ❖ Uso indiscriminado de antibióticos, bactérias super-resistentes e automedicação. 		
8	Reconhecer a importância ecológica das bactérias e os benefícios e as implicações éticas e sociais das Biotecnologias.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. ❖ Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. ❖ Reconhecer os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano. ❖ Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo e a interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. ❖ Justificar a importância da 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análise das placas de Petri, a fim de constatar se houve crescimento de microrganismos diferenciando o que é fungo e o que é colônia de bactérias, e retomada de alguns conceitos abordados na aula anterior. ❖ Socialização dos vídeos produzidos pelos alunos. 	Aula experimental e expositiva dialogada e vídeos	Os alunos serão avaliados mediante a sua participação na análise e discussão dos resultados obtidos na Placa de Petri, e a partir da elaboração e socialização dos vídeos.

		<p>preservação e conservação da biodiversidade do solo, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, e tomar decisões responsáveis no dia a dia.			
--	--	---	--	--	--

Fonte: dados da pesquisa (2020)

a) Tempo como um fator determinante para o desenvolvimento das atividades

O bom gerenciamento do tempo em sala de aula é um aspecto essencial nas práticas educativas dos professores e na qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

Contudo, há uma grande dificuldade em sua materialização por parte dos professores, uma vez que são influenciados por vários fatores que, na maioria das vezes, fogem do seu controle, a exemplo da quantidade de conteúdos a serem ministrados, os alunos que chegam atrasados, tempo requerido para fazer chamada, entre outros. Porém, tais fatores podem ser amenizados quando existe um planejamento adequado das atividades pedagógicas a serem desenvolvidas, levando em consideração as possíveis casualidades que poderão surgir durante o seu desenvolvimento.

Nesse contexto, tendo em vista a importância do fator tempo para o gerenciamento das aulas pelo professor, alguns aspectos foram pontuados pelos professores da pesquisa a respeito do uso de SD:

Edward Jenner_E: Eu acho que é um *ganho para a aprendizagem dos alunos, porque você tem mais tempo para trabalhar, você pode se aprofundar mais no conteúdo*, o aluno vai ter uma visão mais ampla [...] claro que também não pode *se estender muito*, porque o aluno vai ser privado de *outros conteúdos* [...]. Se a gente pensar que os alunos têm duas a três aulas por semana, acho que [a SD proposta] *foi bem distribuída*.

Rosalind Franklin_E: [...] nós temos uma *série de temas pra trabalhar dentro de um ano letivo*, dentro de uma unidade, e claro que eu posso abrir mão de vários deles, mas *eu não posso abrir mão de todos eles e ficar trabalhando uma unidade inteira só um conteúdo*, entende? Então, eu preciso pensar como que eu posso *discutir Microbiologia dentro de uma perspectiva CTS de maneira produtiva, mas, no mínimo, de tempo possível*, eu acho que este é outro grande desafio. Porque quando eu olhei a SD, eu fiquei pensando assim: ok, 10 aulas. Como nós temos *duas aulas de Biologia por semana*, 10 aulas dariam 5 semanas. Eu achei, a depender do contexto *no currículo do diurno, a gente poderia até dar um jeito e ficar 5 semanas trabalhando nisso, mas, no contexto da EJA*, que os cursos são semestrais, *eu não teria condições nenhuma* de ficar 5 semanas com um único assunto [...]. Então, eu tenho que definir qual é o meu público-alvo.

Quando os professores argumentam que as Sequências Didáticas podem ser um *ganho para a aprendizagem dos alunos, mas que é necessário não ficar trabalhando uma unidade inteira só um conteúdo*, corroboram com o que é pontuado por alguns autores de que, quando bem elaboradas, as SD podem ser uma excelente ferramenta para o aprofundamento de determinado conteúdo, por envolverem várias aulas, no entanto,

uma das principais dificuldades em sua utilização é o tempo para sua execução, uma vez que pode comprometer a abordagem de outros conteúdos durante o ano letivo (BASTOS et al., 2017).

Para a professora Rosalind, outro aspecto a ser considerado no planejamento de uma SD é a *definição do público-alvo*, pois, para ela, no *contexto da EJA, seria inviável ficar cinco semanas trabalhando um único conteúdo*. De acordo com Lopes et al. (2020), a delimitação do público-alvo na elaboração de SD é um aspecto fundamental, pois evidencia que ela não é universal, ou seja, a forma como ela está estruturada pode não ser apropriada a todos os níveis de ensino.

No contexto específico da EJA, Porto e Teixeira (2016) sinalizam que a implementação de propostas na perspectiva CTS no âmbito disciplinar, especificamente nessa modalidade de ensino, de fato, limita a abrangência das temáticas abordadas, visto que são propostas que buscam problematizar não somente os conteúdos específicos, mas também a associação destes com aspectos filosóficos, históricos, políticos, sociológicos, econômicos, humanísticos e éticos, o que requer mais tempo, ou seja, um número maior de aulas.

Porto e Teixeira (2016) e Ribeiro, Santos e Prudêncio (2020) consideram que a rigidez do currículo e o tempo podem comprometer a introdução das perspectivas CTS no contexto escolar. Porém, apesar dessa limitação, Porto e Teixeira (2016) defendem que, no âmbito da EJA, é possível e viável o desenvolvimento de práticas educativas de maneira mais abrangente e interdisciplinar, uma vez que seu currículo é mais flexível, pois não visa ao cumprimento de uma série de conteúdos de caráter propedêutico, como ocorre no ensino médio regular.

Atrelado à questão do tempo, a professora Rosalind destacou outro desafio, que é *discutir Microbiologia dentro de uma perspectiva CTS de maneira produtiva*. Isso significa que não basta o professor abordar isoladamente aspectos relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade em sala de aula, é preciso problematizar suas inter-relações, bem como os mitos e as concepções ingênuas que lhes são associadas. Ou seja, para que o ensino seja caracterizado como CTS, é necessário extrapolar a dimensão disciplinar e explorar as implicações econômicas, sociais, políticas, culturais, ambientais e éticas ligadas à temática trabalhada (SANTOS, 2012).

Os professores posicionaram-se quanto ao tempo requerido para o desenvolvimento das atividades:

Rosalind_E: [...] eu acho que quando a gente pensar na elaboração da SD, ele [o tempo] tem que ser considerado, porque ele pode ser o grande *fator determinante para fazer a SD dar certo ou não* [...]. Então, hoje, na sala de aula, eu percebo o quanto é importante a gente avaliar bem o que a gente vai fazer, porque existem outros fatores, por exemplo, *na SD, não conta os alunos que chegam atrasados* [...]. Não conta o tempo que a gente vai *fazer chamada*, não conta que, às vezes, no decorrer da explicação do conteúdo, *tem alunos que entendem rápido, mas tem alunos que têm dificuldades de entender*, então você tem que explicar e reexplicar aquilo ali. *Eu falo isso, porque tem situações que eu já passei* [...] então, assim, eu acho que tem que ficar tudo bem amarrado, e como que a gente vai amarrar tudo isso dentro do tempo que a gente tem? Porque, às vezes, quando as aulas são conjugadas, é sensacional, a gente consegue até fazer mais coisas, mas quando são aulas separadas, às vezes, a gente tem 50 minutos, no máximo, e a gente precisa levar isso em consideração.

Essa preocupação que Rosalind tem com o fato de o tempo ser um *fator determinante para fazer a SD dar certo ou não* é compartilhada por Sousa e Teixeira (2014), quando asseveram que uma das limitações na implementação de SD é que:

[...] algumas atividades propostas demandam um tempo considerável para serem executadas e as aulas regulares de Biologia nas escolas se concentram em tempos de 50 minutos ou no máximo 100 minutos, se considerarmos as aulas duplas, fato que impede ou dificulta o uso de diferentes atividades pedagógicas (SOUZA; TEIXEIRA, 2014, p.100).

É preciso inovar, mas sempre levando em consideração o tempo e a realidade da escola. Ao avaliar a SD proposta, a professora Rosalind fez uma crítica ao excesso de atividades, visto que, para ela, é preciso levar em conta alguns fatores que podem interferir no processo de ensino e aprendizagem, como *os alunos que chegam atrasados, o tempo para a chamada e alunos com dificuldades de aprendizagem*. Mendes (2015), ao avaliar SD elaboradas por cursistas do curso de pós-graduação em Ensino de Ciências do Programa Rede São Paulo de Formação Docente – REDEFOR, constatou que todas as propostas foram planejadas com escassez de tempo e excesso de atividades, o que, segundo o autor, revela a inexperiência dos pesquisadores em relação à prática de sala de aula, especificamente no contexto da educação básica.

Estes aspectos evidenciam a importância de ações colaborativas envolvendo a universidade e a escola, uma vez que são os professores que vivenciam os desafios existentes em seu ambiente de trabalho. A ponte entre essas duas realidades possibilita o diálogo, a troca de experiências, a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de propostas em consonância com a realidade escolar (DESGAGNÉ, 2007; TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014).

Desta forma, é possível afirmar que o tempo interfere diretamente nas estratégias de ensino a serem utilizadas ao longo das aulas e, conseqüentemente, na aprendizagem dos educandos, por isso, é fundamental que as SD sejam propostas levando em consideração esse fator.

b) Diversificação de estratégias de ensino e avaliação

Outra preocupação dos professores foi com relação à diversificação de estratégias didáticas e avaliativas.

Edward_E: *Eu acho que as estratégias, de uma forma geral, estão bem completas, tanto em relação ao ensino, quanto em relação às formas e possibilidades de estar avaliando a aprendizagem do aluno [...] eu acho que toda forma de diversificar o ensino traz ganhos para a aprendizagem do aluno, é o mesmo assunto, o mesmo conteúdo, mas as turmas são diferentes, os alunos são diferentes, eles têm níveis de aprendizagem diferentes [...] infelizmente, ainda hoje, o livro didático é o principal recurso utilizado na sala de aula, então, eu acho interessante diversificar, porque torna o ensino mais rico, torna o tema mais atrativo [...] é claro que o livro didático, a gente não pode abrir mão dele, porque é um importante recurso, mas eu acho que lançar mão de outros recursos.*

Rosalind_E: *[...] eu percebo que assim, em relação à diversidade de estratégias didáticas, o que está sendo proposto é o suficiente, agora em relação se isso vai garantir uma abordagem dentro da perspectiva CTS, eu acho que vai requerer um pouco do professor. [...] se o professor, por exemplo, se apegar demais à estrutura do microrganismo, doenças causadas por esses microrganismos, e como prevenir e tratar essas doenças. Ora, nós sabemos que isso é muito pano pra manga e o professor pode ficar dentro disso, sem trazer uma problematização mais profunda sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade dentro desse contexto.*

A diversificação de estratégias em sala de aula torna o ensino mais *atrativo* para o aluno, buscando contribuir para o favorecimento da aprendizagem (se possível) de todos os educandos, pois *as turmas e os alunos e os níveis de aprendizagem são heterogêneos*. Para Zabala (1998), essa diversificação de estratégias de ensino em sala de aula pode contribuir para amenizar os fatores condicionantes. Porém, é preciso considerar que:

[...] não existem procedimentos metodológicos que satisfaçam a todos os alunos; a aprendizagem é um fenômeno complexo e depende, dentre outros, de fatores psicológicos e sociais que, por sua vez estão ligados às faixas etárias dos estudantes. Assim, as escolhas metodológicas a serem feitas pelo professor dependem, também, de quem se quer atingir na sala de aula (LABURÚ; ARRUDA, NARDI, 2003, p. 257).

Esse é mais um motivo para o professor procurar diversificar suas aulas, como forma de atingir o maior número de estudantes possível e tentar amenizar e/ou eliminar os obstáculos que os impede de ter um desempenho satisfatório, compreendendo que a escolha de determinada estratégia não é um ato neutro (FARIAS et al., 2009).

Segundo Farias e colaboradores (2009), a escolha das estratégias didáticas pelo professor, em princípio, evidencia a intencionalidade do ato de ensinar. Por esse motivo, tal decisão deve considerar, além dos aspectos educativos, a adequação ao conteúdo programático, as particularidades dos educandos, os recursos e materiais disponibilizados na escola e o tempo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas.

É importante destacar que a diversificação de estratégias didáticas, apesar de importante e necessária, não garante, por si só, abordagem do ensino *dentro da perspectiva CTS*, pois isso vai depender também da *postura do professor*. De acordo com Aikenhead (2000) e Teixeira (2003a), a formação e a compreensão do professor sobre as inter-relações CTS e sua formação são desafios a serem superados na transposição e efetivação dos preceitos CTS no contexto sala de aula.

Isso significa que:

Não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, sem qualquer mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas. Não basta as editoras de livros didáticos incluírem em seus livros temas sociais, ou disseminarem os chamados paradidáticos. Sem uma compreensão do papel social do ensino de ciências, podemos incorrer no erro da simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade. Ou seja, sem contextualizar a situação atual do sistema educacional brasileiro, das condições de trabalho e de formação do professor, dificilmente poderemos contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de formação da cidadania (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 127).

A efetivação dos preceitos CTS requer mudanças significativas não somente nas concepções práticas e pedagógicas dos professores, mas também na comunidade escolar como um todo e, principalmente, nas políticas de governo, no que tange a melhores condições do trabalho docente. A formação do professor e condições físicas da escola são outros aspectos que devem ser considerados no processo de diversificar o ensino:

Edward_E: Em relação às dificuldades nessa diversificação, eu acho que *a própria formação que a gente tem da faculdade*, eu acho que *leva a gente para um ensino tradicional*, a gente tende a repetir um modelo de educação que a gente aprendeu. E eu acho que a própria estrutura da escola é outra dificuldade, *eu dou aula numa escola que nem livro didático a gente tem para a disciplina Ciências*, eu, enquanto professor, tenho o livro, porque, no ano passado, nós nos

reunimos e recebemos o livro, mas os alunos não têm [...] *you stay without material, you don't have didactic book, you don't have internet in school, the school doesn't have a notebook for you to watch a movie, for you to watch video, for you to give a class in slide. The structure of the school many times limits a lot the work of the professor.*

Para o professor Edward, uma das limitações na adoção de diferentes estratégias didáticas pelo professor é a *sua própria formação*, que, muitas vezes, o induz a um *ensino tradicional*. Segundo Anastasiou e Alves (2004), no ensino superior, há uma tendência em abordar os conteúdos de maneira expositiva e conceitual, o que reforça a memorização de conteúdos prontos, acabados e determinados. Essa visão compartimentalizada do ensino reflete diretamente na ação dos futuros professores, que quando são:

[...] desafiados a atuarem numa nova visão, em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, poderão encontrar dificuldades - inclusive pessoais - de se colocarem numa diferenciada ação docente: geralmente essa dificuldade se inicia pela própria compreensão da necessidade de ruptura com o tradicional repasse. Caso esse obstáculo seja vencido, eles ainda se veem diante de novos desafios para atuarem de forma diferente: lidarem com questionamentos, dúvidas, inserções dos alunos, críticas, resultados incertos, respostas incompletas e perguntas inesperadas (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 5).

Isso significa que deveriam ocorrer mudanças na forma como as aulas vêm sendo desenvolvidas não somente no contexto da educação básica, mas também no ensino superior. Uma vez que, apesar do mundo globalizado, a formação de professores de ciências ainda é majoritariamente disciplinar, em virtude disso, estes apresentam o conteúdo de forma estanque, desvinculado dos aspectos sociais, políticos, econômicos e éticos. O professor Edward também evidenciou uma situação vivenciada em muitas escolas, a qual *limita o trabalho dos professores*. A falta de recursos e materiais na escola dificulta a adoção de aulas diferenciadas pelos professores, restringindo-as ao uso da lousa e do livro didático.

Neste sentido, Farias e col. (2009) enfatizam a necessidade de se considerar os fatores tempo, espaço físico da escola, os materiais e recursos disponíveis e, principalmente, a condição do próprio professor para que as estratégias adotadas e os objetivos propostos no planejamento didático-pedagógicos sejam concretizados.

c) Conteúdos e conceitos

Uma das nossas preocupações na elaboração do esboço da SD era que pudéssemos abordar as inter-relações CTS, mas que a sequência não ficasse focalizada

apenas nos aspectos sociais e tecnológicos, a ponto de ficar esvaziada de conceitos científicos, tampouco que fosse conteudista, negligenciando tais discussões.

Nesse contexto, ao questionarmos os professores sobre os conteúdos e conceitos sobre Microbiologia contemplados na SD, eles mostraram-se satisfeitos:

Edward_E: [...] o professor precisa fazer uma escolha, dentro do tempo que ele tem, dentro dos conteúdos que ele precisa ministrar, *eu acho que o conteúdo foi bem pontual, eu acho que não ficou nada a desejar, eu não teria nenhuma repreensão a fazer em relação a isso.*

Rosalind_E: [...] *em relação ao conteúdo, está tudo ok.*

Ressaltamos a relevância da articulação proposta na SD entre os conteúdos de vírus e bactérias e suas inter-relações com as questões sociais, históricas, científicas e tecnológicas referentes à Biotecnologia e ao desenvolvimento de habilidades e competências pelos educandos. Na perspectiva CTS defende-se que o ensino dos conteúdos não deve ser visto como informações e “macetes” a serem memorizados pelos educandos, mas como uma possibilidade de estes desenvolverem uma atitude crítica e responsável frente às questões científicas e tecnológicas (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Para Santos (2007), ao assumirmos tal posicionamento, não estamos reduzindo os conteúdos a serem abordados pelo professor em sala de aula, mas os ressignificando socialmente, de modo que possam ser propulsores de transformação social na perspectiva de uma educação problematizadora que colabore para a formação cidadã e crítica.

d) Habilidades e Competências a serem trabalhadas na Sequência Didática

A presente subcategoria discorre sobre alguns elementos da BNCC que remetem aos preceitos CTS e à percepção dos professores colaboradores em relação às habilidades e competências sinalizadas por esse documento normativo a serem trabalhados na Sequência Didática proposta.

A BNCC consiste em um documento de caráter normativo, homologado em 2017 (para o ensino infantil e ensino fundamental) e 2018 (para o ensino médio), com a finalidade de nortear a elaboração dos currículos de todas as etapas da Educação Básica, visando, de acordo com o documento, ao protagonismo dos estudantes e à formação para cidadania, a partir do desenvolvimento de competências (gerais e específicas) e habilidades (BRASIL, 2017). Competência, nesse documento normativo, significa “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas,

cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2017, p. 8). Expresso em outras palavras, o que os educandos devem saber e saber fazer, considerando a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, na resolução de problemas de cunho social presentes em seu cotidiano (BRASIL, 2017).

A respeito das competências específicas de Ciências da Natureza no ensino médio, a BNCC elenca três competências e uma série de habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos nesse nível de ensino, conforme apresentado no Quadro 21.

Quadro 21: Competências e Habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

Competências	Habilidades
<p>I- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ (EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais. ❖ (EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos. ❖ (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica. ❖ (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos. ❖ (EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. ❖ (EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.
<p>II- Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ (EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo. ❖ (EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas. ❖ (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia. ❖ (EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais. ❖ (EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ (EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. ❖ (EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
<p>III- Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. ❖ (EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural. ❖ (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. ❖ (EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. ❖ (EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade. ❖ (EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental. ❖ (EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis. ❖ (EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. ❖ (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do

	<p>mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p> <p>❖ (EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.</p>
--	--

Fonte: adaptado da BNCC (BRASIL, 2017).

É importante destacar que, apesar de algumas incoerências e desafios para sua implementação pelas escolas, a BNCC apresenta alguns elementos que se aproximam dos preceitos CTS, abrindo desta forma algumas “brechas” que podem favorecer o desenvolvimento de novos projetos de ensino pelos professores, incluindo propostas na perspectiva CTS (LIMA, et al., 2018).

Um estudo realizado por Lima et al. (2018), a partir da análise da BNCC, na área específica de Ciências da Natureza, no ensino fundamental e médio, constatou que, no ensino fundamental, foi evidente a abordagem de alguns elementos que caracterizam a perspectiva CTS, a saber: Implicações da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente; Desenvolvimento do pensamento crítico e tomada de decisão e Formação de atitudes e valores. Os autores ainda destacam que há uma preocupação em abordar as inter-relações CTS, de forma ampla, visando a sua integração com outros aspectos, históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Em contrapartida, os autores indicam que, no ensino médio, apesar de haver elementos CTS, há uma ênfase em dois elementos da tríade (CT) e a questão social (o S) acaba sendo negligenciada. Assim sendo, nas disciplinas de Biologia, Física e Química, a preocupação maior é com os processos de pós-produção dos produtos científicos e tecnológicos, impossibilitando que os educandos tenham uma visão ampla sobre o desenvolvimento das pesquisas, os processos de elaboração desses produtos e a compreensão dos impactos da CT na sociedade.

De igual modo, Oliveira et al. (2020) sinalizam que não é evidenciada, na BNCC, a preocupação sobre como os educandos podem desenvolver a alfabetização científica e tecnológica, que lhes auxilie na construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões.

Para Lima e col. (2018), a BNCC do ensino médio, no contexto da área de Ciências da Natureza, deveria propor uma maior integração entre os três elementos CTS, a fim de contribuir para a formação integral do indivíduo. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de propostas ancoradas nas habilidades e competências enunciadas nesse documento normativo e os preceitos CTS como uma das possibilidades para que os educandos desenvolvam a alfabetização científica e tecnológica.

A partir das competências e habilidades propostas pela BNCC (Quadro 21), fizemos uma síntese e algumas adaptações das principais habilidades e competências a

serem trabalhadas na SD proposta neste trabalho, levando em consideração a sua articulação com os preceitos CTS.

É importante ressaltar que utilizamos as categorias habilidades e competências CTS propostas por Oliveira (2017), porém, fizemos algumas modificações considerando a BNCC, uma vez que a autora havia tomado como referência os PCN. As três categorias elencadas pela autora são: 1) Compreensão do Método Científico; 2) Conhecimento sobre a História da Ciência; 3) Impactos da Ciência e Tecnologia na Sociedade¹⁵.

