

Ensino

Situações-problema mediadoras de articulações CTS no Ensino de Ciências

Problem situations as mediators of STS articulations in science education

Elisangela Barreto Santana¹, José Alexandre da Silva Valente¹, Nádia Magalhães da Silva Freitas¹

¹Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil

RESUMO

No presente trabalho, nos concentramos em avaliar o potencial uso de situações-problema como estratégia didática e pedagógica à inserção da educação CTS no contexto dos anos finais do ensino fundamental. Trata-se de uma pesquisa-ação, desenvolvida durante uma formação continuada de professores de ciências, no formato de um coletivo de estudos. Desenvolvemos, em conjunto com os professores, quatro projetos envolvendo mais de 1500 estudantes do sexto ao nono ano. Recorremos à análise textual discursiva para a apreensão de aspectos pertinentes à educação CTS, o que nos permitiu perceber que a proposta se mostrou passível de discussões e articulações sobre ciência, tecnologia e/ou sociedade; favoreceu o processo de apropriação de conhecimentos científicos/saberes, ou seja, propiciou a alfabetização científica e conduziu a tomada de consciência e/ou tomada de decisão, quer dizer, proporcionou o exercício da cidadania.

Palavras-chave: Educação CTS; Situação-problema; Coletivo de estudos; Ensino de Ciências; Pesquisa-ação

ABSTRACT

In the present work, we focus on evaluating the potential use of problem situations as a didactic and pedagogical strategy to the insertion of the STS education in the context of the final years of elementary school. It is an action research, developed during a continuous formation of science teachers, in the format of a study collective. Together with the teachers, we developed four projects with students from sixth to ninth grade, totaling over 1500 students. We resorted to discursive textual analysis for the apprehension of pertinent aspects to the STS education, which allowed us to realize that the proposal proved to be subject to discussions and articulations about science, technology and/or society; favored the process of appropriation of scientific knowledge, ie, it provided scientific literacy and led to awareness and/or decision making, that is, provided the exercise of citizenship.

Keywords: STS education, problem-situations, collective of studies, science education, action research.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências no Brasil sofreu grandes transformações durante o século XX, as quais influenciaram os objetivos e as metodologias de ensino. Para alcançar os objetivos, diversas reformas e mudanças ocorreram, o que resultou em experiências positivas e negativas que geraram a necessidade de revisão constante das propostas educacionais, dos currículos e da própria estrutura educacional (LOPES; MACEDO, 2005).

Na educação, o início do século XX foi marcado pela influência de Augusto Comte (1798 - 1857), o que resultou em um modelo positivista de ensino, fundamentado na formação científica, em detrimento da formação humanística, representada, no Brasil, pela Educação Jesuíta. A educação positivista foi implementada inicialmente no Colégio Pedro II, que servia de modelo para a educação científicista no país (GHIRALDELLI, 2009).

A década de 1930 foi especialmente marcante, uma vez que, impulsionada por mudanças de ordens econômicas e sociais, provocou uma reforma que visava complementar a educação propedêutica, já praticada no país, para contemplar uma formação educativa, moral e intelectual, abrindo as portas para o cidadão comum, em vez de ser um privilégio apenas da elite econômica e intelectual do país. É nessa década, que a reforma de Francisco Campos determina a organização do ensino secundário, do ensino comercial (hoje ensino técnico), do ensino superior e da Universidade do Rio de Janeiro e redefine o currículo e os métodos de ensino, em especial das ciências (ROMANELLI, 2007).

O ensino de Ciências ganha destaque nessa visão científica, mas é na década de 1970 que mudanças sociais e culturais impactam a visão de mundo oferecida pelo desenvolvimento tecnológico e industrial, abrindo caminho para as discussões ambientais e sobre o uso dos recursos naturais. Diante dessas novas demandas, surge à necessidade de se discutir as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, o que ocorre no ensino de Ciências por meio da abordagem de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (KRASILCHIK, 2000).

Nos currículos acadêmicos, as discussões das relações CTS que conduziam a uma concepção crítica acerca do desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações sociais começaram a ser incorporadas na segunda metade da década de 1970. Mas foi

apenas na década de 1990, que as discussões CTS ganharam espaço nas pesquisas sobre ensino de Ciências e se iniciou um movimento de implementação na educação básica e superior, embora de maneira tímida e com ações pontuais (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011; LAMPOGLIA, 2010).

A partir de tentativas de implementação no contexto da sala de aula, surgem diversas sugestões de estratégias que pudessem ser trabalhadas¹. De acordo com Aikenhead (1994), uma sequência de cinco etapas é sugerida na tentativa de organizar os materiais de ensino. Delizoicov e Angotti (1990) propõem o uso de 3 Momentos Pedagógicos. Apoiados nos pressupostos de Paulo Freire (1997), Santos e Mortimer (2002), apresentam os conteúdos CTS a partir de temas geradores. Brito (2007) avalia proposta metodológica do ensino de física por meio de temas. Delizoicov (2005) apresenta ainda a alternativa do uso de problemas e da problematização no ensino de Ciências.