As habilidades e competências a serem trabalhadas na SD proposta neste estudo estão apresentadas no Quadro 22, a seguir:

Quadro 22: Habilidades e Competências trabalhadas na SD.

<p style="text-align: center;">Compreensão do Método Científico</p> <p>(a) reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos, os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica; (b) consultar, analisar e interpretar textos e comunicações que tratam sobre Ciência e Tecnologia vinculados por diferentes meios, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (c) construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (d) elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, gráficos, tabelas, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.</p>
<p style="text-align: center;">Conhecimento sobre a História da Ciência</p> <p>(a) compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social, como partes integrantes da cultura humana contemporânea. (b) reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (c) reconhecer os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano. (d) compreender a Ciência e a Tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.</p>
<p style="text-align: center;">Impactos da Ciência e Tecnologia na Sociedade</p> <p>(a) reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania; (b) compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nessas utilizações; (c) analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de Ciência e Tecnologia, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista; (d) compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade; (e) analisar a ciclagem de elementos químicos no solo e a interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida; (f) justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade do solo e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta; (g) investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos da Ciência e Tecnologia na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade; (h) utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores e tomar decisões responsáveis no dia a dia.</p>

Fonte: adaptado de Oliveira (2017)

¹⁵ A autora usa impactos da Ciência e Tecnologia na Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), porém, levando em consideração o nosso referencial teórico, utilizamos apenas CTS.

Salientamos que as competências e habilidades a serem desenvolvidas em cada aula foram discutidas no encontro coletivo com os professores. Eles, ao serem questionados sobre a necessidade de incorporá-las na SD, sinalizaram que:

Rosalind_A: Nas escolas técnicas, antes da Pandemia, era algo muito falado, mas, *na prática, não estava se efetivando. Tem muita coisa para ser estruturado para que a gente consiga pôr a BNCC em prática [...] mas é muito complicado, você trabalhar com a BNCC, sendo que os livros ainda não estão atualizados e era uma escola que não tinha recursos e materiais necessários para que as aulas fossem lecionadas seguindo a BNCC [...], a gente estava utilizando mais o planejamento antigo, do que a BNCC. Mas a gente precisa, de fato, se preparar, por mais que a gente não concorde com alguns aspectos, ela está aí, né?* Foi implementado e se nós, enquanto professor, não fizer ao nosso alcance para colocá-la em prática e, pelo menos, tentar fazer dar certo, nunca vai dar certo. Então, *se essa SD tem condições de atender alguns critérios recomendados pela BNCC, eu acho que a gente tem que colocar sim, em conformidade com a BNCC.*

Edward_A: Eu concordo com a Rosalind. Eu não gosto muito da BNCC, porque eu não concordo com uma base que seja comum para todo mundo, sendo que as escolas têm realidades diferentes. Mas *a BNCC, ela nos foi imposta e a gente vai precisar aprender a se adequar a trabalhar com ela [...], a gente precisa fazer escolhas, só que nós não temos materiais de acordo com a BNCC. E qual a outra dificuldade? Quando você vai avaliar o seu aluno, você tem que avaliar de acordo com as habilidades e competências exigidas para aquele ano. Só que algumas das habilidades você não consegue trabalhar, porque você não tem materiais para isso [...], então a gente vai fazendo o que pode, adaptando, adequando, dentro daquilo que é possível.* Além disso, tem a questão da alteração de conteúdos, tem conteúdo que não tinha, passou a ter e alguns conteúdos que eram de uma série e passou a ser de outra.

Para os professores, uma das principais dificuldades na implementação da BNCC nas escolas consiste na *carência de materiais e recursos, a exemplo do livro didático*, compatíveis com esse documento normativo. Essa falta de recursos dificulta também avaliar o educando de acordo *com as habilidades e competências*. No entanto, apesar dos desafios, se as propostas de ensino, como a SD desenvolvida neste estudo, têm *condições de atender alguns critérios recomendados pela BNCC, a gente deve atendê-los, dentro daquilo que é possível.* De acordo com Oliveira (2020), apesar de a BNCC sinalizar novos caminhos e direcionamentos para a formação dos educandos, sua efetiva implementação nas escolas requer: a garantia de condições para a formação continuada de professores compatível com suas normas, a reelaboração de novos materiais didáticos, a adequação das avaliações formativas e o acompanhamento da aprendizagem dos alunos a partir das competências e habilidades.

Como mencionado anteriormente, buscamos articular, na SD desenvolvida, os conteúdos Microbiologia (vírus e bactérias), as competências e habilidades sinalizadas pela BNCC e os preceitos CTS a partir da abordagem das biotecnologias, como possibilidade de auxiliar na formação cidadã e no posicionamento crítico e responsável dos estudantes em relação a aspectos políticos, socioeconômicos, culturais e éticos associados à C&T.

e) A articulação da Microbiologia, Biotecnologia e a Triáde CTS na SD

Ao serem questionados sobre como visualizaram a articulação entre Microbiologia e Biotecnologia na SD proposta, os professores sublinharam que:

Edward_E: [...] eu acredito que *a SD conseguiu fazer esta articulação [...] eu senti falta na SD desse outro lado dos microrganismos, que eles causam benefícios, dos vírus eu vi, mas, das bactérias, eu não vi muito. Até porque tem pouca coisa sobre os vírus, eles não são muito contemplados nos livros didáticos em relação aos benefícios.*

Rosalind_E: *eu acredito que, dentro dessa SD, poderia haver atividades que estivessem voltadas a outras questões não relacionadas à saúde [...]. Então, quando eu falo das vacinas, por exemplo, por mais que eu esteja falando do uso benéfico do microrganismo, eu estou falando dentro do contexto da doença [...]* “ah, Rosalind, nós estamos falando da vacina, que a pessoa vai ficar imune, ok, mas o tema primeiro ainda é a doença, porque a pessoa vai ficar imune a quê? À doença” [...]. Então, eu acho que *a gente poderia repensar [...] e falar do microrganismo no uso da alimentação*, que a gente está falando de um contexto benéfico, a gente está dentro de um contexto bom, que é a comida, e estamos falando de uma utilidade boa [...], ou seja, *sair totalmente do contexto de doença* e falar da utilização desses microrganismos em outros contextos totalmente desconexos do contexto da doença.

Os trechos evidenciam a importância do processo validativo da SD proposta, pois os professores destacaram alguns aspectos aos quais ainda não havíamos atentado, a exemplo das vacinas como um aspecto positivo dos microrganismos, visto que, *por mais que seja sobre o uso benéfico* destes, ainda está *dentro do contexto da doença*.

Essa dificuldade de *sair totalmente do contexto de doença* quando se aborda sobre os microrganismos é pontuada por diversos autores (AZEVEDO; SODRÉ, 2014; BERNADI et al., 2019; OLIVEIRA; MORBECK, 2019; OVIGLI; SILVA, 2010). Essa tendência em associar os microrganismos a algum aspecto negativo está tão enraizada que, mesmo quando pensamos não estar fazendo essa relação, porque era uma preocupação nossa, ela aparece:

Marta_A: [...] *ao analisar a disposição desses conteúdos no Livro Didático, percebemos que está muito ligado à questão patogênica.*

Vírus se multiplicam, fala sobre como funciona os vírus, e aí vem vírus e doenças humanas. Está faltando um pouco aí da questão do vírus, por exemplo, como ferramenta para a Engenharia Genética.

Ester_A: Aí que eu acho que é a grande “sacada” da *Biotechnology, Engenharia Genética...* Então, eu acho que a gente poderia explorar uma coisa bem legal.

Os microrganismos têm sido utilizados há muito anos em vários processos biotecnológicos, seja na produção de antibióticos, terapia gênica, alimentação, agricultura, e no direcionamento de pesquisas e no desenvolvimento científico-tecnológico nas áreas de zoologia, botânica, imunologia, entre outros (CANHOS; MANFIO, 2004). O que demonstra a importância de se trabalhar esses aspectos quando ensinamos sobre esses seres.

Sobre o fato de o professor Edward não ter conseguido visualizar os benefícios propiciados pelas bactérias, explicamos que, na elaboração da SD, nos concentramos, inicialmente, em desenvolver as aulas sobre os vírus, uma vez que *esses não são muito contemplados nos livros didáticos em relação aos benefícios* e as aulas sobre bactérias ainda estavam sendo desenvolvidas.

De acordo com Karas, Hermel e Güllich (2018), os vírus são frequentemente associados a doenças e epidemias, porém o seu ensino não deve se limitar a esses aspectos e às suas estruturas, mas abranger também outras áreas do conhecimento, como a Biotechnology, Bioética e Economia. Destacamos que ao abordar sobre a importância dos microrganismos em sala de aula, a partir dos processos biotecnológicos, o professor precisa levar em consideração as implicações sociais, políticas e éticas, abrangendo tais processos, como possibilidade de auxiliar na formação crítica, participativa e autônoma dos estudantes.

No que se refere às inter-relações CTS ao longo das aulas da SD, os professores sinalizaram que:

Edward_E: Olha, *eu já ouvir falar, mas não tenho leitura sobre*. Então, assim, eu não poderia falar com propriedade, porque nunca li sobre, nem estudei sobre.

Rosalind_E: Do meu ponto de vista, *ficou uma SD com foco na ciência, nas questões científicas, com uma boa abordagem social, mas eu não consegui perceber com clareza, como a gente conseguiria trabalhar as questões tecnológicas nela [...]* porque, de modo geral, eu penso que quando a gente vai falar de CTS, *nós precisamos deixar claro de que lugar que a gente vai falar da tecnologia [...]* muitas vezes, *a tecnologia acaba vindo como se fosse consequência da ciência, sabe?*

O professor Edward não discorreu sobre esse aspecto, pois ele deixou claro que *não tinha leitura sobre* os preceitos CTS. Por outro lado, a professora Rosalind acredita ser fundamental delimitar o lugar da tecnologia nessa proposta, para que não seja abordada como se *fosse consequência da ciência*. Isso porque quando as tecnologias são apresentadas dessa forma, é como se, ao abordar as ciências, as tecnologias surgissem automaticamente, o que não é necessariamente verdade, pois o desenvolvimento de uma tecnologia pode preceder à ciência, além de ser influenciada por questões sociais, econômicas e culturais que vão além de uma simples aplicação das ciências (AULER, 2002; FOURÉZ, 2003).

Rosalind ainda destaca que essa articulação entre a Microbiologia e os elementos da Educação CTS é um desafio:

Rosalind_E: [...] *porque quando [se está] cursando Licenciatura em Ciências Biológicas, [aprende-se] muito bem sobre Microbiologia, mas não [se tem] grandes aprendizagens sobre [a relação entre] a Microbiologia com a tecnologia e a sociedade. Talvez com a tecnologia até. Mas também eu tenho que ver que tipo de tecnologia eu estou falando.*

A professora Rosalind evidencia um aspecto importante a ser discutido, pois ela pontua que, nos cursos de licenciatura, raramente há momentos de discussão sobre a articulação entre *a Microbiologia, a Tecnologia e a Sociedade*. Neste aspecto, os conteúdos são apresentados de forma fragmentada e conceitual, sem articulação com as questões sociais e tecnológicas.

Para Prudêncio (2013) e Chrispino (2017), essa ausência de discussões e/ou visões limitadas sobre as inter-relações CTS nos cursos de formação inicial dificulta a problematização dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais por parte dos professores em sala de aula e, quando tais aspectos são discutidos, limita-se a uma visão de Ciência e Tecnologia (CT) neutras e descontextualizadas, o que tende a refletir diretamente na formação de cidadãos com a mesma perspectiva ingênua de CT e seu papel no mundo atual.

Dessa forma, são necessárias mudanças nas estruturas curriculares dos cursos de licenciatura, para que CT não sejam apresentadas de maneira dogmática, inquestionável e neutra. Tais mudanças não devem ser pontuais e ocorrer somente no contexto do ensino de Microbiologia, mas abranger o curso como um todo.

A abordagem das inter-relações CTS desde a formação inicial possibilita que o professor tenha subsídios e sintam-se mais seguros em trabalhar temáticas controversas

envolvendo CT em sala de aula. Essa discussão crítica sobre aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos nos cursos de licenciatura é ainda mais necessária quando pensamos no momento atual da pandemia da COVID-19:

Rosalind_E: [...] então, eu penso que *estamos num momento CTS*. E é algo necessário a se abordar essas inter-relações, agora, em sala de aula, *mas se eu chego lá na minha sala e só falo da estrutura do Coronavírus e de como ele se reproduz*, não adianta. Eu posso dar uma boa aula, *mas eu não vou abordar dentro de uma perspectiva CTS*.

Para a professora Rosalind trabalhar dentro de uma perspectiva CTS em sala de aula, exige-se uma postura crítica do professor em relação ao seu contexto social e a de seus educandos, de modo que não sejam enfocados apenas aspectos conceituais do conteúdo, mas as implicações sociais, políticas e econômicas atreladas a ele. Essa preocupação expressa por Rosalind é pertinente, pois, de acordo com Prudêncio (2013):

[...] muitas vezes os professores até se identificam com a perspectiva curricular CTS e acreditam que estão discutindo as relações entre ciência, tecnologia e sociedade em sala de aula com seus alunos. Porém, a falta de entendimento crítico sobre o que realmente representa trabalhar a partir dessa perspectiva impede que eles explorem as potencialidades de aplicação da mesma no ensino (PRUDÊNCIO, 2013, p.47).

Isso reitera o que foi citado anteriormente, que é necessário problematizar as inter-relações CTS nos cursos de formação inicial e continuada visando à construção de uma visão de CT crítica e responsável.

Trabalhar os conteúdos dentro de uma perspectiva CTS pode refletir positivamente não somente na aprendizagem dos educandos, mas também na formação docente:

Rosalind_E: [...] eu penso que *trabalhar a Microbiologia dentro de uma perspectiva CTS*, eu acho que *colabora também com o crescimento do professor*, porque apesar de ser um pouco mais trabalhoso, pode se revelar um mundo bastante interessante e levar o professor a novas reflexões. Isso também vai ser importante para o meu aluno que vai ter a possibilidade de analisar como os estudos dessa Microbiologia estão impactando a sociedade que ele vive e, conseqüentemente, na vida dele [...]. Então, eu acho que *todos só têm a ganhar, tanto o aluno, como o professor*.

As potencialidades das Abordagens CTS no contexto da sala de aula são evidenciadas por diversos autores (AIKENHEAD, 1994; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; STRIEDER, 2012). Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007):

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação [...]. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar

juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento [...]. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

Contudo, para que essa prática se concretize no contexto da sala de aula é necessário não somente predisposição por parte do professor, mas além da colaboração de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, professores, educandos, a comunidade escolar de forma geral, a melhoria das condições do trabalho docente, principalmente.

f) Importância da discussão de questões sociocientíficas em sala de aula e o papel do professor de Ciências

Uma de nossas preocupações era inserir ao longo da SD discussões sobre questões de cunho socioeconômico, tecnológico, histórico e ético, como forma de subsidiar o trabalho dos professores, uma vez que alguns autores sinalizam que eles não se sentem preparados para a abordagem de tais discussões nas aulas de ciências (FERNANDES, 2016; MARTÍNEZ PÉREZ et al., 2011).

Ao serem questionados sobre a importância da discussão tais questões em sala de aula, os professores entrevistados assinalaram que:

Edward_E: [...] a gente precisa *pensar na aprendizagem* de forma mais ampla, eu acho que *para além da sala de aula e para além do conteúdo específico. Que tipo de aluno é esse que a gente quer formar? É o aluno que só tenha conhecimento dos conteúdos específicos?*[...]. Eu acho que essa discussão é importante, porque *valoriza também os conhecimentos prévios do aluno*, aquilo que o aluno traz da casa dele e das *suas vivências*.

Rosalind_E: Essas questões, eu penso que elas são importantes porque *ajudam o aluno a entender que a ciência é uma construção histórica, não é algo pronto* [...] quando nós trazemos essas questões, a gente traz *uma abordagem mais humanizada sobre a ciência* que ajuda o aluno a perceber que *ciência é uma construção humana* e que, assim como na nossa vida, no nosso dia a dia, tem acertos e erros, *a história da ciência ela também tem acertos e erros* [...] então, eu acredito que *essas questões são importantes e são necessárias pra esse momento de tantas discussões que a nossa sociedade tem vivido*.

Uma das preocupações no ensino de Ciências na perspectiva humanística é pensar na aprendizagem *para além da sala de aula e do domínio de conteúdos*, como forma de valorizar os *conhecimentos prévios* oriundos das *vivências* dos estudantes,

além de que deve ser um ensino que ajude *o aluno a entender que a ciência não é algo pronto, é uma construção histórica e humana*, por isso, envolve *erros e acertos*.

Em contrapartida, quando o conhecimento científico é abordado em sala de aula como algo acabado, imutável, dogmático e desvinculado do contexto histórico e social em que foi produzido, são reforçadas as relações sociais dominantes e a falsa ideia de que a ciência é neutra, imparcial e apolítica, legitimando as concepções ingênuas em relação à Ciência e Tecnologia (FARIAS et al., 2009).

Além disso, a não neutralidade do ensino coloca-se também quando pensamos que *tipo de aluno* queremos formar, se aqueles que só têm *conhecimento dos conteúdos específicos*, ou aqueles que se embasam em aspectos científicos, tecnológicos, éticos, econômicos e históricos associados a tais conteúdos para a resolução de problemas presentes em sua realidade social.

Quanto ao papel atribuído ao professor na discussão de questões sociais e tecnológicas em sala de aula, os professores pontuaram que:

Rosalind_E: Do meu ponto de vista, essa é uma questão que *o professor que tem que acender a primeira faísca*, porque [...] *difícilmente o aluno vai ter essa iniciativa* [...], porque *há muito dos mitos relacionados à ciência espalhados na sociedade*, dentro da nossa sala de aula, e, *pra eles, isso é tido como algo absolutamente normal*. [...] então, eu penso que *o grande motivador é o professor* e que, *pra muitos alunos, esse professor vai ser o primeiro lugar de partida pra ele pensar sobre essas questões*.

Edward_E: *Eu acho que é um papel de fundamental importância e extremamente necessário, porque se o professor não fizer isso muito dificilmente esses temas, que estão para além dos conteúdos científicos, serão discutidos em sala de aula. É claro que vez ou outra os debates acabam acontecendo porque um aluno ou outro traz, mas eu entendo que isso deva ser iniciativa do professor, enquanto mediador e aquele que ajuda na promoção da aprendizagem do aluno.*

Dessa forma, *é extremamente necessário que o professor acenda a primeira faísca* na abordagem de questões sociais, tecnológicas, políticas e éticas, garantindo que suas aulas sejam um espaço aberto para o diálogo e a promoção de debates, de forma que o educando expresse suas ideias e seja protagonista na construção do seu próprio conhecimento (SANTOS, 2008).

No entanto, apesar da necessidade de o professor abordar tais questões em sala de aula, existem alguns desafios que precisam ser superados, sendo o principal deles sua formação:

Edward_E: Eu acho que *muitos professores de Ciências possuem dificuldades em discutir esses aspectos, porque é uma dificuldade imposta pela própria formação*. Eu acho que a gente tem uma formação que enxerga a *educação* de forma muito *compartimentalizada*, isso é da minha área, isso não é, isso cabe ao professor de outra área, eu acho que *a gente não está preparado para trabalhar a questão da interdisciplinaridade [...], quando a gente se depara em situações, por exemplo, em trabalho como o seu, em momentos de formação, que os nossos olhos são abertos para essa necessidade de discutir questões que não são específicas da nossa disciplina*. Mas quando isso não acontece, quando a gente não tem acesso bons espaços, a algumas pesquisas, a algumas leituras, a gente vai acabar reproduzindo aquele velho modelo de educação, de que isso é de outra disciplina, isso não me pertence, é de outra área, eu vou esperar que o professor da disciplina x discuta isso nas aulas dele.

Para o professor Edward, a maioria dos professores de ciências possui *dificuldades em discutir questões sociocientíficas* em sala de aula, em decorrência da sua *formação compartimentalizada e disciplinar*. Tal discurso corrobora com o que é citado por Perez e Carvalho (2012) e Ferreira, Hammes e Amaral (2017), os quais são autores que afirmam que a formação dos professores de ciências é majoritariamente disciplinar, em virtude disso, eles não se sentem preparados para trabalhar aspectos sociais, políticos e éticos associados à CT e, tampouco, se comprometerem com a disciplina do outro, ainda que seja de áreas afins.

De acordo com Ferreira, Hammes e Amaral (2017), apropriar-se de uma postura indisciplinar não significa negligenciar e/ou desvalorizar as especificidades de cada área específica, mas perceber as aproximações e distanciamentos entre as áreas, a fim de construir pontes para o diálogo e a construção de conhecimentos.

Apesar dessa lacuna na formação inicial, Edward destaca a importância da postura do professor frente a tal limitação, no sentido de *participar de momentos de formação, ter acesso a pesquisas e leituras*, como possibilidade de atentar para *essa necessidade de discutir questões que não são específicas da sua disciplina*.

Assumir tal atitude significa romper com os paradigmas da própria formação, pois a interdisciplinaridade somente é possível a partir do momento em que o educador for capaz de partilhar o domínio que considera do “seu” saber e tiver a ousadia de aprender numa relação de troca e aprendizagem com seus pares (FERREIRA; HAMMES; AMARAL, 2017, p. 72).

Como citado anteriormente, essa busca pela transformação é contínua, pois ainda que os cursos de licenciatura sejam de qualidade, é impossível que estes contemplem todas as exigências profissionais necessárias para o pleno exercício da

docência, uma vez que há alguns aspectos que só se aprendem na prática e no decorrer da vida profissional (MARCELO, 2009; SILVA; BASTOS, 2012). Por isso, ao professor ter novas atitudes, de modo a não reproduzir o modelo de ensino em que foi formado em sua sala de aula (FERREIRA; HAMMES; AMARAL, 2017).

No contexto da Educação CTS não é diferente, visto que, como citado anteriormente, a discussão das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade mobiliza várias áreas de conhecimento, que vão além da questão disciplinar. A formação docente compatível com essa perspectiva, apesar de ser primordial, não deve ser um fator determinante para que o professor problematize ou não aspectos científicos, tecnológicos e sociais em sala de aula:

Rosalind_E: *Para o professor que não tem formação CTS, a discussão dessas questões em sala de aula dificulta, mas não impossibilita, porque eu penso que, de modo geral, estamos começando. No âmbito acadêmico das universidades, estamos até mais avançados em relação às convicções CTS, mas, no contexto prático, dentro da sala de aula, nós estamos começando mesmo. Então, mesmo eu que trabalho com CTS há um tempo, quando eu olho para todas as minhas discussões acadêmicas e tento trazê-las para o contexto da sala de aula, é muito difícil. Eu sempre fico me questionando por qual lugar que eu vou começar? Por onde que eu vou começar? Então, dificuldades todos nós vamos ter, mas eu penso que o professor que, por exemplo, que não sabe nem o que é CTS, vamos dizer assim, ele pode não conseguir amanhã dar uma aula maravilhosa dentro da perspectiva CTS, e ele não vai, a verdade é essa, mas amanhã ele pode começar a estudar sobre CTS, ele pode começar a buscar informações sobre o que é, e à medida que ele vai se apropriando, ele pode deixar de dar uma aula conteudista e começar a dar uma aula dentro da perspectiva CTS.*

Para a professora Rosalind, o professor que não possui formação sociológica e política, e especificamente na perspectiva CTS pode ter dificuldades em debater questões sociais, tecnológicas, políticas e éticas em sala de aula, mas à medida que ele vai se apropriando e estudando sobre as implicações e mitos associados a CTS, pode começar *deixar de dar uma aula conteudista e começar a dar uma aula dentro da perspectiva CTS*. Concordamos com Rosalind em relação à mudança de postura do professor, pois, como referido anteriormente, a formação inicial é apenas uma etapa da qualificação profissional do professor. Isso significa que apenas reformulação dos currículos das licenciaturas não é suficiente, é necessária uma formação continuada dos docentes (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

No entanto, não basta somente a predisposição do professor em mudar e atualizar-se, pois, são vários os fatores que interferem no processo de ensino e

aprendizagem. O principal deles é a desvalorização do professor, em termos salariais, condições e sobrecarga de trabalho (KUENZER, 2011).

Conforme Barbosa e Barbosa (2010), há inúmeras questões cotidianas de cunho social que possibilitam a articulação com os conteúdos de Microbiologia. No entanto, Santos (2007) e Chrispino (2017) chamam a atenção para o fato de que a simples abordagem de tais questões pelo professor em sala de aula não implica necessariamente a discussão de aspectos fundamentais (políticos, sociológicos, econômicos etc.) para a formação dos educandos como cidadãos críticos, ou até mesmo para fazê-los interessar-se por ciências. Para Santos (2007), ao contextualizar o ensino, o professor deve levar em consideração os seguintes objetivos:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia;
- 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência;
- e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano. (SANTOS, 2007, p. 5).

A contextualização ultrapassa a simples associação dos conteúdos abordados ao cotidiano, o que é denominado por Chrispino (2017), como “cotidianação”. Para o autor, apesar de ambos os termos serem comumente tratados como sinônimos, a *cotidianação* limita-se a trabalhar algo pontual do cotidiano dos educandos em uma perspectiva disciplinar, enquanto a *contextualização* está voltada para a relação entre o cotidiano do estudante numa perspectiva interdisciplinar, a partir da problematização de questões políticas, econômicas, tecnológicas e éticas que permeiam a sociedade de forma mais ampla. Dessa forma, é necessário que o professor ao ensinar sobre Microbiologia considere os aspectos sociais, tecnológicos, políticos e éticos atrelados a essa área da ciência, visto que:

Um estudo das aplicações da ciência e tecnologia, sem explorar as suas dimensões sociais, pode propiciar uma falsa ilusão de que o aluno compreende o que é ciência e tecnologia. Esse tipo de abordagem tende a gerar uma visão deturpada sobre a natureza desses conhecimentos, como se estivessem inteiramente a serviço do bem da humanidade, escondendo e defendendo, mesmo que sem intenção, os interesses econômicos daqueles que desejam manter o status quo (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 121).

Essa visão errônea da Ciência e da Tecnologia pela população tem desencadeado inúmeras consequências, uma delas é a falta de credibilidade na ciência e desinformação generalizada.

g) Desinformação na era da informação

Estamos vivendo uma Pandemia causada por um vírus que tem gerado um impacto gigantesco nas diversas estruturas sociais, econômicas, políticas e científicas no Brasil e no mundo. Acreditamos que nunca foi tão necessário discutir sobre as inter-relações CTS, pois estamos imersos em um cenário caótico de *fake news* e uma política de desgoverno que têm levado à desinformação e à falta de credibilidade da Ciência pela população.

Edward E: Nesse momento específico, eu acho que isso deve a isso, ao fato de que *muitas pessoas ainda não têm acesso à informação*. Se a gente for pensar nas cidades que não são grandes centros, muitas pessoas não têm acesso à informação, *ciência é uma coisa que não é discutida, nas casas, não é um tema que faz parte da conversa, principalmente porque a maioria das pessoas se prende ao discurso do presidente que vai na contramão daquilo que diz a ciência*.

Rosalind E: Olha, eu penso que isso é uma *construção histórica, não é algo que está acontecendo, simplesmente por causa dessa nova geração [...]. É tanto que, nas escolas, a gente vê muita preocupação com as áreas de português e matemática e, às vezes, não é dada tanta importância à ciência*. Então, eu penso que *a ciência precisa ser repensada em relação à importância dela pra sociedade, porque se a gente não pensar nisso, eu acho que nem tem sentido fazer ciência*. Então, eu acho que *essa é a grande chave, sensibilizar essa população que não faz ciência, que não está nos laboratórios, que não estão nas grandes reuniões de discussão sobre temas científicos e tecnológicos. [...] pra não esperar os momentos de crise pra tentar compreender o que é um vírus*. E o que está acontecendo com muitas pessoas, eu acredito, que *elas só estão parando para compreender o que é um vírus agora, que a gente fala tanto de Coronavírus*.

Concordamos com a professora Rosalind, quando ela diz que a falta de credibilidade e a depreciação da ciência não é algo que está acontecendo somente na Pandemia. É uma *construção histórica*, uma vez que os ataques à ciência e as crenças pseudocientíficas já existiam antes mesmo do período atual que estamos vivendo. Segundo Almeida (2020a), a ciência no Brasil vem sofrendo drásticos e sucessivos cortes orçamentários desde 2015, que tem afetado de maneira exorbitante a estabilidade do setor. Paralelo a isso, a autora ainda destaca o fortalecimento de ideias, teorias e movimentos que vão na contramão do que diz a ciência, além da disseminação de notícias falsas, sobretudo, pelas mídias digitais. Tudo isso contribui para o descrédito da ciência por parte da população.

De acordo com Reis (2009), o desconhecimento de muitos cidadãos em relação às características da ciência e ao funcionamento das instituições científicas é um dos motivos pelos quais a população assume atitudes negativas relacionadas à ciência.

O desconhecimento acerca do funcionamento da ciência leva os cidadãos a identificarem a controvérsia sobre determinados temas científicos e o desacordo entre os cientistas como sintomas de debilidade, afetando fortemente a sua credibilidade na ciência (REIS, 2009, p. 10).

A população de uma maneira geral não compreende o que é fazer ciência e não se vê como cientista, pois visualiza-os como pessoas superdotadas e solitárias. Essa concepção mítica e elitista da ciência pela sociedade pode ser oriunda da forma como é organizado o currículo escolar, em que há uma *preocupação exacerbada com as áreas de português e matemática em detrimento da ciência.*

Para Libâneo (2013) essa desvalorização da ciência e supervalorização das áreas de exatas e da Língua Portuguesa não é um ato neutro, pois está associado às relações de poder:

[...] na sociedade capitalista, o saber se torna propriedade dos grupos e classes que detêm o poder e que controlam sua difusão: para os seus filhos oferecem o ensino das ciências sociais e exatas, além de uma preparação intelectual; para os filhos dos trabalhadores limitam e simplificam os conteúdos, destinando-lhes para uma débil formação intelectual, pois se trata de prepará-los para o trabalho físico. Na sociedade atual, portanto, há uma distinção dos conteúdos de ensino para diferentes grupos sociais: para uns esses conteúdos reforçam os privilégios, para outros fortalecem o espírito de submissão e conformismo (LIBÂNEO, 2013, p. 139).

A preocupação do sistema capitalista é apenas “alfabetizar”, isto é, ensinar o indivíduo a ler, escrever e resolver as operações matemáticas, o que se reflete diretamente na forma como as escolas têm direcionado o ensino, a fim de atender as exigências desse sistema, negligenciando, muitas vezes, a formação para a cidadania e o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica. Em virtude disso, a ciência é apresentada como algo desvinculado da sociedade, tendo pouca ou nenhuma conexão com a realidade dos educandos (SANTOS, 1999).

Para o professor Edward, a falta de credibilidade na ciência na atualidade é decorrente *do fato de que muitas pessoas ainda não têm acesso à informação* e, quando têm, são informações falsas e distorcidas. Para ele, vivemos em uma sociedade em que *ciência é uma coisa que não é dialogada em casa*, o que faz com que as pessoas sejam induzidas e se *prendam ao discurso* de determinado líder político *que vai na contramão daquilo que diz a Ciência.*

De acordo com Persechini e Calvacanti (2004) e Germano e Kuleska (2007), o acesso ao conhecimento científico e a compreensão sobre como a ciência funciona devem ir além da sala de aula, englobando toda a população, uma vez que a CT são produções culturais e, portanto, patrimônios da humanidade. Nessa perspectiva, Reis (2009, p.12) afirma que “apenas o conhecimento sobre o que é e como funciona a ciência proporcionará aos cidadãos maior poder de intervenção e influência em processos decisórios relacionados com propostas de desenvolvimento científico e tecnológico”.

A esse respeito, concordamos com Almeida (2020b), ou seja, de que não é necessariamente verdade, uma vez que, segundo o autor, nem tudo é culpa do analfabetismo científico e tecnológico da população, pois as pesquisas ao longo dos quarenta anos no campo da divulgação científica mostram que o grau de instrução e o nível de informação das pessoas sobre C&T não está necessariamente relacionado às suas atitudes. Assim, nem sempre os indivíduos mais instruídos e bem informados apoiam à ciência, não no sentido de concordar com todas as suas aplicações, mas na perspectiva de credibilidade e valorização da pesquisa científica (ALMEIDA, 2020b).

É preciso repensar o modelo de educação que temos vivenciado e *não esperar os momentos de crise pra tentar compreender o que é um vírus*, entendendo, assim, que toda essa Pandemia avassaladora “sirva para repensarmos a forma de fazer, comunicar e governar a ciência, de modo que ela esteja mais conectada à vida das pessoas e contribua para diminuir as desigualdades sociais” (ALMEIDA, 2020, p. 19).

Isso poderá acontecer a partir de um ensino que priorize problematização dos aspectos sociais, tecnológicos, políticos e históricos, associados à CT, até porque não faz sentido defendermos uma educação científica e tecnológica que se limite à memorização de conceitos, fórmulas, fenômenos e processos pelos educandos, sem considerar os problemas que afligem realidade em que eles vivem (TEIXEIRA, 2003b).

4.3 PRÁTICAS COLABORATIVAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

A presente categoria enfoca as percepções dos professores em relação às potencialidades e desafios da pesquisa colaborativa como possibilidade de aproximação entre universidade e escola e está estruturada em quatro subcategorias, a saber: a) práticas colaborativas: aproximação entre a universidade e a escola; b) potencialidades e desafios da relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica; c)

efetivação dos preceitos CTS em sala de aula e d) contribuições da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores.

a) Pesquisa colaborativa: aproximação entre a universidade e a escola

Como referido anteriormente, diversos estudos têm sido realizados a fim de identificar as potencialidades e desafios das práticas colaborativas no âmbito escolar e como possibilidade de aproximação entre a universidade e a escola (LÜDKE, 2001; LÜDKE; CRUZ, 2005; EL-HANI; GRECA, 2011; FIORENTINI; CRECCI, 2013; BARBOSA; BAZZO, 2014; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

Neste sentido, buscamos compreender como os professores visualizam o desenvolvimento de ações colaborativas envolvendo esses dois espaços de aprendizagem, a universidade e a escola:

Edward_E: *Eu entendo que essa aproximação e troca de experiências e vivências é benéfica tanto para a escola quanto para a universidade. A universidade se beneficia e, por outro lado, o professor da educação básica, ele se beneficia, uma vez que, para ele, torna-se um tipo de formação continuada. Então, aquilo que a formação inicial não deu conta de contemplar, essa parceria acaba preenchendo algumas lacunas dessa formação. Então, eu entendo como benéfica, mas essa parceria precisa ser mais efetiva. Porque não pode ser uma parceria que se limite apenas a alguns momentos, a exemplo da implementação de programas como o PIBID ou do estágio supervisionado. Precisa ser uma parceria ampliada.*

Rosalind_E: *Eu acho muito benéfica do ponto de vista da formação do professor, seja a formação inicial ou continuada. Essa aproximação traz muitos benefícios para a formação, porque é um espaço de reflexão sobre a prática docente [...] e eu penso que essa aproximação também é muito boa para a escola, porque, às vezes, a correria do dia-a-dia, as demandas do espaço escolar, a gente acaba não tendo muitas oportunidades e tempo para conhecer novas estratégias, se atualizar sobre o que está sendo feito e, muitas vezes, essa parceria universidade-escola acaba levando para o espaço escolar essas novidades, que somam e que contribuam muito com o processo de ensino e aprendizagem.*

Para os professores, a parceria entre a universidade e a escola é profícua para ambas as partes, pois possibilita a *troca de experiências e vivências*, além da *reflexão sobre a prática docente*, que contribuem significativamente tanto para a formação do professor, *seja ela inicial ou continuada, preenchendo algumas lacunas dessa formação*, quanto para a melhoria do *processo de ensino e aprendizagem*. Segundo Lüdke e Cruz (2005) e Tauchen, Devechi e Trevisan (2014), as interações entre esses dois espaços de aprendizagem pressupõem ações recíprocas, pois propiciam que os professores adquiram uma formação complementar à obtida na licenciatura, ao longo de

toda a sua carreira. Quanto à universidade, esta passa a compreender melhor os problemas e desafios da Educação Básica. Alguns programas podem favorecer essa parceria entre universidade e escola, um deles é o PIBID:

Edward_E: [...] *a experiência que eu tive no PIBID foi muito enriquecedora*, durante a graduação, eu participei de dois programas, o primeiro era com alunos da EJA e, assim, foi muito proveitoso, porque, na grade curricular, uma das disciplinas que tinha era Psicologia da Aprendizagem e Psicologia da Adolescência. Não tinha, por exemplo, Psicologia do Adulto, *não tinha nenhuma disciplina voltada para a aprendizagem do adulto*, como é que o adulto aprende? E eu entendi que isso era uma *lacuna* [da formação inicial], uma vez que, *enquanto docente, eu posso ser professor da EJA*, que trabalha com jovens e adultos [...], a outra vez que participei de um projeto colaborativo foi por meio do *programa interdisciplinar entre os cursos de Biologia e Química* [...], era mais uma interação nossa com o professor especialista em educação inclusiva, *e que também foi muito proveitoso, pois supre outra lacuna, pois o aluno de Biologia não é formado para lidar com alunos com necessidades educacionais especiais*. E, às vezes, *a gente só se dá conta dessa necessidade quando chega na sala de aula* e tem um aluno surdo, um aluno cego, ou com deficiência intelectual, por exemplo. Ai você se dá conta que sua formação nesse sentido foi insuficiente [...] *hoje, o que eu sei sobre Educação Inclusiva é graças ao PIBID*. Ano passado, por exemplo, eu pude aplicar uma prova adaptada para o meu aluno com deficiência intelectual, graças ao conhecimento que eu tive com o PIBID e esse conhecimento perpassa por essa relação que eu tive com as professoras especialistas em Educação Inclusiva.

Rosalind_E: [...] já fui bolsista do PIBID e *foi uma experiência muito boa, porque a gente pensava em trabalhar sempre de forma inovadora* [...] *a colaboração nesse sentido era efetiva*, porque nós pensávamos em conjunto, o que a gente decidia fazer era compartilhado [...] em alguns contextos, *o trabalho colaborativo pode ser um divisor de águas no sentido de viabilização, a realização das atividades, que, para o professor sozinho, ficaria mais difícil, em decorrência do tempo*.

Para o professor Edward, a sua participação no PIBID foi *muito enriquecedora*, pois lhe possibilitou *suprir algumas lacunas da sua formação inicial*, a exemplo de como *trabalhar com a Educação de Jovens e Adultos (EJA)* e lidar com *alunos com necessidades educacionais especiais*. De acordo com Tauchen, Devechi e Trevisan (2014), o PIBID potencializa a qualidade da formação inicial, uma vez que proporciona a articulação entre teoria e prática, permitindo que os licenciandos vivenciem o seu futuro ambiente de trabalho desde o início do curso.

Quando Edward afirma que *o aluno de Biologia não é formado para lidar com alunos com necessidades educacionais especiais* e que o que ele sabe sobre *Educação Inclusiva, é graças ao PIBID*, evidencia-se um sério problema dos cursos de

licenciatura, pois apesar das significativas contribuições do PIBID para a formação e reflexão da prática docente, há algumas práticas e vivências que não podem ser restritas aos licenciandos que participam do projeto, mas devem integrar o currículo como um todo.

Outro aspecto a ser problematizado na fala do professor Edward é quando ele afirma que, durante a sua graduação, não existia *nenhuma disciplina voltada para a aprendizagem do adulto*, subsídio necessário para a sua atuação como *professor da EJA*. De acordo com Ribeiro (1999), a psicologia do desenvolvimento infantil é um dos campos das ciências mais recorrido para a fundamentação de propostas pedagógicas, no entanto, é preciso considerar a possibilidade de se trabalhar com a psicologia dos adultos, como forma de desconstruir a ideia de que o desenvolvimento é algo que ocorre apenas no período da infância e adolescência, negligenciando as especificidades e a capacidade de aprendizagem durante a vida adulta. Tal negligência é refletida nos cursos de formação inicial.

É importante destacar que as ações colaborativas do PIBID viabilizam a *realização de atividades diferenciadas, que o professor sozinho dificilmente conseguiria desenvolver, em decorrência do tempo*, porém, a aproximação entre a universidade e escola não deve se limitar *a alguns momentos, precisa ser uma parceria ampliada*. Tauchen, Devechi e Trevisan (2014) afirmam que as escolas têm criticado muito a falta de retorno das pesquisas desenvolvidas pela universidade, a forma como os estágios são realizados, causando uma descontinuidade das ações. Para os professores isso ocorre porque:

Edward_E: [...] *as universidades, de uma forma geral, utilizam o espaço da escola, quando é conveniente para elas, é isso que eu tenho percebido, ou seja, há mais benefícios para a universidade do que para a escola. Então, assim, a universidade fala sobre o tripé ensino, pesquisa e extensão, mas essa questão da extensão é mais conveniente quando beneficia a universidade.*

Rosalind_E: [...] *em relação a projetos, eu acho que poderia ter tempo para o feedback, porque eles são desenvolvidos dentro de um cronograma de uma disciplina e aí tem aquele tempo para o licenciando aplicar o projeto, depois volta para a universidade naquela correria, pensando em elaborar o relatório, apresentar o projeto que foi desenvolvido e falta tempo dentro do cronograma para que o aluno volte à escola para dar esse retorno, para dizer como foi e trazer para os professores possibilidades de como eles poderiam dar continuidade a ações desenvolvidas no projeto.*

Para os professores, ainda há muito que melhorar no que se refere à parceria entre esses dois espaços educativos, pois, na maioria das vezes, a universidade *utiliza o espaço da escola, quando é conveniente para ela*, seja para desenvolver projetos ou outras ações, que servem apenas para o cumprimento de determinada disciplina, não havendo tempo no cronograma para *que o aluno volte à escola* e oriente os professores sobre *como eles poderiam dar continuidade a ações desenvolvidas*.

Tais afirmações corroboram com o que indicam Tauchen, Devechi e Trevisan (2014) e Ribeiro, Santos e Prudêncio (2020) de que, apesar de a universidade utilizar com frequência o ambiente escolar, na maioria das vezes, ela sobrepõe-se à escola, nem sempre atendendo às suas demandas. Dessa forma, ainda que ocorram algumas práticas bem sucedidas, a universidade precisa melhorar sua relação com a escola e vice versa, sobretudo, no que tange aos estágios, à pesquisa e à extensão (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014).

Na percepção dos professores, algumas ações poderiam ser realizadas, como possibilidade de melhorar e efetivar a parceria entre universidade e escola:

Edward_E: Se a universidade vai até a escola para desenvolver pesquisa e ela recolhe dados, identifica, por exemplo, alguns problemas e/ou algumas situações que poderiam ser melhoradas, por *que a universidade, ela não retorna com uma proposta de projeto ou programa que vise sanar esses problemas identificados e relatados na pesquisa?* Por exemplo, se é desenvolvida alguma pesquisa que identifica alguma lacuna na formação do professor, *por que, como proposta de intervenção dessa pesquisa ou como retorno dessa pesquisa, não há um programa que trabalhe a formação do professor?* Então, *eu acho que isso são ações que poderiam ser realizadas e haveria, claro, ganho para a universidade e ganho para o professor da Educação Básica*.

Rosalind_E: Eu acho que o que pode ser feito é *o planejamento em relação ao calendário da universidade que leve em consideração esse tempo de feedback para as escolas*. Um exemplo, *no mestrado, a gente tem aquele tempo corrido para cursar disciplinas, para escrever o trabalho, para aplicar o projeto, para fazer a análise, depois, para corrigir e defender e a gente fica o tempo todo pensando nessas coisas e, muitas vezes, a gente não tem tempo de voltar na escola*. Eu particularmente não tive esse tempo [...] eu penso que a escola deve fazer parte realmente do cronograma, das atividades desenvolvidas seja por licenciados ou mestrandos e doutorandos, para que haja, de fato, um *feedback* mais preciso.