Quanto à problematização, como estratégia mobilizadora de discussões CTS, o presente trabalho se propõe a apresentar os resultados de uma investigação vivenciada com professores de ciências em processo de formação continuada, no contexto de um coletivo de estudos. Nesse sentido, buscamos identificar que potencialidades emergem com o uso de situações-problema, mediada pela educação CTS? Cabe destacar, que a experiência formativa foi pautada pela metodologia da problematização com o uso de situações-problema, elaboradas pelos professores, como estratégia didático-pedagógica em aulas de ciências, nos anos finais do ensino fundamental.

Neste artigo, apresentaremos uma breve revisão teórica dos aspectos que foram importantes no desenvolvimento da presente pesquisa, a saber: a metodologia da problematização, situações-problema e educação CTS. Em seguida, descreveremos os aspectos metodológicos e as opções que adotamos para a coleta e análise dos dados. Em prosseguimento, apresentaremos os resultados obtidos. Finalizamos com observações que consideramos pertinentes no contexto da educação básica, em específico nos anos

¹ As estratégias apresentadas aqui se referem a diferentes maneiras de intermediar discussões CTS. Em geral, inicia-se com a apresentação de um problema social, seguida de momentos ou etapas de apropriação teóricas, elaboração de hipóteses e, por fim, a apresentação de uma proposta de solução ou tomada de consciência em relação ao problema apresentado.

finais do ensino fundamental, estabelecendo, com isto, possíveis caminhos à implementação da educação CTS, com o uso de situações-problema.

2 METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO, SITUAÇÕES-PROBLEMA E A EDUCAÇÃO CTS

A Metodologia da Problematização (MP) é amplamente usada no ensino de Ciências. Em geral, a materialidade mediadora da problematização tem sido configurada por situações-problema, situações-problematizadora, resolução de problemas e problematização (LIMA; NETO, 2012; POFFO, 2015; SAMPAIO, 2005; SANTANA, 2015; SILVA; NUÑES; RAMALHO, 2015; VARGAS, 2013). As características que definem o uso da MP têm sido associadas à concepção histórico-crítica da educação, especialmente pautada em pressupostos freireanos, que defendem uma pedagogia libertadora problematizadora (BERBEL, 1999; FREIRE, 1983; 2000).

Alguns autores, como Vasconellos (1999), descrevem a necessidade de uma atitude filosófica ao fazermos uso da MP e, portanto, associa seu uso com a fenomenologia, o existencialismo e o materialismo histórico-dialético. Ela justifica suas colocações pela necessidade de exercício crítico e reflexão para que um estudante possa enfrentar um problema que lhe é apresentado e intervir, no intuito de transformar a realidade.

Essa mesma atitude crítica e reflexiva, era defendida pelo educador Paulo Freire (1983; 1997; 2000), que concebia a educação como forma de desenvolver autonomia e conscientização. Assim, em uma educação pautada em Freire, ocorre o abandono do modelo tradicional de mera transmissão de conteúdos, por uma formação crítica, “[...] capaz de superar a captação ingênua da realidade a que somos submetidos” (FREIRE, 1997, p. 113). Na compreensão das palavras de Freire (1997), tal educação se mostra instrumental, uma vez que permite ao educando entender seu contexto histórico e político e dá subsídios ao exercício da cidadania.

Quanto aos aspectos metodológicos da MP, destacamos os que se apoiam no Método do Arco, de Bordenave e Pereira (2015). Tal método foi adaptado do Esquema do

Arco, proposto por Charles Maguerez, que o apresentou por meio de um esquema pedagógico constituído por cinco etapas, que parte da realidade física e social, conduz a apreensão de conhecimentos, a elaboração de hipóteses de solução e retorna a realidade no intuito de conduzir a ação. Assim, o Método do Arco se apresenta como estratégia pedagógica problematizadora, que visa facilitar o processo educacional de desenvolver atitude crítica e autonomia (BORDENAVE; PEREIRA, 2015).

De acordo com Bordenave e Pereira (2015, p. 130), o Método do Arco se caracteriza por:

1 - Observação da realidade: os alunos são levados pelo professor a olhar uma situação e descrever todos seus aspectos. Se não é possível levar os alunos até a realidade onde ela está, o professor procura trazer uma imagem fiel da realidade à sala de aula por meio de diversos materiais auxiliares; 2 - Observação sobre o modelo: sob a orientação do professor, os alunos extraem da massa de dados obtidos na observação da realidade os PONTOS-CHAVE da mesma, isto é, os fatos e relações mais importantes e básicos. Eles organizam esses materiais em forma de um modelo simplificado da realidade; 3 - Discussão sobre o modelo: os pontos-chave do modelo são analisados pelos alunos e o professor sob a luz das teorias e pesquisas já existentes sobre o assunto. Das teorias, derivam-se princípios de solução, que se consideram aplicáveis ao problema. Essa é uma etapa da teorização, ou seja, de explicação; 4 - Aplicação sobre o modelo: os princípios que se consideram aplicáveis são testados por meio de sua confrontação com os pontos-chave do modelo. É o que ordinariamente chama-se "teste de hipótese". Pode fazer-se em formas de experimentos, rigorosamente controlados, ou apenas de ensaios informais. O objetivo é saber se temos solução para os pontos-chave; 5 - Aplicação sobre a realidade: finalmente, as conclusões do teste das hipóteses são aplicadas à solução do problema real.

Assim, no desenvolvimento do processo, o problema é apresentado, discutido, analisado e propostas de solução surgem como hipóteses a serem testadas e utilizadas quando viável.

Alternativas têm sido desenvolvidas com inspiração em Bordenave e Pereira (2015), estas relacionadas com a MP. Nos trabalhos dedicados ao ensino de Ciências, várias experiências exitosas têm sido relatadas (LIMA; NETO, 2012; VARGAS, 2013; POFFO, 2015; SANTANA, 2015; SILVA; NUÑES; RAMALHO, 2015). Das alternativas existentes como estratégias problematizadoras, nos concentramos no uso de situações-problema por entendê-las como mediadoras de situações de aprendizagem condizentes com objetivos da educação CTS.

Alguns trabalhos se utilizam de situações-problema, estes relacionados com a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), também denominada de PBL², do inglês *Problem Based Learning*. Encontramos nessa proposta curricular de ensino uma vasta literatura, dentre as quais, discussões sobre a elaboração de situações-problema e objetivos a serem alcançados com tais situações (BERBEL, 2011; LIMA; LINHARES, 2008), muitas vezes recorrendo ao Arco de Maguerz e comumente relacionados aos cursos da área de saúde (COLOMBO; BERBEL, 2007).

Contudo, encontramos na literatura, embora ainda de forma tímida, o uso de situações-problema como estratégia de problematização associada à educação CTS e o ensino de Ciências (PINTO; ARAÚJO, 2018; SANTANA, 2015; SANTANA; VALENTE; FREITAS, 2019; SANTOS; KATO, 2013). Há ainda pesquisas que defendem a problematização estruturada nas concepções freireanas, na tentativa de ressignificar seu uso no processo de ensino (DELIZOICOV, 2005; SOLINO; GEHLEN, 2015). Nossa apreensão das situações-problema leva em consideração tanto as concepções apresentadas por Bordenave e Pereira (2015) quanto às de Paulo Freire (1997), visto que temos por objetivo a formação cidadã e crítica.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa ocorreu em uma Escola Assistencialista do Comando Militar da Aeronáutica, Escola Tenente Rego Barros (ETRB), envolvendo seis professores de ciências, dos anos finais do ensino fundamental. Os professores se reuniam semanalmente em um formato de Coletivo de Estudos, constituindo processo de formação continuada. Optamos por um Coletivo de Estudos, por acreditar no potencial reflexivo crítico, que cria um ambiente de aprendizagem ativa, coparticipação e corresponsabilidade dos envolvidos; confere ainda um ambiente de igualdade e de autonomia que contribui para as discussões em grupo e o desenvolvimento de práticas no ambiente escolar (IMBERNÓN, 2009; RAPOSO, 2017).

² A ABP é uma proposta curricular que vincula toda a estrutura de aprendizagem ao uso de situações-problema. Nesse contexto, os objetos de aprendizagem estão vinculados ao entendimento dos problemas propostos ou apresentados, sem a necessidade de sua elucidação. Há um gerenciamento das atividades por meio de comissões, que por sua vez elaboram e definem objetivos e conteúdos a serem alcançados em cada situação-problema.

No uso de situações-problema, como estratégia mediadora da MP em sala de aula, adotamos etapas para a sua elaboração: iniciamos com reuniões, que tiveram um caráter de enfoque teórico, visto que os professores desconheciam a educação CTS e a MP. Então, nos concentramos em fornecer a esses professores subsídios teóricos que permitissem intervenções (no formato de projetos) em sala de aula, com o uso de situações-problema, em interlocução com a educação CTS.