Para a professora Rosalind, o cerne da falta de retorno das pesquisas desenvolvidas pela universidade está na falta de planejamento em relação a um calendário *que leve em consideração o tempo de feedback para as escolas*. Tal feito possibilitaria o *desenvolvimento de projetos ou programas* com a finalidade de

amenizar e/ou sanar os problemas identificados e relatados na pesquisa, o que representaria ganhos para a universidade e para o professor da Educação Básica.

Tais fatores precisam ser considerados, pois, na relação da escola com a universidade:

Não pode haver subserviência: a escola não pode ser encarada simplesmente como um campo de aplicação prática de conhecimentos ou de desenvolvimento de estratégias profissionais. Menos ainda ser avaliada como um locus mediador da “unidade” entre teoria e prática e sim muito mais como uma instância capaz de produzir conhecimentos legítimos (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014, p. 208).

Tal relação não deve ser verticalizada e impositiva, mas ser pautada na dialogicidade, visando à construção coletiva de conhecimentos. Outra possibilidade para efetivação da parceria entre a universidade e escola é o envolvimento dos professores em grupos de pesquisas na universidade, em que eles deixam de ser meros fornecedores de dados, para serem construtores de conhecimentos (TAUCHEN; DEVECHI; TREVISAN, 2014).

b) Potencialidades e desafios da relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica

Como citado anteriormente, a concepção de professor-pesquisador diverge do modelo de racionalidade técnica, em que o professor é apenas um executor de atividades, programas e inovações elaborados por terceiros (FREITAS; VILLANI, 2002; NUNES, 2008; DINIZ-PEREIRA, 2014).

No que tange às potencialidades da relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica, os professores sinalizaram que:

Edward_E: *Eu acho que essa relação professor-pesquisador na Educação Básica é muito proveitosa e enriquecedora e eu acho que isso reflete positivamente na aprendizagem dos alunos. Porque é o professor que entende a realidade da escola em relação à estrutura, o que a escola oferece, quais as condições que essa escola tem, até onde ele pode ir, a realidade do seu aluno, é ele quem conhece o seu aluno. Então, eu acho que é mais proveitoso ele ser pesquisador, do que ele pegar algo que está pronto, foi feito por terceiros e que obviamente talvez não pertença à realidade dos seus alunos.*

Rosalind_E: *Quanto às potencialidades, eu penso que seja algo maravilhoso para o professor, porque é uma oportunidade de ele estar sempre se atualizando, refletindo, aprendendo.*

Para os professores, a relação professor-pesquisador é *muito enriquecedora*, pois é uma *oportunidade para o professor estar sempre se atualizando e aprendendo*, o que *reflete positivamente na aprendizagem dos alunos*. De acordo com Lüdke e Cruz (2005)

e Nunes (2008), a formação profissional do professor-pesquisador possibilita que este investigue suas próprias práticas e torne-se crítico e qualificado para selecionar métodos de ensino compatíveis com a sua realidade, refutar teorias e construir novos conhecimentos, na tentativa de solucionar os problemas investigados.

No entanto, apesar de o *professor ser o único que entende a realidade da escola e do seu aluno*, são muitos os desafios que precisam ser superados no que se refere à relação do professor com a pesquisa:

Edward_E: [...] em relação aos desafios, *a principal limitação é a carga horária*, porque *a carga horária de um professor da Educação Básica é muito extensa*, ela exige muito do professor [...] *é uma carga horária muito cansativa, que demanda muito do professor. O professor não trabalha só no momento que está na sala de aula, ele leva trabalho para casa dele, trabalha no final de semana, nos feriados [...] ai secundário a isso vem a questão da desvalorização do professor e a falta de incentivo*, que faz com que ele não tenha interesse para pesquisa [...] *quando você tem uma carga horária que é extensa, que exige muito de você, ai vem a questão da desvalorização e ainda não há um incentivo, fica muito difícil para o professor da Educação Básica fazer pesquisa, ainda que ele entenda a sua importância. Tem professor, por exemplo, que tem 60h*, eu tenho colegas que têm 40h no estado e 20h no município, 60h é uma carga horária extremamente cansativa, que exige muito do professor. *Então, assim, em qual momento ele vai fazer pesquisa? No momento de lazer dele? É complicado.*

Rosalind_E: [...] *para você ser um professor-pesquisador, requer tempo e tempo é o que, muitas vezes, o professor não tem na Educação Básica e ai tem que ser uma briga contra o sistema, um esforço muito grande para que o professor consiga superar essas limitações sistemáticas e se reunir com outro professor, ou então separar um tempo para estudar, para pensar em inovações didáticas*, porque, assim, eu vou te dar o meu exemplo, *durante um tempo, eu fui mais pesquisadora do que professora*, porque eu tinha uma carga horária bem pequena, estava mais envolvida com a pesquisa do que com a sala de aula. Só que, quando eu fui contratada pelo estado, eu tinha uma carga horária de 20h, sendo 16h em sala de aula, 4h de planejamento. E você está pensando que todas minhas aulas eram em uma única série e só de Biologia? Não. Já teve ano que não. *Já teve ano de eu, com 16h, ter uma média de seis disciplinas diferentes* [...] o professor efetivo, ele tem uma quantidade de carga horária complementar maior do que quem é contratado. Mas, apesar dessa diferença entre o professor contratado e o professor efetivo, todos nós estamos trabalhando igualmente na sala de aula com os alunos.

Os principais desafios apontados pelos professores na relação professor-pesquisador no contexto da Educação Básica dizem respeito à *carga horária*, à *questão da desvalorização do professor* e à *falta de incentivo*. Tais fatores dificultam o envolvimento *da Educação Básica na pesquisa*, ainda que o professor entenda a sua

importância. Esses resultados condizem com o que é encontrado na literatura, pois os estudos realizados constataram que, apesar do interesse dos professores em desenvolver pesquisas na escola, alguns fatores impossibilitam sua concretização, como: formação, estrutura física das escolas; falta de tempo; baixa remuneração; pouco incentivo e apoio oferecido pelos gestores; falta de oferta de cursos de pesquisa em programas de formação de professores e ausência de financiamento (LÜDKE, 2001; NUNES, 2008; RAUSCH, 2012).

Um dos fatores limitantes que não foi apontado pelos professores, mas que deve ser problematizado, refere-se à formação do professor como pesquisador. Estudos realizados evidenciam que, apesar da ampla discussão na literatura sobre a relação professor-pesquisador, ainda há um despreparo para o seu exercício na prática pelos professores (LÜDKE, 2001; NUNES, 2008; VILLANI; FREITAS; BRASILIS, 2009; OLIVERI; COUTRIM; NUNES, 2010; RAUSCH, 2012; UHMANN; MORAES; MALDANER, 2014).

De acordo com Lüdke (2001) e Rauch (2012), a maioria dos professores, no Brasil, tem contato mais direto com a pesquisa somente em cursos de pós-graduação, mais especificamente em cursos de mestrado e doutorado. Nesses momentos, os professores realizam pesquisas de autoria própria e, geralmente, formam-se como pesquisadores. Apesar de ser algo favorável para a entrada do professor no universo da pesquisa e divulgação de suas pesquisas em eventos (VILANNI; FREITAS; BRASILIS, 2009), tal preocupação deveria ser evidenciada desde a graduação (LÜDKE; CRUZ, 2005).

Segundo Lüdke e Cruz (2005), a preocupação com a formação do professor pesquisador nos cursos de formação inicial limita-se à teoria, porque, na prática, prioriza-se a formação do bacharelado como a de pesquisador. Dessa forma, é necessário que os cursos de licenciatura repensem suas práticas, sobretudo, no que se refere à inserção da pesquisa científica na formação do professor (NUNES, 2008). Assim sendo:

[...] é preciso reconhecer que as questões referentes ao professor pesquisador devem ser melhor compreendidas e debatidas já na formação inicial na Graduação, pois há muito a fazer para que a pesquisa do professor se torne instrumento de melhora da Educação Básica (UHMANN; MORAES; MALDANER, 2014, p. 121).

Devido a essa lacuna na formação inicial, muitos professores (que não possuem mestrado ou doutorado) apresentam dificuldades em fazer pesquisa e discorrer sobre os

seus elementos constituintes. O estudo realizado por Lüdke (2001) com professores do ensino médio constatou que eles possuíam uma visão limitada sobre o que é pesquisa, embora cerca da metade deles tenha declarado fazê-la. Segundo a autora, uma das principais dificuldades encontradas foi a conversão dos trabalhos considerados de pesquisa pelos professores entrevistados em manuscritos, que sinalizassem explicitamente: os objetivos, métodos adotados, eventuais dados, resultados e sua posterior análise, para que pudessem ser avaliados por seus colegas ou até mesmo por outras instâncias e divulgados em algum evento ou periódico da área.

Tais dificuldades têm suscitado controvérsias quanto à formação e ao trabalho do professor como pesquisador, principalmente no que concerne à questão do rigor científico das pesquisas realizadas pelos professores da Educação Básica (VILANNI; FREITAS; BRASILIS, 2009).

Em conformidade com Vilanni, Freitas e Brasilis (2009), algumas pesquisas têm evidenciado que o aspecto mais significativo das investigações realizadas pelos professores é a relevância, pois se tratam de problemáticas relacionadas à sala de aula e ao ambiente escolar, contudo, algumas dessas pesquisas apresentam lacunas metodológicas, as quais refletem diretamente na sustentação dos resultados obtidos.

Como possibilidade de superação dessas lacunas e a formação do elo pesquisa-prática, alguns autores sugerem a realização de trabalhos colaborativos envolvendo o pesquisador acadêmico e o professor da educação básica (ZEICHNER; 1998; FREITAS; VILLANI, 2002; DESGAGNÉ, 2007; NUNES, 2008; UHMANN; MORAES; MALDANER, 2014).

De acordo com Lüdke (2001) e Uhmman, Moraes e Maldaner (2014), tal articulação tanto na formação inicial quanto na continuada é profícua, visto que ajuda o professor a familiarizar-se com a escrita acadêmica, além de lhe dar subsídios necessários para investigar devidamente as problemáticas do seu ambiente de trabalho. Quanto ao pesquisador, este passa a vislumbrar os reais desafios do ensino básico, podendo, assim, contribuir de maneira mais efetiva para o desenvolvimento profissional docente (LÜDKE, 2001).

De igual modo, Freitas e Villani (2002) argumentam que a pesquisa colaborativa nesse contexto é promissora, porque ainda que os materiais elaborados pelos professores (texto, experiência didática, planejamento pedagógico) apresentem poucos elementos de uma pesquisa científica, a implementação das propostas em sala de aula é muito mais efetiva quando o professor está envolvido na sua elaboração.

Em síntese, a partir do que foi discutido até aqui, é perceptível que há uma ênfase na necessidade de formar o professor-pesquisador, para que este investigue e reflita sobre suas práticas e seja produtor de conhecimento, contudo, raramente há discussões sobre a trajetória de sua formação, condições de trabalho e de carreira, incentivo financeiro e infraestrutura necessária para que ele consiga desenvolver pesquisa (RAUSCH, 2012).

No entanto, concordamos com Lüdke (2001) que, apesar dos percalços e limites impostos e de falta de políticas públicas que valorizem o magistério, é preciso reconhecer que há condições para a realização de pesquisas nos ambientes escolares. As pesquisas colaborativas e os mestrados profissionais são alguns exemplos, porém, como já referido, tais práticas precisam ser recorrentes desde a formação inicial e não se restringirem a momentos pontuais.

É importante destacar que as pesquisas colaborativas envolvendo formadores universitários e professores podem favorecer também o desenvolvimento de práticas CTS no intuito de transpor seus preceitos para a sala de aula, viabilizando a construção de propostas de ensino compatíveis com a realidade escolar (RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

c) Efetivação dos preceitos CTS em sala de aula

Como mencionado anteriormente, tem se constatado um aumento na produção acadêmica na perspectiva CTS, porém, muito pouco ainda tem sido desenvolvido visando à efetivação dos seus preceitos no contexto escolar (AULER, 2002; STRIEDER, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2009; BARBOSA; BAZZO, 2014).

Nesse contexto, questionamos os professores sobre o que eles acham que deve ser feito para que os preceitos CTS sejam efetivados em sala de aula:

Edward_E: *Eu vou reproduzir em sala de aula aquilo que minha formação inicial me possibilitou fazer. Então, assim, na minha formação inicial, eu não estudei sobre a perspectiva CTS [...] eu não tenho como trabalhar em uma perspectiva que eu não estudei, o qual eu não tenho conhecimento aprofundado para inserir isso na minha prática docente. Essa perspectiva é algo relativamente novo, os professores que já estão na rede tanto estadual, quanto municipal, não trabalham nessa perspectiva, porque a formação inicial deles não possibilitou [...] na minha formação inicial, nunca tive um professor que trabalhasse dentro dessa perspectiva CTS. Então, assim, como não há uma orientação nos cursos de licenciatura em trabalhar nesta perspectiva, eu acho que fica mais a critério do professor trabalhar ou não nessa perspectiva. Se ele entender que é interessante problematizar questões envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade, porque o futuro professor precisa ter subsídios para trabalhar nessa*

perspectiva, mas, de forma geral, isso não acontece [...] então, se você não tiver contato com essa perspectiva, como eu estou tendo agora, é o que você vai reproduzir em sala de aula.

Rosalind_E: Eu acho que a gente tem que levar com mais intensidade a perspectiva CTS para os professores da Educação Básica [...] quando a gente fala sobre CTS na escola, às vezes, *o professor ainda tem uma concepção bastante limitada e distorcida sobre o que vem a ser a Educação CTS, ainda que ela apareça em alguma medida nos documentos oficiais.* Os trabalhos que falam sobre CTS, que propõem atividades para a escola nessa perspectiva são muito importantes, mas se a gente que trabalha com CTS não começar a fazer aquele trabalho de formiguinha, de ter um tempo com os professores para falar sobre o que é essa perspectiva, eu penso que a gente vai ficar atirando no escuro, porque a gente vai levar as propostas, os professores vão gostar, mas vai ser difícil eles darem continuidade ao que está sendo feito, porque não compreendem, de fato, a profundidade teórica no que se refere à educação CTS, o que está sendo feito ali.

Na percepção dos professores, a *formação* é um dos pilares para a efetivação dos preceitos CTS na sala de aula, pois o que percebemos é que *o professor ainda tem uma concepção bastante limitada e distorcida sobre o que vem a ser a Educação CTS, ainda que ela apareça em alguma medida nos documentos oficiais.* Tal afirmação aproxima-se do que é sinalizado por Firme e Amaral (2008), de que a compreensão sobre a ciência, tecnologia e sociedade, bem como das suas inter-relações pelos professores, desempenha papel primordial no processo de implementação de práticas CTS em sala de aula.

Para o professor Edward, essa incompreensão das inter-relações CTS pelos professores é resultante da ausência de discussões envolvendo-as nos *cursos de licenciatura.* Conforme Miranda e Freitas (2008) e Prudêncio (2013), a falta de criticidade sobre CT pelos professores é resultante da sua formação deficitária, comumente alicerçada em visões neutras e descontextualizadas dos conhecimentos produzidos pela Ciência e sua interseção com a Tecnologia e com a Sociedade.

No que tange ao aumento da produção acadêmica sobre a perspectiva CTS, os professores sinalizaram que:

Edward_E: [...] *quanto mais houver trabalhos nessa perspectiva, melhor vai ser, porque mais pessoas terão contato, talvez haja uma reconfiguração curricular nos cursos de licenciatura, principalmente naqueles que lidam com ciências, para que haja, de fato, mudanças na prática docente dos professores que não trabalham nessa perspectiva, porque ele não tem como trabalhar se a formação inicial não deu conta disso.*

Rosalind_E: É claro que *discussões envolvendo CTS estão cada vez mais presentes nos eventos, ENEBIO, ENPEC, esses grandes eventos*

da área de Ciências e Biologia, *mas muitos dos professores da Educação Básica não vão para esses eventos*. Claro que tem crescido a participação dos professores da Educação Básica nesses eventos, *mas ainda há muitos que não participam*. Então, eu acho que *quando a gente vai levar essas propostas, não devemos explicar só o que estamos querendo fazer, a gente precisa ter um tempo para trabalhar a formação desse professor que está em sala de aula e que nunca teve contato com essa perspectiva*. Para que, *daqui a alguns anos, a gente tenha uma sensibilização e aceitação maior, para que a gente possa ter uma Educação CTS presente no contexto escolar*.

Para o professor Edward, o aumento de trabalhos nessa perspectiva é interessante, pois pode viabilizar a *reconfiguração curricular nos cursos de licenciatura, para que haja de fato mudanças na prática docente dos professores*. De acordo com Barbosa e Bazzo (2014), a ampla divulgação da Educação CTS é promissora, porém, pode gerar uma compreensão limitada e equivocada sobre a implementação de práticas nessa perspectiva, tornando-a somente mais um jargão no ensino de ciências.

Rosalind, por sua vez, acredita que a ampliação da divulgação de trabalhos sob a ótica da CTS não é suficiente, visto que, *por mais que tenha crescido a participação dos professores da Educação Básica nos eventos, ainda há muitos deles que não participam*. Ela pressupõe a necessidade de nós, pesquisadores da educação CTS, envolvermos os professores na discussão e elaboração de propostas CTS, como possibilidade de estes familiarizarem-se e apropriarem-se teoricamente dessa perspectiva.

Tal posicionamento aproxima-se do que é assinalado por Firme e Amaral (2008) de que é preciso discutir sobre os preceitos CTS no planejamento didático-pedagógico com os professores, para que as propostas desenvolvidas possam ser compatíveis com a realidade vivenciada por esses professores em sala de aula.

d) Contribuições da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores

Como citado anteriormente, as pesquisas colaborativas envolvendo pesquisadores e professores da Educação Básica podem favorecer o desenvolvimento de propostas compatíveis com a realidade da escola e do professor, além de contribuir para o Desenvolvimento Profissional Docente (MARTINHO, 2007; FIRME; AMARAL, 2008; GUIMARÃES; GIORDAN, 2011; RIBEIRO; SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

No processo de elaboração da SD proposta neste estudo, tais contribuições foram evidenciadas:

Edward_E: Eu acho que as *várias experiências e os olhares diferentes* sobre essa SD, por exemplo, acerca de como o conteúdo pode ser trabalhado, quais os recursos que podem ser utilizados, quais as metodologias, eu acho que isso *só tem a enriquecer o ensino*. Tem o olhar do professor que está na sala de aula, tem o olhar do professor que se formou, mas não está na sala de aula, porque *o professor que está na sala de aula tem um olhar diferente*, porque são experiências diferentes e são necessidades diferentes. *São espaços diferentes*, por exemplo, a sala de aula é diferente, os alunos são diferentes, até a própria dinâmica da escola é diferente,

Rosalind_E. [...] esses momentos em conjunto podem ser *muito enriquecedores*, se todo mundo realmente levar isso a sério. [...] *Eu penso que agora é como se tivesse eu, você, Ester¹⁶ e Edward pensando nessa aula, e aí é claro que nós quatro pensando flui uma aula muito melhor*[...] E provavelmente Edward vai falar coisas que eu não estou conseguindo lembrar agora, as ideias que eu não tenho. Então, *esse diálogo ajuda a gente a construir algo muito melhor, sem dúvida*.

Para os professores, o processo validativo da SD lhes possibilitou a construção de uma proposta mais elaborada, a partir da *troca de experiências* entre os pares, e *diferentes olhares* sobre o processo de ensino e aprendizagem. Tais pressupostos estão em conformidade com o que é pontuado por Paiva e Guidotti (2017) de que o trabalho colaborativo no âmbito educativo possibilita que os educadores envolvidos desconstruam o paradigma do trabalho solitário do professor, discutam e definam objetivos em comuns. Além disso, potencializa a construção e reconstrução de suas práticas pedagógicas a partir da troca de vivências, ideias, anseios e dificuldades e isso reflete diretamente na proposta desenvolvida e na aprendizagem dos educandos.

Ao afirmar que *o professor que está na sala de aula tem um olhar diferente* em relação ao ensino, Edward evidencia a necessidade da parceria entre pesquisadores e professores no desenvolvimento de propostas didáticas, uma vez que a academia e a escola são *espaços diferentes* e suas particularidades precisam ser consideradas nesse processo.

Como já mencionado, essa perspectiva de colaboração em que pesquisadores e professores atuam de forma colaborativa, a partir de seus próprios horizontes e suas individualidades, é denominada por Crecci e Fiorentini (2016) como comunidades fronteiriças. Nesse tipo de comunidade:

[...] há, portanto, encontro de culturas institucionais, sobretudo, das culturas escolares e acadêmicas. Mas há, também, o encontro de

¹⁶ Os nomes verdadeiros foram substituídos pelos seus respectivos pseudônimos.

experiências subjetivas que ocorre através das histórias de vidas, narradas por cada um de seus participantes, constituídas em diferentes cenários de práticas (CRECCI; FIORENTINI, 2016, p.15).

Essa troca de experiências e vivências entre pesquisadores e professores nesse tipo de comunidade pode favorecer não somente o desenvolvimento de propostas didáticas visando à melhoria da aprendizagem dos educandos, mas também auxiliar na aprendizagem do professor, sobretudo, no seu desenvolvimento profissional.

Nesse contexto, ao serem questionados sobre as possíveis contribuições da pesquisa colaborativa para o seu processo formativo, os professores afirmaram que:

Edward_E: Sim, contribuiu muito. *Eu nunca tinha participado de um ensino colaborativo [...] foi muito enriquecedor no sentido de que existem as trocas de experiências, as trocas de vivências, e me possibilitou uma bagagem para trabalhar em sala de aula. Para mim, essa experiência significou e está sendo um tipo de formação continuada, porque eu nunca havia trabalhado dessa forma, porque geralmente sou eu comigo mesmo.*

Rosalind_E: Olha, para mim, contribuiu, porque sinceramente *foi uma experiência que eu queria muito ter [...] eu percebi que o trabalho colaborativo na prática é muito enriquecedor, porque até então eu só tinha escutado muito falar, mas ainda não tinha vivenciado e ter participado da prática colaborativa da sua pesquisa me possibilitou viver isso.*

Para os professores, o desenvolvimento coletivo da SD foi um *tipo de formação continuada*, pois lhes possibilitou vivenciar a pesquisa colaborativa. Conforme Desgagné (2007), a pesquisa colaborativa envolvendo pesquisadores e professores é vista a partir de uma dupla perspectiva: pesquisa e formação. Para o autor, quando o pesquisador se alia com professores para construir e/ou estudar determinado objeto de estudo, ele faz com que o professor busque aperfeiçoar algum aspecto da sua prática profissional. Dessa forma:

[...] as preocupações do pesquisador podem levá-lo, antes de tudo, a querer avançar sobre os conhecimentos de um dado domínio de pesquisa; enquanto que os interesses dos docentes podem conduzi-los a melhorar a sua prática em um dado aspecto do seu exercício profissional, engajando-se em projetos de aperfeiçoamento ou de formação contínua. O ponto de encontro dos dois ou de interesse comum (podemos dizer assim) no projeto colaborativo consiste na confiança em que a produção de conhecimentos melhore a prática e esta, por sua vez, esclareça a produção de conhecimentos. (DESGAGNÉ, 2007, p. 15).

Em virtude disso, o autor salienta que o pesquisador deve ser sensível à prática, levando em consideração as percepções dos professores sobre suas práticas pedagógicas, bem como interessar-se pelas reflexões que eles fazem em seu contexto de

atuação. O pesquisador deve ainda analisar a forma como os professores enfrentam os limites de sua atuação profissional e os docentes, por sua vez, precisam ser sensíveis à pesquisa, considerando a visão do pesquisado e os limites da pesquisa.

De igual modo, Boa Vida e Ponte (2002) e Martinho (2007) pontuam que a integração do professor em práticas colaborativas possibilita que este tenha um conhecimento mais ampliado sobre o contexto educativo e sobre si mesmo, o que implica o seu desenvolvimento profissional, como evidenciado na fala da professora Rosalind:

Rosalind_E: *Eu vou dizer que depois dessa conversa que eu tive com você, agora, eu vim perceber a importância do trabalho colaborativo[...] eu penso sinceramente em quando as aulas voltarem, vou tentar de alguma forma chamar alguns colegas para que a gente possa fazer esse trabalho colaborativo. Porque realmente quando você tem mais de uma pessoa pensando em uma aula, eu penso que o produto final acaba se tornando muito melhor, porque o que um não percebe, o outro percebe, um teve alguma ideia que o outro não teve, sem contar com a questão do compartilhamento de experiências, que faz com que todos os envolvidos cresçam.*

Quando Rosalind afirma que, depois da nossa conversa que ela veio perceber a importância do trabalho colaborativo e que quando as aulas voltarem vai tentar de alguma forma chamar alguns colegas para a realização do trabalho colaborativo, ela permite-nos identificar indícios de que o trabalho colaborativo deu-lhe subsídios para (re)pensar e (re)considerar a importância de tais práticas na melhoria do processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, em seu processo formativo. Resultados semelhantes foram obtidos por Sztajn et al (2013), que, ao analisarem as potencialidades das comunidades fronteiriças para o desenvolvimento profissional docente, constataram que os professores e formadores retornaram para as suas comunidades de origem modificados pela experiência da fronteira.

De acordo com Forte e Flores (2012):

[...] existe uma relação mútua e de complementaridade entre a colaboração e o desenvolvimento profissional, permitindo mudar ou desafiar a cultura individualista de alguns professores no sentido de uma colaboração construída na escola. Por outro lado, as várias iniciativas desenvolvidas na escola, seja através de projetos, seja através de atividades de caráter específico, permitem que os docentes envolvidos questionem a sua postura mais individualista, podendo constituir um primeiro passo para a colaboração “autêntica” (FORTE; FLORES, 2012, p.916).

O desenvolvimento de práticas colaborativas no âmbito educativo pode contribuir significativamente para o aperfeiçoamento e mudanças de diversos aspectos

da ação docente, sobretudo, no que tange à tendência individualista e solitária do trabalho do professor. Contudo, apesar das potencialidades do trabalho coletivo para a reflexão e mudanças substanciais na prática docente, concordamos com Strieder (2008) ao afirmar que:

Uma intervenção isolada, certamente, não ocasionará uma mudança expressiva nas práticas dos professores. Contudo, entendemos que desenvolver projetos dessa natureza, que buscam envolver os professores nas atividades de planejamento e desenvolvimento de intervenções, pode contribuir para desabrochar um processo de mudança, capaz de vir a promover mudanças mais profundas, tanto a nível pessoal quanto institucional. (STRIEDER, 2008, p. 168).

Em virtude disso, defendemos que as práticas colaborativas envolvendo a universidade e a escola precisam ser recorrentes, para que haja, de fato, mudanças mais significativas nas práticas pedagógicas do professor, no contexto educativo como um todo e no repensar a escola por parte da universidade. Entretanto, apesar das inúmeras contribuições do trabalho colaborativo para o processo de ensino e aprendizagem e reflexão da prática educativa dos envolvidos, é preciso considerar que sua concretização nem sempre é viável no contexto escolar e da universidade.

Em relação aos principais desafios do desenvolvimento de práticas colaborativas no contexto escolar, os professores apontaram que:

Edward_E: [...] eu acho que uma das dificuldades é a *inexistência do AC* [atividade complementar], por exemplo, na escola que trabalho, o AC praticamente não existe, *quando acontece, sentamos eu e a coordenadora*, e a gente não tem um computador, a gente não pode fazer uma pesquisa, a gente não tem um livro pra pesquisar. [...] *não tem um momento pra você sentar e pensar com seus colegas como você pode trabalhar determinado assunto* [...] até porque *os horários dificultam os encontros no AC. Enquanto professor contratado, eu não tenho o dia específico para que eu sente com meus pares*, para que eu sente com outros professores de ciências, para pensarmos em uma proposta, para planejarmos coletivamente, isso não existe. *Esse momento só existe para o professor efetivo*, porque ele tem um dia específico em que ele senta com outros professores da mesma disciplina para pensarem, para planejarem.

Rosalind_E: [...] o grande problema que eu vejo, é que, *na prática, isso tem uma dificuldade de acontecer* [...] quando eu estava na graduação, eu pensava que essas diferentes formas de planejamento da escola, eu ia ter um colega para sentar e falar “olha, eu estou pensando em fazer isso, vamos trabalhar juntos, já que você leciona a mesma disciplina que eu e no mesmo ano que eu, vamos sentar para ver se a gente faz algo em comum, e aí a gente pode discutir, o que pode dar certo”. *Eu pensava que esse tipo de coisa acontecia, mas pelo tempo que eu estou em sala de aula, enquanto contratada, eu ainda não vivi isso*. Cada um planeja o seu, às vezes, a gente até compartilha, *o máximo que eu já experimentei foi algo do tipo “ah, você já ensinou essa*

disciplina, você fez como?”, ai divide o mesmo plano de aula, mas não aquela coisa de sentar para planejar junto [...] então, eu penso que esse trabalho colaborativo que tem muito a contribuir para o direcionamento das atividades na sala de aula [...] mas é algo que nós enquanto professores precisamos acordar para a importância que ele tem, e realmente se predispor a sentar ali e planejar junto.

A partir das falas, é possível constatar que o trabalho colaborativo não é uma prática recorrente na rotina dos professores entrevistados, devido à *inexistência do AC e incompatibilidade de horários*, em virtude de eles serem *contratados*. De acordo com Diolina (2017) e Freund e Biar (2017), há benefícios e condições diferenciadas para professores efetivos e contratados, no que tange a direitos, possibilidades de carreira, carga horária, desempenho de funções e salários. Tais disparidades favorecem diferenças de status e reforçam o individualismo na profissão docente (DIOLINA, 2017).

Dessa maneira, é necessário criar e manter condições e espaços, bem como flexionar os horários dos docentes, para a integração efetiva entre os professores efetivos e contratados, a fim de intensificar as práticas colaborativas e proporcionar melhorias no processo de ensino e aprendizagem (FORTE; FLORES, 2012; DIOLINA, 2017). Além disso, é fundamental que a formação inicial e continuada dê subsídios para o professor trabalhar em uma perspectiva colaborativa, como forma de superar a concepção individualista e de isolamento que caracteriza a cultura profissional docente. (FORTE; FLORES, 2012).

Um desses espaços é o AC, que deveria ser usado para o trabalho colaborativo entre os professores, mas, na prática, nem sempre isso acontece. De acordo com Lago e Gomes (2019), o AC integra parte da carga horária do professor e é assegurado pela LDB 9394/96 para o planejamento docente. Para os autores, o AC pode constituir um espaço de colaboração e de formação, desde que os sujeitos (professores, coordenadores, gestores entre outros interessados na ação educativa) que participam dele socializem experiências, compartilhem saberes e incertezas com seus pares, planejem e articulem trabalhos juntos, fomentando, dessa maneira, o desenvolvimento profissional e mudanças significativas no contexto escolar.

Alguns estudos sinalizam que, dentro das escolas, raramente, há momentos de colaboração entre os professores, pois, geralmente, quando estes reúnem-se é para a discussão de questões administrativas e burocráticas da escola, e, quando há colaboração, esta limita-se à execução e tarefas bem delimitadas e de curto prazo

(MARTINHO, 2007; SANTOS, 2008; FORTE; FLORES, 2012; FERNANDES; STRIEDER, 2017).

Tais pressupostos foram evidenciados na fala da professora Rosalind quando ela afirma que o máximo que ela experimentou na escola em que ela atua foi *dividir o mesmo plano de aula, mas não aquela coisa de sentar para planejar junto*. Tal prática é caracterizada como cooperação, pois o plano de aula foi elaborado individualmente e compartilhado com o outro. Conforme Fiorentini (2013), no trabalho cooperativo, há ajuda mútua na execução de tarefas, mas não há negociação conjunta no seu processo de elaboração.

No entanto, reconhecemos que tais resultados não podem ser generalizados, pois ainda que o trabalho colaborativo não seja uma realidade na maioria das escolas, isso não quer dizer que ele não aconteça. Alguns estudos vêm sendo realizados visando investigar práticas colaborativas no contexto escolar e tem se constatado que é possível e viável trabalhar em uma perspectiva colaborativa na escola.

O estudo desenvolvido por Lago e Gomes (2019), por exemplo, ao trabalhar com professores que ensinam Matemática em uma perspectiva colaborativa voltada para a Resolução de Problemas no espaço destinado para o AC, constatou que as atividades desenvolvidas pelos encontros formativos realizados nesse espaço podem subsidiar novas ações para prática docente e contribuir para formação continuada dos professores de Matemática.

Outro exemplo a ser destacado é a investigação realizada por Duarte, Pinto e Barreiro (2017) que teve como finalidade discorrer a respeito do trabalho colaborativo evidenciado na prática docente de professoras alfabetizadoras participantes de um percurso formativo mediado pelo PIBID. Neste caso, constatou-se que as ações desenvolvidas contribuíram para que professoras trilhassem um caminho que lhes permitiu “trabalhar juntas” e não juntar trabalhos, tendo esse percurso refletido na sua prática docente de forma positiva.

Esses são alguns dos exemplos da efetivação de práticas colaborativas no contexto escolar, contudo, é preciso que elas sejam regras e não exceções. Para que isso aconteça, os professores e a gestão escolar precisam *acordar para a importância do trabalho colaborativo, pois ele tem muito a contribuir para o direcionamento das atividades na sala de aula* e poderia favorecer mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem se fosse uma prática recorrente.

Contudo, é importante salientar que a adoção de práticas colaborativas na escola por si só não resolverá todos os problemas da ação docente. É preciso que estas estejam em conformidade com melhorias nas condições de trabalho do professor da Educação Básica, sobretudo no que se refere ao plano de carreira, redução da jornada de trabalho em sala de aula e melhores salários (NACARATO, 2016).

Assim posto:

Nada será conseguido se não se alterarem as condições existentes nas escolas e as políticas públicas em relação aos professores. É inútil apelar à reflexão se não houver uma organização das escolas que a facilite. É inútil reivindicar uma formação mútua, interpares, colaborativa, se a definição das carreiras docentes não for coerente com este propósito. É inútil propor uma qualificação baseada na investigação e parcerias entre escolas e instituições universitárias, se os normativos legais persistirem em dificultar esta aproximação. (NÓVOA, 2013, p. 206).

Nas condições atuais, esses desafios têm se intensificado, por isso, precisamos ser sensíveis à prática do professor, não lhe atribuindo toda a responsabilidade do ensino, pois diversos fatores podem dificultar o aprimoramento de suas práticas pedagógicas e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento profissional.

Como citamos anteriormente, apesar das potencialidades do trabalho coletivo para o desenvolvimento de práticas de ensino e reflexão da ação docente, sua efetivação no âmbito educativo requer a superação de alguns desafios. No desenvolvimento da SD proposta, por exemplo, um dos fatores limitantes foi a não concretização do encontro presencial com os professores para o planejamento da SD, devido à incompatibilidade de horários e a necessidade do distanciamento social em decorrência da Pandemia. Contudo, para os professores, tal limitação não comprometeu o seu protagonismo como colaboradores da pesquisa e coautores da SD:

Edward_E: *De qualquer forma, houve uma colaboração minha. Eu não tenho essa vaidade de dizer que fui prejudicado porque não participei da elaboração inicial da SD, de forma alguma. Isso não comprometeu, de forma alguma, o meu protagonismo, porque houve colaboração independente do momento em que ela ocorreu, eu acredito que toda colaboração é válida.*

Rosalind_E: *Olha, apesar de eu não ter participado do planejamento inicial da SD, na definição da temática, propondo a base da SD, eu não achei que isso me deu um papel menor como colaboradora, não. Inclusive, eu acho que isso poderia ser adotado, isso poderia ser feito no espaço escolar. Eu acho que se um professor faz uma base, depois, ele se junta com outros professores para ver o que pode melhorar. Em um grupo de três professores, por exemplo, se cada professor fizer isso, no final, vai ter três SD com conteúdos diferentes e que vai ter sido construída pelos três. E se fosse para, desde o início, cada um*

fazer uma base, ia demorar mais, então, eu acho que, dessa forma que foi feito, dinamizou o processo. E eu penso que não diminuiu a participação colaborativa dos que chegam para dizer o que pode melhorar.

Ainda que os professores tenham afirmado que a sua participação apenas no processo de validação *a priori* da SD não comprometeu o seu protagonismo, porque *houve colaboração independente do momento em que ela ocorreu e toda colaboração é válida*, reconhecemos que nossa pesquisa pode ser considerada colaborativa a partir do momento em que eles validam a SD, mas acreditamos que o protagonismo seria maior se eles tivessem participado desde o início do processo, isto é, do planejamento inicial da SD no grupo de pesquisa.

Sartí e Martins (2013), ao investigar as características das pesquisas colaborativas no Ensino de Ciências, constataram que ainda é pequena a participação dos professores da Educação Básica na autoria dos trabalhos. Segundo os autores, os estudos defendem a valorização do professor como autores e construtores de conhecimentos, mas estabelecem funções para o pesquisador e o professor no processo, sendo o primeiro, aquele que produz e relata os resultados e o último, aquele que colabora e forma-se no decorrer do processo.

Desgagné (2007) salienta que há, na literatura, ambiguidades em relação ao conceito de pesquisa colaborativa, uma delas está associada à participação dos docentes, pois, geralmente, quando se trata de investigação colaborativa, pressupõe-se que os professores irão participar de todas as etapas da pesquisa: na definição da questão de pesquisa, obtenção e análise dos dados e até mesmo apresentar e publicar os resultados.

Entretanto, concordamos com o autor quando ele afirma que “[...] colaborar não significa que todos devem participar das mesmas tarefas, mas que sobre a base de um projeto comum cada participante colabora, oferecendo uma parte de contribuição específica e, conseqüentemente, beneficiando todo o do conjunto” (DESGAGNÉ, 2007, p.18). Ou seja, o trabalho colaborativo deve ir além da simples participação dos integrantes nas atividades, é preciso que haja crescimento de todos os envolvidos.

Quando questionados sobre o que poderia ser feito de maneira diferente ao longo do processo da pesquisa, os professores sinalizaram que:

Edward_E: [...] *A única sugestão que você mandou a SD, a gente fez algumas sugestões e você modificou algumas coisas. Então, se a gente tivesse tido acesso a essa SD pós-reformulação com antecedência, as nossas contribuições poderiam ser melhores, então, minha única observação é nesse sentido, em relação ao tempo que a gente teve para analisar, porque, de fato, se tivesse tempo para analisar como a SD*

tinha ficado, para pensar mais sobre aquilo, eu acho que a contribuição nesse momento poderia ter sido melhor, no mais, não tenho nenhuma crítica a fazer.

Rosalind_E: [...] quanto ao aspecto que poderia melhorar, *dentro do contexto da Pandemia, em minha opinião, não teria nada a melhorar, agora se não estivéssemos na Pandemia, eu acho que a reunião todo mundo junto seria mais interessante. Agora, o que poderia ser feito de forma diferente era se a gente tivesse recebido antecipadamente o arquivo, antes na última reunião, para que a gente conseguisse acompanhar melhor*

É importante ressaltar que, como citamos anteriormente, após a reestruturação da SD, esta foi reavaliada no encontro coletivo *online*, porém, devido ao cronograma da pesquisa, não tivemos como enviar a SD para os professores com antecedência, para que eles dispusessem de mais tempo para analisar as modificações que foram realizadas e discuti-las no encontro. Dessa maneira, concordamos com os professores que, se houvesse tempo o suficiente para eles *analisarem como a SD tinha ficado, para pensar mais sobre aquilo, a contribuição deles nessa etapa poderia ter sido maior.*

No entanto, apesar das limitações evidenciadas nesta pesquisa, a professora Rosalind acredita que a validação de propostas didáticas *poderia ser adotada no espaço escolar pelos professores*, como possibilidade de trabalhar em uma perspectiva colaborativa. De acordo com Guimarães e Giordan (2011), o processo EAR de validação de SD pode ser uma excelente ferramenta não apenas para o aperfeiçoamento de estrutura das SD, mas também como instrumento de aprendizagem, análise crítica e reflexiva da prática docente, constituindo o ciclo virtuoso.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Nesta dissertação, buscamos investigar as potencialidades e desafio da pesquisa colaborativa para o desenvolvimento de uma SD sobre microrganismos na perspectiva CTS a partir do processo EAR (Elaboração –Aplicação-Reelaboração). Com base nisso, nos propusemos a: 1) identificar as potencialidades e limitações da SD para a articulação entre Microbiologia, Biotecnologia e CTS em aulas de Biologia; 2) avaliar as possíveis contribuições do processo EAR para o planejamento e validação da SD e 3) compreender as potencialidades e desafios da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores envolvidos.

A partir da validação da SD pelos professores por meio do Processo EAR, constatamos que ela se mostrou favorável para a articulação entre Microbiologia, Biotecnologia e elementos da Educação CTS. Identificamos aspectos relevantes para a

sua reestruturação, a exemplo de uma melhor conexão entre os conteúdos e a Tecnologia para abordar de forma mais efetiva a importância dos microrganismos, para além do contexto da saúde. No que diz respeito ao principal desafio e fatores limitantes para utilizar uma SD, os professores destacaram o tempo requerido para o desenvolvimento das atividades e estratégias adotadas na SD, bem como limitações de sua própria formação docente.

Destacamos que a formação docente compatível com a perspectiva CTS, apesar de ser primordial, não deve ser um fator determinante para que o professor problematize ou não aspectos científicos, tecnológicos e sociais em sala de aula.

Constatamos também que o processo EAR possibilitou um olhar mais ampliado dos elementos que compõem a SD, bem como das teorias envolvidas em sua estruturação, além disso, favoreceu a aproximação entre a pesquisa e o conhecimento pedagógico dos professores, como possibilidade de contribuir para o desenvolvimento profissional deles. Isso porque, ao longo do processo, os professores assumiram diferentes papéis, tornando-se colaboradores no desenvolvimento de inovações didáticas, expressando seus anseios e dificuldades e avaliando o trabalho como um todo, ao invés de serem apenas executores de propostas didáticas oriundas da academia.

Verificamos que, apesar da importância e contribuições da relação professor-pesquisador, são muitos os desafios que precisam ser superados para a sua concretização no contexto da educação básica, a exemplo da carga horária elevada, desvalorização do professor e falta de incentivo.

Quanto às potencialidades e desafios da pesquisa colaborativa para o processo formativo dos professores envolvidos, identificamos que trabalhos colaborativos não são práticas recorrentes na rotina dos professores entrevistados devido à inexistência do AC (Atividade Complementar) e incompatibilidade de horários. Porém, os resultados fornecem-nos alguns indicativos de que a pesquisa colaborativa contribuiu para a formação dos professores envolvidos e, além disso, pode ter propiciado subsídios para que eles (re)pensem e (re)considerem a importância de tais práticas na melhoria do processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, em seu Desenvolvimento Profissional.

Com relação às principais limitações desta pesquisa, destacamos a não concretização do encontro presencial com os professores para o planejamento da SD, devido à incompatibilidade de horários e a necessidade do distanciamento social em decorrência da Pandemia causada pela COVID-19. Ressaltamos ainda que, apesar de os professores terem afirmado que sua participação apenas no processo de validação *a*

priori da SD não comprometeu o seu protagonismo, reconhecemos que este seria maior se eles tivessem participado desde o início do processo, isto é, no planejamento inicial da SD no contexto do grupo de pesquisa. Outra limitação evidenciada pelos professores diz respeito à reavaliação da SD no encontro coletivo *online*, pois, devido ao cronograma da pesquisa, não tivemos como enviar a SD para os professores com antecedência, para que eles dispusessem de mais tempo para analisar as modificações que foram realizadas e discuti-las no encontro.