Na etapa seguinte, além de continuidade das discussões de artigos, uso de vídeos, de entrevistas, entre outros eventos, passamos a estudar aspectos relacionados à elaboração de projetos de ensino e seu planejamento, propriamente dito, com proposições de situações-problema. Os temas selecionados para a elaboração dos projetos de ensino estavam vinculados ao currículo escolar e às séries que os professores lecionavam, ou seja, do 6º ao 9º ano, pois, apesar de desfrutarem de certa liberdade para o desenvolvimento de atividades pedagógicas, os professores precisavam seguir o planejamento escolar e, com isso, cumprir os conteúdos de ensino programados. Essa etapa pareceu desafiadora, visto envolver um novo referencial teórico para os professores. Porém, com o tempo, os professores foram se apropriando da estratégia metodológica e os aparentes obstáculos à sua implementação foram sendo vencidos. Dentre esses, podemos citar o tempo dedicado a cada projeto, a necessidade de motivar os estudantes ao desenvolvimento de autonomia e ao exercício da cidadania, características necessárias ao sucesso das atividades.

Acompanhamos os professores na elaboração e na execução de quatro projetos na escola, desenvolvidos com estudantes do sexto ao nono ano. Nessa análise, consideramos as falas e as escritas dos estudantes, e por razão de sigilo das reais identidades, estes estão apresentados pelas iniciais de seus nomes seguidas do número da turma a que fazem parte. Segue uma breve apresentação de cada projeto:

“De olho no céu” – Projeto desenvolvido com objetos de conhecimento referente à unidade temática Terra e Universo (BRASIL, 2017), envolvendo cinco turmas do sexto ano, totalizando 165 estudantes. Tratava da temática lixo espacial, discutindo educação ambiental e ensino de astronomia. Por se tratar de um tema complexo, cujas decisões estão aquém das possibilidades dos estudantes, nos concentramos na tomada de consciência para um problema ambiental pouco conhecido, divulgado e discutido. O projeto foi divulgado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências/X ENPEC – 2015;

“O fim da picada” – Projeto desenvolvido com objetos de conhecimento da unidade temática Vida e Evolução (BRASIL, 2017), envolvendo 700 estudantes do sexto ao oitavo ano, durante três semestres. Tratava da temática Dengue, discutindo educação ambiental e saúde. Os estudantes executaram diversas ações, a saber: identificação e mapeamento de possíveis criadouros de larvas e mosquitos *Aedes aegypti* nas dependências da escola, confecção e instalação de armadilhas para captura do mosquito, para posterior identificação entomológica do inseto, divulgação do projeto na Feira Científico-Cultural da Escola, retomada da confecção e instalação de armadilhas, solicitação da colaboração da Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente (SESMA) de Belém, que ministrou palestras aos estudantes sobre as três doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, como também montou um estande entomológico, onde cerca de 1.500 alunos, puderam conhecer/visualizar todas as fases do mosquito, do ovo a fase alada e por último, como planos duradouros de combate ao vetor estão: a confecção de slogans para afixação na escola e plantação de mudas de plantas, nos jardins da escola, com propriedades aromáticas que afugentem os mosquitos. Esse projeto teve repercussão e foi noticiado pela TV local. Os estudantes participaram de um concurso nacional sobre o combate à dengue, foram campeões regionais e finalistas nacional. O projeto foi igualmente divulgado em um Congresso Nacional de Biologia/VI ENEBIO – 2016.

“Recicle o E-lixo” – Projeto desenvolvido com objetos de conhecimento referente à unidade temática Vida e Evolução (BRASIL, 2017), envolvendo 126 estudantes de quatro turmas do sexto ano. Tratava da temática lixo eletrônico, discutindo educação ambiental e saúde. As ações que os alunos decidiram realizar foram elas: Socialização da temática, através de painéis no pátio da escola, para sensibilização da comunidade escolar. Posteriormente, contato e propósito de colaboração com uma cooperativa que funciona em nossa cidade e que recebe doação de material eletrônico, para isso, esses estudantes se mobilizaram em uma campanha de coleta desses equipamentos, o que foi antecedido por divulgação nas turmas das séries diferentes das deles e montagem de duas grandes caixas coletoras, que foram instaladas próximas a painéis autoexplicativos; ocorreu uma feira de troca, uma vez que, ao tempo em que as pessoas colocavam/ doavam os seus eletrônicos na caixa, a maioria delas trocava por outros de seu interesse; divulgaram suas experiências e resultados do projeto, através da Feira Científico-Cultural da escola, para sensibilizar os visitantes da feira sobre os perigos para a saúde envolvidos na manipulação desse tipo de resíduo e, para fortalecer a campanha para que mais equipamentos fossem doados para posterior entrega à cooperativa. Esse projeto foi divulgado em Evento Científico Nacional/VII ENEBIO – 2018.