Em relação à SD, destacamos como principal limitação, a não abordagem efetiva do papel ecológico dos microrganismos durante as aulas, especificamente sobre as bactérias. Apesar de ter sido um aspecto pouco discutido dentro da SD em decorrência do tempo, defendemos que tais aspectos precisam ser mais bem evidenciados, como forma de desconstrução da visão negativa e utilitarista que os estudantes do ensino básico têm sobre os microrganismos.

Apesar das muitas contribuições tecidas, reconhecemos que o presente estudo não se encerra aqui. Assim, pretendemos implementar e validar a *posteriori* a SD elaborada a fim de compreender as suas potencialidades e desafios para o ensino contextualizado dos microrganismos.

Além disso, defendemos que as SD podem ser uma das possibilidades para a estruturação de todo o currículo escolar, dada às suas potencialidades para uma abordagem mais aprofundada dos conteúdos e melhoria no processo de ensino e aprendizagem, além de não apenas um produto, mas também uma atividade de pesquisa e intervenção.

Dada à importância do trabalho colaborativo para a aproximação mais efetiva entre a universidade e a escola, acreditamos que esse processo possa desencadear, de fato, mudanças mais significativas nas práticas pedagógicas dos professores, em ambos os contextos e no repensar a escola por parte da universidade. Defendemos a necessidade de melhorias de condições de trabalho do professor da educação básica, sobretudo, no que se refere ao plano de carreira, redução da jornada de trabalho em sala de aula, melhores salários, bem como flexibilização de horários dos docentes, pois ainda que os professores possuam uma formação de qualidade, se eles não tiverem suportes necessários para sua atuação em sala de aula, o seu desempenho profissional será completamente afetado.

Além disso, torna-se fundamental que as práticas colaborativas não se restrinjam a momentos pontuais, a exemplo desta pesquisa, do PIBID e outros

programas. É preciso que a formação inicial e continuada deem subsídios para o professor trabalhar em uma perspectiva colaborativa, como forma de superar a concepção individualista e de isolamento que caracteriza a cultura profissional docente, a fim de proporcionar melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, esperamos que este estudo e as produções que dele serão originadas incentivem professores do ensino básico e do ensino superior a engajarem-se em práticas colaborativas de modo a pensarem conjuntamente sobre sua formação docente.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, p.47-59.

_____. STS Science in Canada: From policy to student evaluation. In: KUMAR, D.D., CHUBIN, D.E. (eds). **Science, technology, and society**, v. 6, 2000, p.49-89. Springer, Dordrech.

_____. **Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula**. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003, p. 19-23.

ALMEIDA, C. A percepção pós-pandêmica da ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, 01 set. 2020a, p. 12 – 13.

_____. ‘Make science great again’? O impacto da Covid-19 na percepção pública da ciência. **DILEMAS: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social** – Rio de Janeiro – Reflexões na Pandemia, 2020b, p. 1-24.

ALVES, M. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico**: uma revisão de termos e conceitos na área de ensino de ciências. 2018. 130 f. Dissertação de Mestrado em Química - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.

ALVES, M.; BEGO, A. M. Levantamento bibliográfico acerca da utilização de termos relacionados ao planejamento didático-pedagógico na área de Ensino de Ciências. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais [...]**. Florianópolis, SC. 2017a, p.1-10.

_____. Levantamento bibliográfico acerca de elementos do planejamento didático-pedagógico na área de Ensino de Ciências. In: **XV Evento de Educação em Química (EVEQ)**, Araraquara, SP. 2017b, p.1-10.

_____.O planejamento didático-pedagógico como foco de investigação: uma revisão sistemática dos trabalhos do ENDIPE. In: XIX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 19.**Anais** [...]. Salvador, BA: UFBA, 2018, p.1-5.

_____.A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. u, 2020, p. 71-96.

AMORIM, A. C. O. **Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?** Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

ANASTASIOU, L. das G. C; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade**. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67-100.

ANDRÉ, M. Políticas de formação continuada e de inserção à docência no Brasil. **Educação Unisinos**, v. 19, 2015, p. 34-44.

ANTUNES, C.H.; PILEGGI, M.; PAZDA A.K. Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no ensino médio? In: III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, PR, **Anais...** 2012, p.1-10.

ARAÚJO-QUEIROZ, M. B. **Educação CTS na formação inicial de professores de ciências e biologia: contributos e articulações para futuras práticas pedagógicas**-Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2019.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese de Doutorado em Educação– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, v.21, n.45, 2015, p. 275-296.

AULER, D; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, 2009, p.67-84.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). **Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática** - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, pp.19-33.

AZEVEDO, T. M.; SODRE, L.. Conhecimento de Estudantes da Educação Básica sobre Bactérias: saber científico e concepções alternativas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, 2014, p. 22-36.

AZEVEDO, T. M; SODRE NETO, L. Bacteriologia na Educação Básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos? **Acta Scientiae**, v.16, n.3, 2014, p.631-647.

BAGGIO, L.A; LORENCINI JÚNIOR, A. Análise de uma sequência didática sobre microrganismos sob a perspectiva da aprendizagem significativa. **Experiências em Ensino de Ciências** v.14, n.1, 2019.

BARBOSA, F. H. F.; BARBOSA, L. J. de L. Alternativas metodológicas em Microbiologia – viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.10, n.1, 2010, p.134-143.

BARBOSA, L.C. A; BAZZO, W. A. A escola que queremos: é possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, v. 8, 2014, p. 363-372.

BASTOS, M. R.; SILVA-PIRES, F. E. S.; FREITAS, C. A. V.; TRAJANO, V. S. A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Florianópolis, SC, 2017, p.1-11.

BATISTA, A. D.; MOREIRA, M. L. L.; SILVA, T. P.; ALMEIDA, R. V. Elaboração E Avaliação de uma Sequência Didática de Ensino para o Conteúdo de Eletroquímica. In: III Encontro de Iniciação à Docência da UEPB. **Anais...** Campina Grande, PB:ENID/UEPB, 2013.

BATISTA, D. P. Formação inicial de professores para a educação básica: a dimensão prática em foco pela lente de uma política pública. **Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, v. 17, n. 1, 2015, p.90-98.

BATISTA, J.A; SANTOS, S.A dos. As condições de trabalho do professor e as implicações sobre a saúde. In: **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, 2013 / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba: SEED – Pr.. v.1, 2016, p.1-25.

BATISTA, M.V.A.; CUNHA, M.M. S; A.L. CÂNDIDO. Análise do tema virologia em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, v.12, n.1, 2019, p.145- 158.

BEGO, A. M. O professor e o planejamento didático-pedagógico. In: _____. **Sistemas Apostilados de Ensino e Trabalho Docente**: Estudo de caso com professores de Ciências e gestores de uma Rede Escolar Pública Municipal. Tese de Doutorado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, Bauru, SP, 2013, Cap.4.

BEGO, A. M; ALVES, M; GIORDAN, M. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do Processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. **Ciência & Educação** (Bauru), v.25.n.3, 2019, p.625-645.

BERNARDI, G; LEONARDI, A de F; SILVEIRA, M.dos S; FERREIRA, A.S; GOLDSCHMIDT, A.I Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. **Revista Ciências & Ideias**, v.10 n.1, 2019, p.55-69.

BÔAS, R. C., JUNIOR, A. F., E MOREIRA, F.M. (2014). Microbiologia do solo em curso de formação continuada de professores de biologia do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, v.5, n.1, 2014, p.51-66.

BOAVIDA, A. M.; PONTE, J. P. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (Ed.), **Refletir e investigar sobre a prática profissional**. Lisboa, Portugal: APM, 2002, p.43-55.

BRASIL. **Ministério da Educação Base Nacional Comum Curricular**. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017.

_____. Conselho Nacional de Educação. **Resolução n. 2/2019**, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF: 2019.

_____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). **Censo Escolar da Educação Básica**, 2019.

CÂNDIDO, M. S. C.; SANTOS, M. G.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ-NETO, L. Microbiologia no ensino médio: Analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, 2015, p. 57-73.

CANHOS, V. P.; MANFIO, G. P. Recursos Microbiológicos para Biotecnologia. In: SILVEIRA, J. F. J.; POZ, M. E. D.; ASSAD, A. L. (Org.). **Biotecnologia e Recursos Genéticos: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Campinas, SP. Instituto de Economia Unicamp e FINEP, 2004, p.233-252.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 7a. ed. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2006.

CARVALHO, A.M.P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASSANTI A. C; CASSANTI, A. C; ARAUJO, E. E; URSI, S. Microbiologia Democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enciclopedia Biosfera**, São Paulo, v.5, 2008, p. 1-23.

CAVALCANTI, M.H. da S.; RIBEIRO, M.M.; BARRO, M.R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, 2018, p. 859-874.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, v.18, 1998, p.125-140.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS – ciência, tecnologia e sociedade – na educação e no ensino. **Documentos de trabajo de iberciencia**, n. 4, 2017, 175p.

CIRÍACO, K. T.; MORELATTI, M. R. M.; PONTE, J. P. da. Constituição de um grupo colaborativo em educação Matemática com professoras em início de carreira. **Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados, v. 7, n. 21, 2017, p. 97-112.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (orgs). **Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.

CORDEIRO, G. N.; CORDEIRO, T. M. S. C.. Métodos de avaliação no processo ensino aprendizagem numa escola do interior do Nordeste. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, v. 6, 2017, p. 68-85.

COSTA, R. F. da; OLIVEIRA, R. de C. de; AZEVEDO, H. H. O. de. Professores e sua formação no mundo capitalista. **Educação em Perspectiva**, v. 9, n. 1, 2018, p. 142-158.

CRECCI, V. M.; FIORENTINI, D. Desenvolvimento profissional em comunidades de aprendizagem docentes. **Educação em Revista**, v. 34, 2018, p. 1–20.

DAMIANI, M. F. Entendendo o ensino colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Revista Educar**. Curitiba, n. 31,2008, p. 213-230.

DAMIANI, M. F., ROCHEFORT, R. S., CASTRO, R. F., DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**. Pelotas, v. 45, 2013, p. 57-67.

DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 29, n. 15,2007, p. 7-35.

DINIZ-PEREIRA, J. E. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 1, 2014, p. 21-33.

DIOLINA, K. O professor temporário e o papel do coletivo: marcas da (des)vitalidade do métier. **Revista de Estudos Linguísticos Veredas**. Volume especial: O Interacionismo Sociodiscursivo. Volume 21, Número 3, 2017, p. 424 -443 -PPG Linguística/UFJF –Juiz de Fora, MG.

DOURADO, L. F. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial e continuada dos profissionais do Magistério da Educação Básica: concepções e desafios. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 131, 2015, p. 299-324.

DUARTE, A. M. PINTO, C. L.L. BARREIRO, C.B. O Trabalho Colaborativo no contexto escolar: contribuições do individual ao coletivo mediadas pelo PIBIB. **Educação por Escrito**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2017, p. 22-34.

EL-HANI, C.N, GRECA, I. M. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia. **Cienc. Educ**, v. 17 n.3, 2011, p. 579-601.

FARIAS, I. M. S; SALES, J. O. C. B; BRAGA, M. M. S. C; FRANÇA, M. S. L. M. **Didática e Docência: aprendendo a profissão**. Fortaleza, CE: Líber Livro, 2011.

FELCHER, C.D. O; FERREIRA, A.L. A; FOLMER, V. Da pesquisa-ação à pesquisa participante: discussões a partir de uma investigação desenvolvida no facebook.

Experiências em Ensino de Ciências, v.12, n.7, 2017, p.1-18.

FERNANDES, R. F. **Educação CTS e interdisciplinaridade: perspectivas para professores do ensino médio**. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

FERNANDES, R. F.; STRIEDER, R. B. Dificuldades enfrentadas por professores na implementação de propostas CTS. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: ABRAPEC, 2017, p.1-9.

FERREIRA, F. M. N. S; HAMMES, C. C; AMARAL, K. C. das C. do. Interdisciplinaridade na formação de professores: rompendo paradigmas. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, v. 1, n. 4, 2017, p.62-76.

FIORENTINI, D.; CRECCI, V. Desenvolvimento profissional docente: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação?. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 5, n. 8, p. 11-23, 30 jun. 2013.

FIORENTINI, D., NACARATO, A. M., FERREIRA, A C., LOPES, C. S., FREITAS, M.T.M.; MISKULIN, R. G. S. Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**, n.36, 2002, p.137-160.

FIORENTINI, D.; CARVALHO, D. L. O GdS como lócus de experiências de formação e aprendizagem docente. In: FIORENTINI, D.; FERNANDES, F. L. P.; CARVALHO, D. L. (org.). **Narrativas de Práticas de Aprendizagem Docente em Matemática**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015, p. 15-37.

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

FONSECA, V. B. , BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Revista Acta Scientiae**. v.17.n.2, 2015, p.496-509.

FORTE, A.M.; FLORES, M.A. Potenciar o desenvolvimento profissional e a colaboração docente na escola. **Cadernos de Pesquisa**, v.24, n.147, 2012, p.900-919.

FOUREZ, G., “Crise no Ensino de Ciências?”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, 2003, p.110-123.

FRANCO, L. F. Racionalidade Técnica, pesquisa colaborativa e desenvolvimento profissional de professores. In: PIMENTA, S. G; GHEDIN, E. **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo, SP: Cortez, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, 17^a. ed. Rio de Janeiro,RJ: Paz e Terra, 1987.

_____.**Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, SP: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, 2002, p.215-230.

FREUND, C. S.; BIAR, L. D. A. Gerenciando o estigma do professor contratado: uma análise de discurso crítica. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n.33, 2017, p. 01-24.

GATTI, B.A. Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 37, 2008, p. 57-70.

_____.Perspectivas da formação de professores para o magistério na educação básica: a relação teoria e prática e o lugar das práticas. **Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade**, v.29, n.57, 2020, p. 15-28.

GERMANO, M. G; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 24, n. 1, 2007, p. 7-25.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 1999.

GIL-PÉREZ, D. E A. VILCHES. Importância da educação científica na sociedade atual. Em: Cachapuz, A., Gil-Perez, D., CARVALHO, A.M.P., VILCHES, A. (Org.), **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. 2005, cap. 1, p. 19–34. São Paulo, SP: Cortez.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. C.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.), **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**, São Paulo, SP: Cortez, 2005, pp. 37-70.

GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F. **Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática**. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências.

In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Campinas, SP: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M.R.R. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **DELTA**, v. 32, n. 1, 2016, p. 119-141.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Atas...** Campinas, SP: ABRAPEC, 2011, p.1-13.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2013. p.1-8.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. 1. ed, São Paulo, SP: Ática, 2011.

IZA, D. F. V., BENITES, L. C., NETO, L. S., CYRINO, M., ANANIAS, E. V., ARNOSTI, R. P., & DE SOUZA NETO, S. Identidade docente: As várias faces da constituição do ser professor. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 2, 2014, p. 273-292.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Abrindo o Tubo de Ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em Divulgação Científica e Ensino de Microbiologia no Brasil?. **Journal of Science Communication**, v. 8, n. 2, 2009, p. 1-8.

JEGEDE, O. J.; AIKENHEAD, G. S. Transcending cultural borders: implications for science teaching. **Research in Science and Technology Education**, v.17, 1999, p. 45-66.

KAPP, A. M.; MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. Possibilidades para o desenvolvimento do processo formativo dos docentes no campo biotecnológico. In: **Simpósio Internacional de Educação à Distância – SIED e Encontro de Pesquisadores Em Educação à Distância**, 2014.

KARAS, M. B. ; HERMEL, E. E. S. ; GULLICH, R. I. C. . MODALIDADES DIDÁTICAS: O ENSINO DE VIROLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)** , v. 11, 2018, p. 73-87.

KUENZER, A. Z. A formação de professores para o Ensino Médio: velhos problemas, novos desafios. **Educ. Soc.** [online]. v.32, n.116, 2011, p. 667-688.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Por um pluralismo metodológico para o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 2003, p. 247-260.

LAGO, A.S.; GOMES, L.P.S. Espaço Escolar e a Resolução de Problemas: uma possibilidade para o trabalho colaborativo de professores que ensinam Matemática. In: **XVIII Encontro Baiano de Educação Matemática**. Ilhéus - BA: Editus, 2019.

- LEITE, V. F. A., AMARAL, H. Parceria entre Universidade e Escola Básica: formando uma comunidade de prática? **Revista Educação**. v. 41, n.1, 2018, p. 154-162.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2 ed. São Paulo SP: Cortez, 2013.
- LIMA, A. P. S.; KRAISIG, Â. R.; SULZBACH, A. C.; SILVA, R. C. C.. Análise sobre a CTS na BNCC segunda versão enquanto construção e desconstrução da temática face a políticas públicas. **Gestão Universitária**, v. 10, 2018, p. 1-12.
- LIMA, D.F. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. **Revista Triângulo**. Uberaba, Minas Gerais, v.11 n.1, 2018, p.151 - 162.
- LOPES, K. M. V.; OLIVEIRA, R. F. S.; VIZOLLI, I. ; DARSIE, M. M. P.. Sequências Didáticas no Ensino de Ciências e Matemática no Brasil. **Revista Internacional Educon**, v. 1, 2020, p. 1-16.
- LÜDKE, M.O professor, seu saber e sua pesquisa. **Educ. Soc. [online]**. 2001, v.22, n.74, p.77-96.
- LÜDKE, M.; CRUZ, G. B. Aproximando a Universidade da Escola Básica pela pesquisa. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 125, 2005, p. 81-109.
- MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. abordagens educacionais das biotecnologias no ensino de ciências através de uma análise em periódicos da área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, 2017, p. 61–77.
- MARCELO, C.A **identidade docente: constantes e desafios**. Form. Doc. Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 2009, p. 109 -131.
- MAROQUIO, V.S.; PAIVA, M.A.V.; FONSECA, C.O. Sequências Didáticas como Recurso Pedagógico na Formação Continuada de Professores. Encontro Capixaba de Educação Matemática, **Anais**. Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Espírito Santo, Vitória, ES, 2015.
- MARTÍNEZ PÉREZ, L. F., CARVALHO, W. L. P., LOPES, N. C., CARNIO, M. P., VARGAS, N. J. B. A abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuições à pesquisa da área. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas. **Anais...** Campinas - SP: ABRAPEC, 2011, p.1-12.
- MARTINHO, M. H. **A comunicação na sala de aula de Matemática: Um projecto colaborativo com três professoras do ensino básico**. Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. Cap.3, 2007, p.59-93.
- MARTINS, V.R.O. Análise das vantagens e desvantagens da Libras como disciplina curricular no ensino Superior. **Rev. Cad. CEOM**, v.21, n.28, 2008, p.191-206.
- MEDEIROS, E. A; AGUIAR, A. L.O. Formação inicial de professores da educação básica em licenciaturas de universidades públicas do Rio Grande Do Norte: estudo de

currículos e suas matrizes curriculares. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v.13.n.4, 2018, p.1028-1049.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal Science Education**. vol. 26, n. 5, 2004, p. 515–535, Special Issue.

MENDES, E. Análise da metodologia de ensino de sequências didáticas eletrônicas. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v. 5, n. 1, 2015, p. 71-80.

MENEGOLLA, M.; SANT'ANNA, I.M. **Por que planejar, como planejar?: currículo-área aula**. 11ªed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. p. 9-29.

MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.3, 2008, p.79-99.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí:RS: Ed. Unijuí, 2007.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. de. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 3, 2016, p. 1-17.

MORHY, P. E. D. ; TERAN, A. F. ; NEGRAO, F. C. . Avaliação formativa na educação infantil: sequências didáticas a partir do tema água. **Experiências em ensino de ciências (UFRGS)**, 2019, v. 14, p. 531-541.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso)**, v. 17, 2015, p. 115-138.

NACARATO, A. M. (2016). A parceria universidade-escola: utopia ou possibilidade de formação continuada no âmbito das políticas públicas? **Revista Brasileira de Educação**, v.21, n.66, 2016, p.699-716.

NASCIMENTO, I. V.; MELO, M. A. A Capes e a regulação da formação de professores da educação básica. **Cadernos de Pesquisa**, v.22, n.3, 2015, p. 87-99.

NASCIMENTO, T. G.; von LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. **Revista Convergencia (Toluca)**, v. 13, n. 42, 2006, p. 95-116.

NÓVOA, A. Nada substitui um bom professor: propostas para uma revolução no campo da formação de professores. In: GATTI, B. A.; SILVA JÚNIOR, C. A.; NICOLETTI, M. G.; PAGOTTO, M. D. S. (Orgs.). **Por uma política de formação de professores**. São Paulo, SP: Editora da UNESP, 2013. p. 199-210.

NÓVOA, A. Para una formación de profesores construída dentro de la profesión. **Revista de Educación**, 350. Septiembre-diciembre, 2009. p. 203-218.

NUNES, D. R. P. Teoria, pesquisa e prática em educação: a formação do professor-pesquisador. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 34, n. 1, 2008, p. 97-107.

OLIVEIRA, M.C.D. **Proposta de uma sequência didática para o ensino médio sobre doenças contagiosas causadas por micro-organismo fundamentada na perspectiva CTS**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade Federal Rural de Itajubá, Itajubá, MG. 2017

OLIVEIRA, A. G. L. S. A implementação do Documento Curricular Referencial do Ceará (BNCC) em Regime de Colaboração. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.4, 2020, p.19776-19784.

OLIVEIRA, D. de; MACHADO DE ANDRADE, P.; ADEMIR PADILHA OURIQUES, E.; FLORIANO BLOSS, H.; VIZZOTTO CHAVES, T. Estudo sobre a BNCC a partir dos pressupostos teóricos da abordagem CTSA. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, M.R.G., OLIVEIRA T. H. G., BOSSOLAN, N.R. S; BELTRAMINI L.M.: O impacto de um curso em biologia molecular e biotecnologia na formação continuada de professores de ciências: aproximando universidade e escola pública. In: VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- **Atas**. Florianópolis, SC: ABRAPEC, 2007.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ-NETO, L. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016, p. 260-276.

OLIVEIRA, P. B. L. de; MORBECK, L. L. B.. Contextualizando o ensino de Microbiologia na Educação Básica e suas contribuições no processo de Ensino-Aprendizagem. **ID on line Revista de Psicologia**, v.13, n.45, 2019, p: 450-461.