“Adolescer” - Projeto desenvolvido com objetos de conhecimento referente à unidade temática Vida e Evolução (BRASIL, 2017), envolvendo 180 estudantes do oitavo ano do ensino fundamental. Tratava de educação sexual e saúde. Entre as ações dos estudantes, tivemos: Campanha de doação de leite para Santa Casa; ajuda assistencialista para várias outras instituições com doação de fraldas descartáveis e outros materiais; campanha e doação de sangue para o HEMOPA; além de organização e divulgação de informações na feira científico-cultural da escola. Os estudantes envolveram a comunidade escolar, seus pais, familiares e sociedade à sua volta em suas campanhas. O projeto foi divulgado no VI Congresso Nacional de Educação/VI CONEDU – 2019.

Além da modalidade de Coletivo de Estudos, como processo formativo, nos aproximamos dos pressupostos de Thiollent (2007) e Oliveira (2013), caracterizando nossa pesquisa, de natureza qualitativa, como uma pesquisa-ação – uma pesquisa em estreita relação e colaboração dos professores. A pesquisa-ação requer a realização de estudos e de discussões programadas, o desenvolvimento de ações, em sala de aula, com vista às mudanças, à escrita de artigos e à divulgação dos trabalhos desenvolvidos pelo Coletivo, tanto em periódico quanto em eventos da área, configurando um ambiente colaborativo de aprendizado e de produção de conhecimento, como aponta Thiollent (2007).

Das observações feitas por Oliveira (2013), destacamos a utilização de métodos e técnicas que favorecem a reflexão, a análise e a compreensão dos fenômenos em estudo, bem como a possível parceria com os sujeitos da pesquisa, permitindo observar, construir aprendizados e transitar entre suas falas e experiências, o que condiz com uma pesquisa de cunho qualitativo. Os encontros foram gravados em áudio e vídeo, utilizamos diários de formação como recurso de coleta das impressões e apreensões dos professores, realizamos entrevistas e aplicamos questionários³. Todos esses dados foram transcritos e compõem o *corpus* de análise da pesquisa.

Quanto à metodologia de análise dos dados, recorreremos a Análise Textual Discursiva (ATD), pela praticidade em apreender os significados expressos tanto na fala quanto na escrita dos participantes, com ênfase, neste trabalho, às atitudes apresentadas pelos estudantes no decorrer das atividades desenvolvidas. A ATD valoriza cada aspecto desenvolvido durante um processo de pesquisa, facilitando dar um novo significado ao objeto investigado (MORAES; GALIAZZI, 2011). Essa característica foi especialmente importante para nós que desejamos compreender as potencialidades do uso das

³ Os professores participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Nele constavam objetivos, metodologia, benefícios e possíveis riscos da pesquisa para os mesmos. Os estudantes mencionados neste trabalho representam material de análise dos professores participantes, ou seja, material por eles coletado durante a execução dos projetos em sala de aula. Igualmente, os professores solicitaram dos estudantes e seus responsáveis o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), respectivamente, embora os projetos não tenham sido submetidos a comitê de ética.

situações-problema, no contexto da prática docente dos professores participantes na pesquisa-ação, bem como para os alunos envolvidos, em sala de aula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Situações-problema: caminhos para a sua elaboração

Autores que apresentam propostas de ensino CTS destacam etapas que viabilizam discussões em torno de um tema ou problema socialmente relevante (AIKENHEAD, 1994; BRITO, 2007), sem, no entanto, fazer uso de situações-problema como estratégia mediadora. Santos e Mortimer (2002, 2001) fazem uso dos três momentos pedagógicos, dos quais, o primeiro momento se refere à problematização. Contudo, nosso desafio foi acrescentar aos modelos existentes e já utilizados por pesquisadores da área uma alternativa quanto ao momento inicial da abordagem, a saber, a problematização. Nossa experiência, na elaboração de situações-problema, foi sendo refinada a cada projeto e ao final desta vivência conseguimos distinguir alguns passos ou etapas que contribuíram e facilitaram a elaboração de situações-problema, em nosso caso, mediadoras da educação CTS.

Descrevemos essas ações, não como um arco, como sugerem Bordenave e Pereira (2015), mas como um modelo circular, pois os pressupostos CTS apontam o início das discussões por meio de um problema social, ao qual retornamos para dar uma conclusão às atividades em sala de aula, fechando, assim, o círculo (SANTANA, VALENTE, FREITAS, 2019). Dessa forma, foi possível distinguir as seguintes etapas na elaboração de situações-problema como estratégia didática e pedagógica, mediadora da educação CTS, tendo como ponto central um problema social, em torno do qual a situação-problema se desenvolve, quais sejam:

1 – **Condições que antecedem a elaboração das situações-problema:** escolha de um problema social – nesta primeira etapa nos concentramos em como problematizar o tema, na consideração dos seguintes aspectos: ele é passível de controvérsia? Se sim, é uma controvérsia sociocientífica ou sociocultural? Faz parte de um problema local, que envolve a comunidade escolar ou o local de residência dos estudantes ou é um problema

amplo, global, que de alguma forma os afeta individualmente ou coletivamente? É potencialmente problematizadora e mediadora de discussões CTS? Essas indagações devem permear a compreensão de quem se propõe a elaborar situações-problema para implementar a educação CTS;

2 – **Instituição do problema:** nesta etapa, devemos delinear os contornos que queremos e podemos dar ao problema, assim, o que torna essa situação, em específico, um problema? Que limites devem ser respeitados, levando em consideração a idade e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes? Que aspectos podem ser mais bem explorados – os científicos, os tecnológicos ou os sociais? Ter clareza do quadro completo/completo ajudará na elaboração das etapas seguintes;

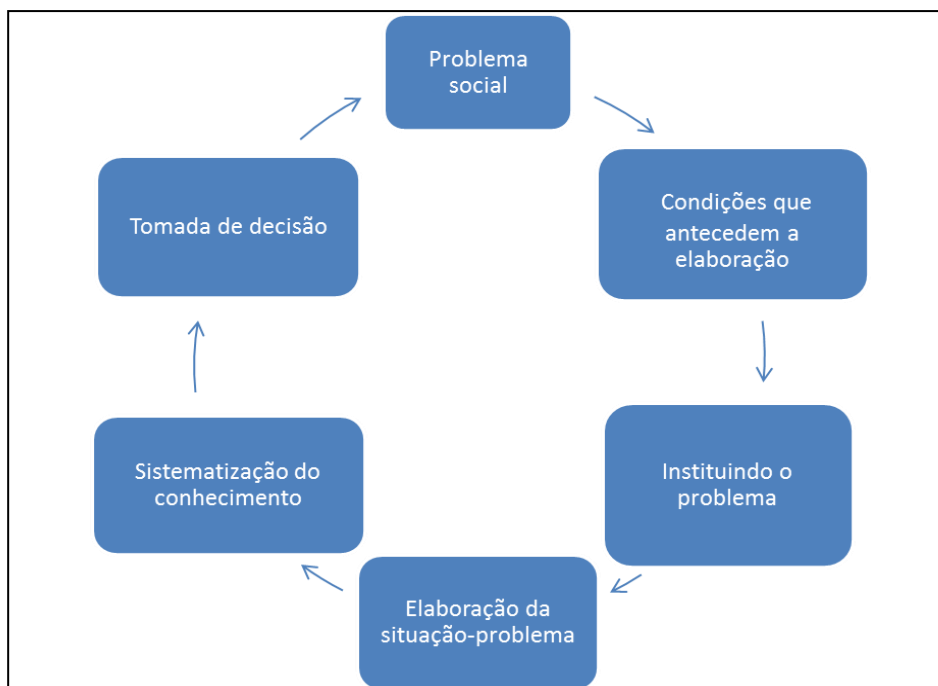
3 – **Elaboração da situação-problema:** este é um momento importante, visto que nele determinamos os rumos da situação-problema. Existem reportagens ou entrevistas que tratem do problema? É possível elaborar um texto introdutório com perguntas norteadoras? Que controvérsia tem girado em torno do tema? Uma música, um filme, uma poesia poderia ser usada para levantar discussões em torno da problematização inicial? Posso trazer elementos fictícios, mas verossímil, em torno desse problema real, a fim de despertar nos estudantes uma consciência crítica da problemática? É nessa etapa que a estratégia didática é selecionada e a situação-problema ganha vida, de maneira única. É importante elaborar ou levantar perguntas que gerem discussões, curiosidade e criticidade sobre o tema e o problema apresentado aos estudantes;

4 – **Sistematização do conhecimento:** o valor pedagógico da proposta encontra-se nesta etapa. É nela que os conhecimentos devem se consolidar, possibilitando o amadurecimento dos estudantes, no sentido do desenvolvimento de habilidades e de competências. A construção do conhecimento deve gerar autonomia, se possível, de maneira interdisciplinar, dando ao estudante uma visão holística do problema e abrindo a possibilidade de elaborar hipóteses de solução. Que unidade temática e objetos de conhecimentos podem ser contemplados a partir desse problema? Que tecnologias estão relacionadas à problemática ou podem ser utilizadas em prol da solução? Como estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade, apontando os impasses de seu

uso de maneira equilibrada? Que conteúdos mais favorecerão discussões CTS? Que conhecimentos contribuirão para a tomada de consciência/decisão?