OLIVEIRA, R. P.A. DE. ; AMARAL, E. M. R. DO. Análise das tendências do ensino das ciências nas temáticas como: sequências didáticas, interdisciplinaridade e prática docente. In: I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias- CIEC e VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Campinas-SP: ABRAPEC, 2012, p.1-10.

OLIVEIRA, S. S. de; BASTOS, F. Formação continuada de professores de educação básica e o ensino de ciências naturais. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**. [s. l.], v.1, n.2, 2006, p. 1-14.

OLIVERI, A. M. R; COUTRIM, R. M. da E; NUNES, C. M. Como se forma o professor pesquisador? Primeiras aproximações a partir de um estudo de caso. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 1, n. 2, 2010, p. 293-311.

OSTERMANN, F; REZENDE; F. Uma interpretação da educação em ciências no Brasil a partir da Perspectiva do currículo como prática cultural. **APEduC Revista**, v.1,n.1, 2020, p.30-40.

OVIGLI, D.F.B. & SILVA, E.B. Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Aproximando universidade e escola pública. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.5 n.1,2010, p. 145-158.

PACHECO, W; BARBOSA, J; FERNANDES, D. A relação teoria e prática no processo de formação docente. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, n. 2, suplementar, 2017, p. 332- 340.

PAIVA, P.N; GUIDOTTI, C.dos S. Formação continuada de professores a partir do planejamento colaborativo: a inserção do ensino de física nos anos iniciais. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Florianópolis, SC, 2017, p.1-10.

PAIXÃO, M. C.S. da. **O professor de biologia e o livro didático: análise da educação CTS na EJA**. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2018.

PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R. E RIBEIRO, A.C. Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, 2007, p. 299-309.

PEREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, 2012, pp. 727-741.

PERSECHINI, P. M; CAVALCANTI, C. Popularização da ciência no Brasil. **Jornal da Ciência da SBPC**, n. 535, 2004.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, 2007, p. 71-84.

PINHEIRO, R. F.; ROCHA, M.. CONTRIBUIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA COMBATE AO *Aedes aegypti*. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.11 n.3,2018, p.1-16.

PORTO, M. D. L. O., Teixeira, P. M. M. A ARTICULAÇÃO DA TRIÁDE CTS: REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA APLICADA NO CONTEXTO DA EJA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.21, n.1, 2016, p.124-144.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

PRADO, I. C.; TEODORO, G. R.; KHOURI, S. Metodologia de ensino de microbiologia para ensino fundamental e médio. In: VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais**. São José dos Campos, SP: UNIVAP. 2004.

PRUDÊNCIO, C. A. V. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia**. Tese de Doutorado em Educação– Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, SP, 2013.

RAUSCH, R. B. Professor-pesquisador: concepções e práticas de mestres que atuam na educação básica. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 12, n. 37, 2012, p. 701-717.

REIS, P. Ciência e controvérsia. **Revista de Estudos Universitários** , Sorocaba, v. 35, n. 2, 2009, p. 9-15.

RIBEIRO, K.S; SANTOS, D.F; PRUDÊNCIO, C.A. V. Ciência, Tecnologia e Sociedade: formação de professores e aproximação Universidade-Escola. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v.9, n. 1, 2020, p. 1-22.

RIBEIRO, V. M. A formação de educadores e a constituição da educação de jovens e adultos como campo pedagógico. **Educação & Sociedade**, Campinas, v.20, n. 68, 1999, p.184-201.

ROBERTO, S; PAIXÃO, F.J.da; MEGID NETO, J. UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DENGUE DESENVOLVIDA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL. **Experiências em Ensino de Ciências** v.14, n.1,2019, p.1-20.

ROCHA, T. L. Da Racionalidade Técnica ao Professor Reflexivo. **Cad. FUCAMP**. v.13, n.18, p.119-127, 2014.

ROMANOWSKI, J. P; OLIVER MARTINS, P.L. Formação continuada: contribuições para o desenvolvimento profissional dos professores **Revista Diálogo Educacional**, v. 10, n. 30, 2010, pp. 285-300.

ROSA, S. E. DA; STRIEDER, R. B. Educação CTS e a não neutralidade da ciência-tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**. . Ponta Grossa, v. 11, n. 3, 2018, p. 98-123.

ROSA, S. E. DA; STRIEDER, R. B. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: verbalizações necessárias para potencializar a constituição de uma cultura de participação, **Linhas Críticas**, v.25, 2019, p.124-149.

ROSO C. C.; AULER, D. A Participação na Construção do Currículo: Práticas Educativas Vinculadas ao Movimento CTS. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 22, n. 2, 2016, p. 371-389.

SANTOS, A. S; GIROTTO, K. G. Avaliação do ensino de microbiologia ministrado para alunos do Ensino Médio nas escolas de Itumbiara-GO. **Revista Eletrônica Saberes da Educação**, v. 7, 2016, p. 1-17.

SANTOS, M.E.V.M. dos. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Atas...** Valinhos, SP, 1999, p.1-14.

_____. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?** Lisboa, Portugal: Horizonte, 2001.

_____. Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química Nova**, 2009, v. 32, n. 2, p. 530- 537

SANTOS, W.L.P. **O ensino de química para formar o cidadão:** principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, 1, número especial, 2007, p. 1-12.

_____. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, 2008, p. 109-131.

_____.Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.9, 2012, p.49-62.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, 2000, p. 133-162.

_____.Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SARTI, R. S.; MARTINS, I. . Pesquisas colaborativas entre pesquisadores e profissionais da educação básica: uma revisão. In: IX Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, **Anais...** Águas de Lindóia, SP, 2013, p.1-8.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, 2018, p. 1061-1085, 2018.

SCHEWTSCHIK, A. **O planejamento de aula: um instrumento de garantia de aprendizagem.** Educere -XIII Congresso Nacional de Educação, 2017, p. 10661-10677.

SCHÖN. D. A. Formar Professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). **Os Professores e sua Formação**. Lisboa, Portugal: Dom Quixote, 1992, p.80-92.

SEIXAS, R.H. M, CALABRÓ L, SOUSA, D.O. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v.14 n.1, 2017,;p.289-303.

SERRA, H. Formação de professores e formação para o ensino de ciências. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, v. 2, n. 6, 2012, p. 24 –36.

SILVA, G. L. F; ROSSO, A. J. A Condição Do Trabalho Docente Dos Professores Das Escolas Publica De Ponta Grossa. In: **VII Congresso Nacional de Educação da PUCPR - EDUCERE e no III Congresso Ibero-Americano sobre Violências nas Escolas - CIAVE**, 2008, p. 495–536.

SILVA, L.P; MACIEL, M.D. Desenvolvimento de uma Sequência Didática com enfoque em NdC&T/CTS para o ensino de conteúdos de Microbiologia em aulas de Biologia.In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**. Florianópolis, SC, 2017, p.1-9.

SILVA, M. S.; BASTOS, S. N. D. Ensino de microbiologia: percepção de docentes e discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. In: III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, **Anais...** Niterói, RJ: UFF, 2012, p.1-13.

SILVA, N. J.; NASCIMENTO JUNIOR, B. B.;OLIVEIRA-NETO, N. M.. Uma Avaliação sobre Sequências Didáticas desenvolvidas no Ensino de Química. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...]**. Águas de Lindoia, SP: ABRAPEC, 2015. p.1-8.

SILVA, V. F. e; BASTOS, F. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.2, 2012, p.150-188.

SILVEIRA, M. L.; OLIVEROS, P. B.; ARAÚJO, M. F. F. Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6º ao 9º ano. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Campinas, SP, 2011, p.1-13.

SIQUEIRA, A.B. Currículo de Ciências: Aspectos históricos e perspectivas atuais. **Revista Húmus**. n.1, 2011, p.40-54.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Teses e dissertações em ensino de biologia: uma análise histórico-epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 2010, p. 275-296.

SLONSKI, G. T.; ROCHA, A. L. F.; MAESTRELLI, S. R. P. A racionalidade técnica na ação pedagógica do professor. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Florianópolis, 2017, p.1-9.

SODRÉ NETO, L.; SOUZA, P.F. de; AZEVEDO, T.M. Microbiologia no ensino médio: a visão de estudantes sobre o tema e as possíveis causas de dificuldades de

aprendizagem. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**. v. 5, n. 1, 2015, p.48-61

SODRÉ NETO, L; COSTA, M. V. M. Genética microbiana na percepção de estudantes do Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 2, 2016, p. 470-480.

SODRÉ-NETO, L., COSTA, A. S, da; COSTA, M. V. M. Biotecnologia e microbiologia no ensino médio: de que maneira estudantes associam estes temas numa abordagem CTS? **Vivências**. v. 14, n. 26, 2018, p.86-96.

SOUSA G. P; TEIXEIRA, P. M. M. Educação CTS e genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.9. n.2, 2014, p. 83-103.

SOUSA, G. P. **Educação CTS e Genética, elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios**. Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia Jequié, BA, 2013.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação. Dissertação**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.USP: São Paulo, SP, 2008.

_____. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese de Doutorado: Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G.; SILVA, K. M. A.; WATANABE, G. Educação CTS e Educação Ambiental: ações na formação de professores. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.9, n.1, 2016, p.57-81.

STRIEDER, R.B.; KAWAMURA, M.R.D. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, **Anais...** Florianópolis, SC, 2009.

_____. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.10, n.1, 2017, p.27-56.

SZTAJN, P., WILSON, P. H., EDGINGTON, C., MYERS, M. **Mathematics professional development as design for boundary encounters**. *ZDM*, v.46, n.2, 2013, p.201–212.

TAKAHASHI, J.A; MARTINS, P.F.F;QUADROS,A.L.Questões permeando o ensino de química: a biotecnologia e a escola. **Química Nova na Escola (Impresso)**, v. 29, 2008, p. 3-7.

TARDIF, M; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 73, 2000, p.209-244.

TAUCHEN, G.; DEVECHI, C. P. V.; TREVISAN, A. L. Interação universidade e escola: uma colaboração entre ações e discursos. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 42, 2014, p. 369–393.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n.2, 2003a, p.177-190.

_____. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, 2003b, p.88-102.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para a pesquisa de natureza interventiva. **Ciência & Educação, Bauru**, v. 23, n. 4, 2017, p. 1055-1076.

TEIXEIRA, V. R. O desgaste na relação dos trabalhadores com o seu trabalho. **História & Perspectivas**, Uberlândia, v. 26, n. 48, 2013, p. 391-424.

TEIXEIRA; K.R; RECENA, M.C.P. Pressupostos da Pesquisa Colaborativa: tendências e evidências nos campos conceitual e metodológico apresentadas em teses e dissertações. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Natal, RN, 2019, p.1-7.

TIZIOTO, P. C. & ARAÚJO, E. S. N. N. Biotecnologia e Bioética nos Livros Didáticos. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências. **Anais...** Florianópolis, SC, 2007, p. 1-11.

TORTORA, G.J., FUNKE, B.R., CASE, C.L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2012. 934p.

TORRES, P. L.; ALCÂNTARA, P. R.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.13, 2004, p. 129-145.

UHMANN, R. I. M; MORAES, M. M. de; MALDANER, O. A. Professor de Escola em Pesquisa no Contexto da Educação Básica. **Cadernos de Educação - FaE/PPGE/UFPel**. Pelotas, RS, v.47, 2014, p. 104-125.

VILAS BOAS, R. C. **Microbiologia do solo no ensino médio do município de Lavras – MG: um estudo de variabilidade**. Dissertação de Mestrado em Microbiologia (Pós–Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, BH, 2008.

VILAS BOAS, R. C.; NASCIMENTO JUNIOR, A. F.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo em curso de formação continuada de professores de biologia do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, Nilópolis, v. 5, n. 1 2014, p. 51-66.

VILLANI, A; FREITAS, D. e BRASILIS, R. Professor pesquisador: o caso Rosa. **Ciência e Educação (UNESP)**, v. 15, 2009, p. 479-496.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre, RS: ARTMED, 1998.

ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. (orgs.) **Cartografia do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 1998, p. 207-236.

APÊNDICES

APÊNDICE I

ESBOÇO INICIAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA: estudo dos microrganismos (vírus e bactérias)

SÉRIE: 2º E.M

Aula I

Tempo: 50 minutos

Tema: Introdução ao estudo dos microrganismos

Objetivo geral: Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.

Contéudos:

Desenvolvimento do tema:

Introdução do tema microrganismos, utilizando o episódio histórico de Pasteur e as supervacinas. **Material de apoio** (<http://chc.org.br/pasteur-e-as-supervacinas/>).

Levantamento de hipóteses (escrito? Oral? Em grupo?).

P/casa: Obtenção de informações pelos alunos a respeito do funcionamento das vacinas

Escolha de um filme, série ou livro (sobre o tema) pelos alunos, para discutir erros conceituais e questões científico-tecnológica e éticas e sociais atreladas a eles.

Estratégias didáticas: a definir

Avaliação: Processual, no momento do levantamento de hipóteses.

Bibliografia

Aula II

Tempo: 50 minutos

Tema: História da vacina

Objetivo geral: Compreender a natureza da Ciência e do método científico

Contéudos: Funcionamento e composição da vacina.

Desenvolvimento do tema:

Retomada das hipóteses

Discussão sobre a história da vacina (Edward Jenner) e as implicações éticas no seu processo de produção

Discussão sobre a composição e o funcionamento da vacina (Vídeo <https://globoplay.globo.com/v/4199479/>).

Estratégias didáticas: materiais audiovisuais.

Avaliação: a definir

AULA III

Tempo: 50 minutos

Tema: vírus

Objetivo geral: Conhecer as características gerais dos vírus e seu processo replicativo

Contéudos: Estrutura, classificação e replicação dos vírus.

Desenvolvimento do tema:

Discorrer sobre a estrutura dos vírus utilizando modelos didáticos (**sugestão**)

Discorrer sobre a multiplicação viral e ação dos antivirais (vírus da AIDS)

Discussão sobre os antivirais contra o Zika vírus

<https://portal.fiocruz.br/noticia/medicamento-protege-celulas-de-danos-causados-pelo-virus-zika>)

Estratégias didáticas: modelos didáticos, materiais audiovisuais.

Avaliação: a definir

AULA IV

Tempo: 50 minutos

Tema: vírus

Objetivo geral: Reconhecer e avaliar o caráter ético e social do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania;

Contéudos: diversidade de vírus

Desenvolvimento do tema:

Discussão sobre a gripe, caso verídico que suscite o levantamento de hipóteses (por que não temos vacina para tudo?). **Material de apoio:** vídeo

(<https://globoplay.globo.com/v/4199479/>)

Movimento antivacina – discussão de pseudociência (texto: Recusa de vacinas: causas e consequências–Carlos Levi Guido).

Questões que podem ser discutidas:

“Vacinas podem ser fatais porque seus efeitos colaterais ainda são desconhecidos”,

“Vacinas são apenas uma forma de a indústria farmacêutica ganhar dinheiro” ou

“Aplicar mais de uma vacina pode sobrecarregar o sistema imunológico da criança”.

Revolta da vacina- relato histórico e discussão de RER, comunidades “excluídas” etc.

Material de apoio: (<http://chc.org.br/a-revolta-da-vacina-2/>)

Estratégias didáticas: a definir

Avaliação: a definir

AULA V

Tempo: 50 minutos

Tema: vírus

Objetivo geral: Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temáticas envolvendo Ciência e Tecnologia.

Contéudos: RER, comunidades “excluídas” etc

Desenvolvimento do tema:

Elaboração de um júri simulado. **Material de apoio:**

http://www.fiocruz.br/brasiliana/media/dissertacao_silvania_santos.pdf

Estratégias didáticas: Júri simulado

Avaliação: A aprendizagem dos alunos será avaliada no decorrer do júri simulado.

AULA VI

Tempo: 50 minutos

Tema: bactérias

Objetivo geral: Conhecer as características gerais das bactérias

Contéudos: Estrutura e formas das bactérias

Desenvolvimento do tema:

Apresentação do experimento de Alfred Hershey e Martha Chase (1952) com um bacteriófago, indicando que o DNA é o material genético. Material de apoio: <https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual/home/prefacio/estrutura%20e%20replica%C3%A7%C3%A3o%20do%20dna/identificacao%C3%A7%C3%A3o%20do%20principio%20transformante/>

Discussão sobre a estrutura e as diferentes formas das bactérias (imagens e modelo didático, massa de modelar)

Estratégias didáticas: a definir

Avaliação: Stop motion para avaliação dos conhecimentos sobre vírus e bactérias.

AULA VII

Tempo: 50 minutos

Tema: bactérias

Objetivo geral: Conhecer a forma de cultivo de bactérias e a sua existência nos mais diversos ambientes

Refletir sobre as implicações do uso incorreto dos antibióticos

Contéudos: arqueas; reprodução das bactérias; fatores que influenciam o crescimento microbiano; fases do crescimento microbiano.

Desenvolvimento do tema:

Levantamento de hipóteses sobre a existência de bactérias nos mais diversos ambientes, incluindo o organismo humano, vulcões, mar morto, entre outros.

Desenvolver algumas experiências envolvendo as bactérias:

Cultivo de bactérias utilizando materiais alternativos

Teste de produtos de limpeza

Discussão sobre antibióticos, bactérias super-resistentes e automedicação

Estratégias didáticas: aula experimental

Avaliação: a definir

AULA X

Tempo: 50 minutos

Tema: biotecnologias envolvendo vírus e bactérias

Objetivo geral: Reconhecer os benefícios e as implicações éticas e sociais das biotecnologias.

Contéudos: princípios da Engenharia Genética; transgenia; OGMS; técnica CRISPR. DNA recombinante (produção de insulina)

Desenvolvimento do tema:

Discussão sobre o uso do bacteriófago (fago lambda) na Engenharia Genética pela técnica CRISPR – **Material de apoio:** Episódio de Grey's Anatomy (uso do vírus HIV atenuado em um procedimento médico).

Discussão de algumas matérias envolvendo a técnica CRISPR:
Zombie Research Society (<https://zombieresearchsociety.com/archives/37508>)
<https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/gene-editado-dna-crispr-china-etica-medicina>

Estratégias didáticas: materiais audiovisuais...

Avaliação: a definir

APÊNDICE II

ROTEIRO ENTREVISTA PARA OS PROFESSORES¹⁷

1. Você conhece Educação CTS? Se sim, pode defini-la?
2. Estamos trabalhando com uma SD longa, com X aulas dedicadas somente ao estudo de vírus e bactérias. Você vê isso como um problema, usar tanto tempo para um “assunto” só?
3. Em vários comentários seus, você coloca a questão do tempo como uma limitação para a realização das atividades. O quanto você acha que isso dificulta o desenvolvimento de uma SD?
4. Uma das características de atividades pautadas na Educação CTS é a variedade de formas de avaliação e estratégias de ensino. Como você vê essa variedade nessa SD? Quais os ganhos e dificuldades você vê ao adotar isso na sala de aula, especificamente no ensino de Microbiologia?
5. Você acredita que os preceitos da Educação CTS foram alcançados nessa SD? Em que medida? Sentiu falta de algum? Como acredita que ele(s) poderia(m) ser alcançado(s)?
6. E quanto ao conteúdo específico de Microbiologia? Você acha que ele foi devidamente contemplado nessa SD?
7. Um dos objetivos desta SD é possibilitar a articulação entre a Microbiologia e a Biotecnologia como forma de evidenciar as potencialidades dos microrganismos. Em que medida você acha que este objetivo foi alcançado?
8. Você acredita que é importante discutir questões sociais, éticas, históricas e culturais juntamente com os conteúdos científicos específicos? Se sim, quais os ganhos? Se não, por que acha que não há espaço para isso?
9. Que papel você atribui ao professor de ciências na discussão de questões sociais, econômicas, culturais, históricas nas aulas?
10. Estamos vivendo uma pandemia causada por um vírus, há muita desinformação por parte da população e falta de credibilidade na Ciência. Ao que você atribui isso?
11. Essa pandemia nos mostrou que falta educação, ou pelo menos alfabetização científica por parte da população (esteja ele em fase de escolarização ou não).

¹⁷ Como citado anteriormente, o roteiro da entrevista foi elaborado a partir das observações individuais dos professores no esboço da SD. Isso significa que algumas perguntas foram direcionadas, por exemplo, as perguntas 1 e 2 foram feitas apenas para o professor Edward; as perguntas 3 e 5 apenas para a Rosalind, e as restantes para ambos.

Você acha que, ao final de toda essa quarentena, poderemos voltar ao mesmo formato de aulas de ciências? Se sim, por que você acha que elas foram eficientes? Se não, o que você acha que precisa mudar?

12. Qual a sua opinião sobre a pesquisa colaborativa? De que forma você acha que este pode contribuir para o processo formativo do professor?

APÊNDICE III

ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE O TRABALHO COLABORATIVO

1. Como você visualiza a aproximação entre a universidade e a escola?
2. Você já supervisionou algum aluno do PIBID ou de algum outro programa que envolve o trabalho colaborativo entre a universidade e a escola? Se sim, como foi sua experiência?
3. As escolas têm criticado muito a falta de retorno das pesquisas desenvolvidas pela universidade, a forma como os estágios são realizados e a descontinuidade das ações. Qual a sua opinião sobre isso? O que você acha que pode ser feito para mudar esse cenário?
4. Geralmente, o professor é visto como aquele que reproduz teorias e práticas de terceiros. Como forma de desconstruir essa concepção equivocada sobre a prática docente, surge a ideia do professor-pesquisador, em que este passa a ser autor das suas próprias práticas. Em sua opinião, quais as potencialidades e desafios dessa relação no contexto da Educação Básica?
5. Tem se constatado um aumento na produção acadêmica na perspectiva CTS, porém, muito pouco tem sido desenvolvido visando à efetivação dos seus preceitos no contexto escolar. O que você acha que deve ser feito para que os preceitos CTS sejam efetivados em sala de aula?
6. O trabalho colaborativo para a construção da SD proposta nesta pesquisa contribuiu para o seu processo formativo? Se sim, de que forma?
7. O fato de você não ter participado do planejamento inicial da SD, mas da sua validação, comprometeu o seu protagonismo enquanto colaborador (a) da pesquisa e coautor da SD? O que você acha que poderia ser melhorado?