5 – **Tomada de decisão:** é desejável, nesta etapa, que resulte em uma ação, ou seja, que favoreça aos estudantes a tomada de decisão, cujo desdobramento refere-se à materialização da tomada de consciência. Contudo, é necessário lembrar, que uma proposta desenvolvida na escola, e em nosso caso específico, na educação básica, acarreta limitações de ações a serem desenvolvidas pelos estudantes. Essas limitações devem ser discutidas com os estudantes, para que não gere um sentimento de impotência, frustrando intervenções futuras. Os estudantes devem compreender, ao fim do processo, quais as causas do problema, as tecnologias correlatas, os conhecimentos científicos envolvidos, que medidas podem ser tomadas pela sociedade, que limitações são apresentadas diante do modelo de decisões tecnocratas praticadas atualmente e que alternativas há de solução, minimização ou mesmo de esclarecimento da comunidade. A proposta de ação deve partir dos estudantes, de maneira individual, em grupo ou mesmo como única proposta. Pode ser apresentada no ambiente escolar, para a comunidade, na forma de documento, projeto de lei, proposta comunitária, carta aberta à comunidade, petição pública, solicitação de debate público, audiência pública. Enfim, deve partir dos estudantes e demonstrar que desenvolveram autonomia e visão crítica de mundo. O Esquema 1 apresenta as etapas de elaboração das situações-problema, em torno de discussões CTS, à partir de um problema social.

Esquema 1 – elaboração de situações-problema, tendo como ponto inicial um problema social.



Fonte: Santana, Valente, Freitas, 2021

Recentemente, os trabalhos apresentados sobre educação CTS, apontam tentativas de implementação na educação básica, tanto no Brasil quanto nos países da Ibero-América (ACEVEDO DÍAZ; ALONSO; MANASSERO MAS, 2003; MARQUES; HUNSCHE, 2015). É nesse movimento, que nos propomos a ponderar sobre as situações-problema, como recurso de problematização nos projetos desenvolvidos na Escola Tenente Rego Barros (ETRB), com estudantes do sexto ao nono ano. Em seguida, fazemos uma apresentação e análise dessas etapas em cada projeto desenvolvido, no processo formativo do Coletivo de Estudo.

4.2 As situações-problema: análises à luz da proposta de educação CTS

Na análise das situações-problema, à luz da proposta de educação CTS, elencamos três categorias, no formato de perguntas, a que submetemos cada um dos projetos (QUADRO 1; QUADRO 2; QUADRO 3; QUADRO 4), a saber: é passível de discussões e articulações sobre ciência, tecnologia e/ou sociedade? Favorece o processo de apropriação de conhecimentos científicos/saberes, ou seja, propicia a alfabetização científica? Conduz a tomada de consciência e/ou tomada de decisão, ou seja, proporciona o exercício da cidadania?

Quadro 1 – Projeto de olho no céu

ETAPAS	PROJETO DE OLHO NO CÉU
1 - Condições que antecedem a elaboração	- Não é um tema controverso; - Problema global; - Passível de discussões CTS.
2 - Instituinto o problema	- Chamar a atenção para a produção do lixo espacial e como descartá-lo; - Possíveis impactos ambientais para a atmosfera e o planeta Terra; - Idade dos estudantes (10 – 12 anos); - Passível de discussões com ênfase na Tecnologia (CTS).
3 - Elaboração da situação-problema	- Estratégia adotada: vídeo - reportagem “Lixo espacial encontrado em Salinópolis é de pedaço de foguete lançado ano passado” (JORNAL LIBERAL - 30 /04/2014); - Discussão com os estudantes; - Aplicação de questionário inicial.
4 - Sistematização do conhecimento	- Tecnologias espaciais; - Lixo espacial; - Estudo sobre Institutos/Pesquisas espaciais no país; - Implicações sociais e ambientais do lixo espacial.
5 - Tomada de decisão	- Divulgação sobre a problemática à comunidade escolar; - Produção e divulgação de um vídeo alertando sobre os riscos do lixo espacial.

Fonte: Santana, Valente, Freitas, 2021

No projeto “De olho no céu”, a situação-problema deu ênfase aos aspectos científicos e tecnológicos do desenvolvimento aeroespacial e dos impactos que estes vêm causando, em especial, os impactos ambientais resultantes do desuso de satélites em órbita da Terra. López Cerezo (1998) destaca a importância do rechaço da imagem da ciência como atividade pura e neutra, de forma a desmistificar conceitos oriundos de uma tradição cientificista.

A problematização inicial permitiu o desvelamento dessa visão, presente nas falas e observações dos estudantes. Em questionário inicial, quando foi perguntado se os estudantes consideravam que existe algum aspecto negativo nas pesquisas espaciais, a maioria dos estudantes demonstrou uma percepção ingênua, elitista e acrítica da ciência, como observamos, nos exemplos que se seguem: “Acho que não, porque os pesquisadores e cientistas são inteligentes e muito bem treinados” (A1); “Não, porque até agora apenas nos ajudou” (B5). Nos demos conta da necessidade de uma formação que permitisse a esses estudantes um novo olhar às pesquisas e aos resultados destas para a sociedade, apontando os impactos que a ciência e as atividades científicas podem causar para a sociedade e para o ambiente (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Com respeito à tecnologia, López Cerezo (1998) afirma ser necessário que a educação CTS promova uma crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada. Com as atitudes dos estudantes confirmamos essa necessidade. Quando questionamos a importância das pesquisas espaciais, o estudante J5 nos informou: “Sim, sem ela nós não teríamos tantos avanços na tecnologia”.