APÊNDICE IV

VERSÃO FINAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA: estudo dos microrganismos (vírus e bactérias)

Ano: 2º E.M Regular

AULA I

Tempo: 2h/aulas

Tema: Introdução ao estudo dos microrganismos

Objetivo geral: Identificar os conhecimentos prévios dos educandos sobre os microrganismos e a função das vacinas.

Conteúdos conceituais: Definição e tipos de microrganismos e funcionamento da vacina.

Habilidades e competências:

- Reconhecer na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos, os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.
- Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, gráficos, tabelas, vídeos, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

Desenvolvimento do tema:

O professor iniciará a aula apresentando a proposta da Sequência Didática a partir da temática geral, que é os microrganismos, sem especificar quais deles serão abordados.

Em seguida, apresentará o vídeo sobre o episódio histórico de Pasteur e as supervacinas a fim de suscitar o levantamento de hipóteses pelos estudantes. Para isso, o professor poderá fazer alguns questionamentos: Por que será que a galinha não morreu? O que aconteceria se ele injetasse apenas a dose letal da cólera? O que são vacinas? Do que ela é constituída? Por que nos vacinamos? O que são microrganismos? Quais microrganismos vocês conhecem? Qual a sua importância?

Sugere-se que esse levantamento de hipóteses seja escrito e individual e que o professor recolha os escritos ao final da aula. O tempo sugerido para essa ação é de 15 minutos. Ao término do tempo estipulado, o professor poderá abrir para a discussão oral.

Como sugestão de atividade para casa, o professor poderá solicitar aos educandos que pesquisem sobre o funcionamento das vacinas para fomentar a aula seguinte. **Estratégias didáticas:** aula expositiva dialogada e vídeos.

Recursos didáticos: retroprojektor

Avaliação: diagnóstica (formativa inicial), como forma de identificar os conhecimentos iniciais dos alunos em relação ao mundo microbiano e às vacinas e, a partir disso, traçar os tipos de atividades e tarefas que favoreçam a aprendizagem deles em relação à temática em questão. Além disso, é importante que o professor avalie as habilidades de escrita e comunicação dos estudantes durante as discussões.

Bibliografia

Sugestões de vídeos:

Louis Pasteur: Vacina contra cólera das galinhas. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=11357#>.

Acesso em: 21/11/2020.

AULA II

Tempo: 2h/aulas

Tema: História da vacina

Objetivo geral: Compreender a Natureza da Ciência e o método científico, sobretudo o que envolve o desenvolvimento de vacinas, como resultado de uma construção humana, inserindo-os em um processo histórico e social.

Contéudos conceituais: Funcionamento e composição da vacina, antígenos e anticorpos.

Habilidades e competências:

- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações que tratem sobre Ciência e Tecnologia vinculados por diferentes meios, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.
- Compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.
- **Desenvolvimento do tema:**

O professor deverá retomar algumas questões discutidas na aula anterior, a partir das hipóteses levantadas pelos educandos, e problematizá-las, incorporando os conceitos, como, por exemplo, *o que são vacinas? Do que ela é constituída? Por que nos vacinamos?*

Em seguida, sugere-se que o professor divida a turma em grupos e distribua cópias de um dossiê intitulado: *“Edward Jenner e a Primeira Vacina: estudo do discurso expositivo adotado em um Museu de Ciência”* e do texto: *“Uma revolta popular contra a vacina”* com a finalidade de problematizar a história da vacina, as implicações éticas e políticas no seu processo de produção e as suas implicações no Brasil, bem como problematizar a natureza da CT e do método científico. Além disso, é importante que o professor problematize o reflexo da primeira vacina no Brasil, a partir da discussão sobre Relações-Étnico-Raciais (RER) e comunidades excluídas, envolvendo a Revolta da Vacina.

É importante que o professor proponha perguntas norteadoras, a fim de situar os alunos nos textos propostos para leitura.

Sugestões de perguntas para o dossiê:

1. No texto, é descrito que a primeira vacina foi amplamente difundida mesmo sem ter conhecimento científico em relação ao seu mecanismo, ou seja, a ciência ainda desconhecia a existência dos microrganismos. O que isso revela sobre a natureza da Tecnologia?
2. O texto destaca que a pesquisa de Jenner sobre métodos de combate e contenção de varíola humana surgiu num contexto em que já havia essa problemática e, por ele pertencer a comunidade médica, provavelmente tinha conhecimento disso. O que esse aspecto revela sobre a contextualização da atividade científica? Será que Edward foi um gênio que inventou uma forma de prevenir o desenvolvimento da varíola humana?
3. A hipótese de Jenner era que a vacina prevenia o desenvolvimento da doença. A partir dos testes realizados, ele conseguiu comprovar isso, mas sua hipótese não foi prontamente aceita pela comunidade científica. Quais foram as principais dificuldades enfrentadas por Edward no desenvolvimento da sua pesquisa?
4. Os estudos desenvolvidos por Montagu foram de grande importância para o desenvolvimento da pesquisa de Edward com a varíola bovina e de outros cientistas como Louis Pasteur e Robert Koch. No entanto, um dos seus artigos foi publicado de forma anônima devido ao impedimento de participação de mulheres na ciência.

Qual a sua opinião sobre a inserção e participação das mulheres no campo científico?

Sugestões de perguntas para o texto 2:

1. O que foi a Revolta da Vacina?
2. Quais as principais formas de discriminação perpetuada na época?
3. Qual a principal diferença entre o movimento antivacina vivenciado nessa época e o que vivenciamos hoje:

Salienta-se que a dinâmica da leitura do texto fica a critério do professor.

Estratégias didáticas: aula expositiva dialogada, vídeos, leitura e discussão de texto, resolução de problemas.

Avaliação: Serão avaliadas as habilidades de comunicação, interpretação e argumentação dos estudantes durante as discussões.

Bibliografia:

Sugestões de vídeos:

Entenda como funcionam as vacinas. Disponível em:

<https://globoplay.globo.com/v/4199479/>

Pequenos cientistas: <https://www.youtube.com/watch?v=wQsnFh3xoLo>.

Textos para discussão:

DURÃES, F. A. dos A; OLIVEIRA, A. D; MONTEIRO, P. H. N. Edward Jenner e a primeira vacina: estudo do discurso expositivo adotado em um museu de ciência. **Khronos, Revista de História da Ciência**, nº 7, pp. 1-15. 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/khronos/article/view/158184/155694>. Acesso em: 02/11/2020.

Porto, MY. Uma revolta popular contra a vacina. **Ciência e Cultura**, v.55, n.1,2003, p. 53-54.

Texto para subsidiar a discussão das perguntas norteadoras:

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. Em: Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A. M. P. C.; Praia, J. e Vilches, A. (Org.), **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. (pp. 37-70). São Paulo: Cortez, 2005.

AULA III

Tempo: 2h/aulas

Tema: Vacinação

Objetivo geral: Refletir sobre a saúde coletiva por meio da vacinação como forma de reduzir a circulação de vírus e microrganismos no ambiente.

Habilidades e competências:

- Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nessas utilizações.
- Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores e tomar decisões responsáveis no dia a dia.
- Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos da Ciência e Tecnologia na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.

Desenvolvimento da aula:

O professor iniciará a aula com a discussão das questões norteadoras referentes aos textos lidos pelos alunos na aula anterior.

Em seguida, ele discorrerá sobre a vacinação como uma questão de saúde pública, que tem como finalidade não apenas a prevenção individual, mas também coletiva, ou seja, quanto mais indivíduos vacinados, menores são as chances de propagação de doenças na população.

Após essa discussão inicial, sugere-se que o professor desenvolva, em sala, o jogo didático sobre vacinação: “*Um por todos e todos por um*” (MASQUIO; SANTOS, 2018). Trata-se de um jogo de tabuleiro que tem como objetivo a chegada de todos/as os/as jogadores/as ao final do percurso sem que tenham desenvolvido qualquer doença que possa ser evitada via vacinação/imunização.

Ao final, sugere-se que o professor questione os alunos sobre o que eles aprenderam com o desenvolvimento do jogo.

Estratégias didáticas: aula expositiva dialogada e jogo didático.

Avaliação: Os alunos serão avaliados mediante a sua participação e suas habilidades em trabalhar em grupo, participação, postura, comportamento e apropriação dos conceitos científicos abordados nas aulas anteriores. .

Bibliografia:

MASQUIO, V.S; SANTOS; M.F.dos. **Atividades práticas no ensino de Ciências: leituras e propostas pedagógicas colaborativas.** Rio de Janeiro. CAp:UERJ, 2018, 67p.

AULA IV

Tempo: 2h/aulas

Tema: Vírus

Objetivo geral: Conhecer as características gerais e a diversidade dos vírus.

Conteúdos conceituais: Estrutura, classificação e replicação dos vírus.

Habilidades e competências: Reconhecer, na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos, os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.

Desenvolvimento da aula:

No início dessa aula, sugere-se que o professor retome aos questionamentos feitos na primeira aula da SD. Exemplos: *Quais microrganismos vocês conhecem? Qual a sua importância?*

Após esse momento inicial, ele deve especificar quais microrganismos serão abordados no decorrer da SD, ou seja, os vírus e as bactérias e quais aspectos deles serão evidenciados.

Em seguida, ele deve discorrer sobre as estruturas dos vírus, suas funções e o ciclo replicativo dos vírus, utilizando como ilustração o Coronavírus e o vírus HIV.

Como atividade para casa, sugere-se que os alunos entrevistem seus avós ou indivíduos mais velhos que fazem parte do círculo familiar a fim de entender a relação que eles estabelecem com as vacinas, como, por exemplo, se eles são vacinados durante as campanhas de vacinação? Sim? Não? Por quê? Essa constatação é interessante, pois muitos idosos têm medo de se vacinarem, visto que associam as vacinas às doenças.

A socialização dos relatos pode ser feita pelos alunos na aula seguinte e discutidos à luz da ciência.

Estratégias didáticas: aula expositiva dialogada, vídeos e entrevistas.

Recursos didáticos: textos, lousa.

Avaliação: Os alunos serão avaliados a partir dos relatos socializados e serão avaliadas também as habilidades de comunicação, interpretação e argumentação dos estudantes durante as discussões.

Bibliografia:

Sugestões de vídeos:

A invasão dos vírus no organismo: <https://www.youtube.com/watch?v=lBn3SNO04UU>. Acesso em: 21/11/2020.

A Replicação do vírus da AIDS: <https://www.youtube.com/watch?v=cr-PsKzmeQ4>. Acesso em: 21/11/2020.

AULA V

Tempo: 2h/aulas

Tema: vírus

Objetivo geral:

Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temáticas envolvendo Ciência e Tecnologia.

Reconhecer e avaliar o caráter ético e social do conhecimento científico e tecnológico, bem como utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania

Habilidades e competências:

- Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, gráficos, tabelas, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações que tratem sobre Ciência e Tecnologia vinculados por diferentes meios, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social, como partes integrantes da cultura humana contemporânea.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de Ciência e Tecnologia, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
- Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores e tomar decisões responsáveis no dia a dia.

Desenvolvimento do tema:

Sugere-se que o professor inicie a aula com os relatos dos educandos sobre a relação que seus avós estabelecem com as vacinas. Em seguida, organize um júri simulado sobre a Pandemia da COVID 19.

Sugere-se que o professor juntamente com os educandos organize um debate em torno das questões concernentes à COVID-19, como o surgimento de uma vacina; uso de medicamentos como a Cloroquina, entre tantos outros; isolamento vertical x isolamento horizontal; discussão da pseudociência (*fake news*); movimento antivacina; falta de credibilidade da Ciência e as implicações da Pandemia nas estruturas sociais, políticas, econômicas do país. ***Estratégias didáticas:*** Júri simulado

Avaliação: A aprendizagem dos alunos será avaliada no decorrer do júri simulado, de acordo com a mobilização de argumentos científicos e bem apresentados, além das suas habilidades em trabalhar em grupo, envolvimento e postura.

Bibliografia:

Sugestão de textos para subsidiar o debate:

ALMEIDA, C., LÜCHMANN, L. & MARTELLI, C. A pandemia e seus impactos no Brasil. **Middle Atlantic Review of Latin American Studies**, V. 4, N. 1, 2020, p. 20-25.

AQUINO, E.M; SILVEIRA, I.H; PESCARINI, J.M; AQUINO, R; SOUZA-FILHO, J.A. Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Cien Saude Colet**, v.25, 2020:2423-2446.

LEITE, K. C. A (IN) ESPERADA PANDEMIA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O MUNDO DO TRABALHO. **Psicologia & Sociedade**, 32, 2020, p.1-18.

NATIVIDADE, M.S; BERNARDES, K; SANTOS, M.P; MIRANDA, S; BERTOLDO, J; TEIXEIRA, M.G, et al. Distanciamento social e, condições de vida na pandemia COVID-19 em Salvador-Bahia. **Ciën Saúde Coletiva**, v25, n9 p:3385-92. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.22142020>. Acesso em : 21/11/2020.

OLIVEIRA, M. D. F. R. D.; BRAVO, T. S. A. M.; CHIAVELLI, P. D. S. . **A pandemia da covid-19 e seu impacto frente à vulnerabilidade do povo brasileiro**. Editora Asces, 2020, p.222.233. Disponível em: <http://repositorio.asc.es.edu.br/bitstream/123456789/2614/3/978-65-88213-03-2%20%20224-235.pdf>. Acesso em: 21/11/2020.

SILVA, C. L. F. da, SILVA, M. S. da, SANTOS, D. S. dos, BRAGA, T. G. M., FREITAS, T. P. M. de. Impactos socioambientais da pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19) no Brasil: como superá-los?. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, v.15, n.4, 2020, p.220-236.

A pandemia de Covid-19 e o isolamento social: saúde versus economia. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/artigo-a-pandemia-de-covid-19-e-o-isolamento-social-saude-versus-economia/>. Acesso em: 21/11/2020.

AULA VI

Tempo: 2h/aulas

Tema: Bactérias.

Objetivo geral: Conhecer as características gerais das bactérias.

Contéudos conceituais: Estrutura e formas das bactérias.

Desenvolvimento do tema:

Sugere-se que o professor inicie a aula discorrendo sobre o experimento de Alfred Hershey e Martha Chase (1952) com um bacteriófago, indicando que o DNA é o material genético.

Em seguida, discuta sobre as estruturas, funções e as diferentes formas das bactérias (imagens e modelo didático, massa de modelar).

Após a elucidação das estruturas das bactérias pelo professor, sugere-se que ele divida a turma em grupos, distribua imagens de diferentes tipos de bactérias e diferentes materiais descartáveis para que os alunos confeccionem modelos esquemáticos, a partir das figuras e materiais que receberam. Após a confecção, apresentem para a turma, especificando qual o tipo de bactérias esquematizado, suas estruturas e respectivas funções.

Como atividade para casa, sugere-se que o professor sorteie grupos e peça para cada grupo preparar em casa os meios de cultura (o professor deve elaborar um roteiro, consultar Cassanti et al., 2008), que podem ser colocados em Placas de Petri ou potes de plástico rasos, e tragam na aula seguinte. **Estratégias didáticas:** Aula expositiva dialogada e construção de modelos didáticos.

Avaliação: Os alunos serão avaliados mediante o seu envolvimento na aula e durante a confecção dos modelos esquemáticos em grupo.

Bibliografia:

Material de apoio:

Texto sobre o experimento de Alfred Hershey e Martha Chase:

<https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual>

[home/prefacio/estrutura%20e%20replica%C3%A7%C3%A3o%20do%20dna/identificacao%20do%20principio%20transformante/](https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual/home/prefacio/estrutura%20e%20replica%C3%A7%C3%A3o%20do%20dna/identificacao%20do%20principio%20transformante/)

Cultivo de bactérias utilizando materiais alternativos: CASSANTI A. C; CASSANTI, A. C; ARAUJO, E. E; URSI, S. Microbiologia Democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enciclopedia Biosfera**, São Paulo, v.5, 2008, p. 1-23.

AULA VI

Tempo: 2h/aulas

Tema: Bactérias.

Objetivo geral: Conhecer as formas de cultivo de bactérias e a sua existência nos mais diversos ambientes.

Conteúdos conceituais: arqueas; reprodução das bactérias; fatores que influenciam o crescimento microbiano; fases do crescimento microbiano.

Habilidades e competências:

Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Desenvolvimento do tema:

Sugere-se que o professor inicie a aula identificando os conhecimentos prévios dos estudantes em relação à existência de microrganismos, especificamente as bactérias nos distintos ambientes, incluindo o organismo humano, vulcões, mar morto e, inclusive no entorno da escola, discutindo também sobre a reprodução das bactérias, as fases e fatores que influenciam o seu crescimento.

Após essa discussão inicial, o professor deve orientar os educandos a fazer a coleta de bactérias no entorno da escola, em celulares, fones de ouvidos, capacetes, ou até mesmo da boca, entre outros. E, logo em seguida, incubadas (a estufa pode ser produzida com materiais de baixo custo, consultar bibliografia), para o crescimento dos microrganismos e análise na aula seguinte. Como atividade para casa, sortear os temas para elaboração dos vídeos a serem apresentados na aula seguinte. A sugestão é que esses vídeos possam ser elaborados e, utilizando redes sociais, a exemplo do Tik Tok, sejam compartilhados pelos alunos.

Temas a serem sorteados:

- Importância ecológica das bactérias;
- Importância das bactérias na composição da microbiota intestinal;
- Importância das bactérias na alimentação;
- Produção de Insulina;
- Técnica CRISPR;
- Uso indiscriminado de antibióticos, bactérias super-resistentes e automedicação.

Estratégias didáticas: aula expositiva dialogada e experimental.

Recursos didáticos: *Swabs* ou cotonetes, placas de Petri.

Avaliação: participação dos educandos durante as discussões e mobilização destes durante a coleta de microrganismos.

Bibliografia:

Como ensinar Microbiologia, com ou sem laboratório. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/385/como-ensinar-microbiologia#>. Acesso em: 21/11/2020.

AQUINO, S; BARBOSA, P.de O; OLIVEIRA, E. da S. Uso sustentável de caixas de isopor como alternativa Para estufa microbiológica em laboratórios de uma Universidade privada. **Anais do VII SINGEP** – São Paulo – SP – Brasil, 2018, p.1-11.

AULA VII

Tempo: 2h/aulas

Tema: Biotecnologias envolvendo os vírus e bactérias.

Objetivo geral: Reconhecer a importância ecológica das bactérias e os benefícios e as implicações éticas e sociais das Biotecnologias.

Conteúdos conceituais: DNA recombinante (produção de insulina), Engenharia Genética, OGMs.

Habilidades e competências:

- Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita, oral, na leitura e interpretação de textos, os símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
- Reconhecer os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
- Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo e a interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
- Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade do solo, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
- Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, tomando decisões responsáveis no dia a dia.

Desenvolvimento do tema:

Sugere-se que o professor inicie a aula analisando juntamente com os alunos se houve crescimento de microrganismos nas placas de Petri, diferenciando o que é fungo e o que é colônia de bactérias, retomando alguns conceitos abordados na aula anterior.

Em seguida, haverá a socialização dos vídeos produzidos pelos alunos.

Estratégias didáticas: Aula experimental e expositiva dialogada e vídeos..

Avaliação: Os alunos serão avaliados mediante a sua participação na análise e discussão dos resultados obtidos na Placa de Petri e a partir da elaboração e socialização dos vídeos.

Bibliografia:

Página 1 de1

APÊNDICE IV

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidada a fazer parte da pesquisa intitulada “**Análise de uma Sequência Didática sobre microrganismos na Perspectiva CTS a partir de uma prática colaborativa**” referente ao curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da mestranda Dayane Ferreira Santos, orientada pela Prof.^a. Christiana Andrea Vianna Prudêncio. Essa pesquisa tem como objetivo **analisar o processo de construção coletiva de uma SD para o ensino de microrganismos com base na Educação CTS**. Sua participação consiste em conceder entrevistas e participar de encontros coletivos, que serão gravados em áudio. É importante que você concorde em ter suas falas citadas ao longo do texto. Sua participação será muito importante, pois permitirá identificar as potencialidades e desafios do trabalho colaborativo para a elaboração da SD. Você será exposto aos seguintes riscos ao participar desta pesquisa: Constrangimento e desconforto ao expor suas ideias nas entrevistas, os mesmos riscos se aplicam durante a realização do encontro. Esses riscos serão minimizados uma vez que não coletaremos quaisquer imagens que as identifiquem, trocaremos seu nome por outro fictício, protegendo desta forma o seu anonimato e conduziremos as entrevistas individualmente, de maneira reservada, visando também proteger o anonimato das suas ideias e participação. Os dados serão tratados com sigilo e confidencialidade para proteger sua privacidade. Procuraremos ser breves e objetivas para não cansá-la e/ou atrapalhar suas atividades. É importante que você saiba que sua participação é totalmente voluntária e, como tal, não prevê qualquer tipo de remuneração, nem custo. Além disso, caso você tenha quaisquer gastos decorrentes dessa pesquisa você será ressarcida. Você poderá desistir da pesquisa a qualquer momento antes de sua conclusão, inclusive durante a condução das entrevistas e observações e mesmo após ter assinado esse termo, sem qualquer prejuízo. Sendo a responsável legal por esta pesquisa comprometo-me a manter em sigilo todos os seus dados pessoais em todas as etapas da pesquisa. Informo que você tem direito a indenização, caso sofra algum prejuízo físico ou moral decorrente desta pesquisa. Esse termo foi impresso em duas vias iguais e você ficará com uma das vias que contem o nome e contato da orientanda responsável, tendo liberdade para tirar dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora e em qualquer momento.

Dayane Ferreira Santos
Orientanda

Christiana Andrea Vianna Prudêncio
Orientadora

Assinatura da (o) convidada (o) a participar da pesquisa

“Este projeto de pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680-5319. E-mail: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira, de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.