A associação que o estudante faz do desenvolvimento tecnológico como resultado das pesquisas científicas, vai ao encontro das afirmações de Fourez (2003), que aponta tal concepção como uma ideologia dominante em nossa sociedade. Essa visão da tecnologia como ciência aplicada era compartilhada pelos demais estudantes, que teciam seus comentários em torno do desenvolvimento linear da ciência.

Diante das concepções prévias apresentadas pelos estudantes, fortalecemos nosso interesse e necessidade de discussões, em sala de aula, que favorecessem aos estudantes discussões das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. E, percebemos ainda, a potencialidade do projeto para o favorecimento de tais discussões.

Quanto à apropriação dos conhecimentos científicos, referente ao currículo de ciências, os objetos de conhecimento da unidade temática Terra e Universo foram devidamente explorados. A apreensão de conhecimentos científicos contribuiu para a sustentação de discussões e o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a ciência. O estudante B1 diz: “[...] confesso que pensei que lixo espacial era o lixo normal de nossas casas só que flutuando no espaço, depois que fui entender que eram objetos que eles usavam no espaço [...]”. O estudante K4 acrescenta: “o Brasil possui dois satélites de coleta de dado e mais três em conjunto com a China” e o estudante W5 comenta: “[...] o Brasil tem institutos de pesquisas espaciais que tem satélites, que traz informações do espaço. Vou citar o nome de um instituto [...] esse instituto é chamado INPE”.

A compreensão dos aspectos teóricos foi necessária para que os estudantes desenvolvessem autonomia e se mobilizassem para a tomada de decisão. Santos e Mortimer (2001) entendem que nem sempre a tomada de decisão enseja em ações práticas e apontam a tomada de consciência como uma alternativa aceitável.

Se levarmos em consideração o nível educacional desses estudantes e sua idade, compreendemos as limitações de ações práticas diante de um tema tão complexo. Contudo, ainda assim, eles expressaram movimentos de transformação, dentro de

nossas expectativas, como evidenciamos nas fala dos estudantes: “Tenho certeza que quase ninguém sabe direito o que é lixo espacial” (Y1).

Continuando temos: “Poderíamos então ir para o pátio da escola e falar sobre o perigo do lixo espacial” (W1); “Acho melhor um vídeo falando sobre o lixo espacial e postamos no *youtube*” (B1). Essas evidências fortalecem nossa convicção do potencial das situações-problema como estratégia apropriada para a implementação da educação CTS nos anos finais do ensino fundamental.

Quadro 2 – Projeto Fim da Picada

ETAPAS	PROJETO FIM DA PICADA
1: Condições que antecedem a elaboração	- Não é um tema controverso; - Problema social local e global; - Passível de discussões CTS.
2: Instituinto o problema	- Tema aclamado pelos estudantes; - Idade dos estudantes (10 – 12 anos); - Índice alto de estudantes e familiares afetados com a Dengue; - Passível de discussões com ênfase na Ciência e na sociedade (CTS).
3: Elaboração da situação-problema	- Estratégia adotada: texto jornalístico - “ <i>Sesma promove 'Dia D' de combate à dengue e chikungunya em Belém</i> ” (G1, 2014); reportagem “ <i>Pará tem 42 casos de Zika e aumento de 50% nos casos de dengue</i> ” (G1, 2016); - Perguntas norteadoras; - Discussão com os estudantes.
4: Sistematização do conhecimento	- Doenças virais; - Características da dengue, Zika e da chikungunya (sintomas clínicos, transmissão, prevenção, tratamento, aspectos morfológicos, ciclo reprodutivo do vetor, fatores relacionados à incidência do mosquito etc.).
5: Tomada de decisão	- Identificação de criadouro na escola; - Confecção e instalação de armadilhas na escola; - Identificação entomológica do inseto; - Feira científico- cultural na escola; - Solicitação de apoio à SESMA (ATENDIDOS ⁴); - Plantação de mudas aromáticas na escola. - Produção de vídeo para concurso nacional de combate ao <i>Aedes aegypti</i> (<i>campeão regional e finalista nacional</i>).

Fonte: Santana, Valente, Freitas, 2021

Nesse projeto, foi possível observar o papel motivador das situações-problema para a inserção da educação CTS no contexto escolar, pois ao discutir a temática “Doenças virais”,

⁴ Os estudantes encaminharam uma solicitação de visita junto a SESMA e foram atendidos pelos mesmos. Dessa forma, foi realizada na escola uma exposição, com técnicos da SESMA, que levaram materiais e microscópios para a identificação entomológica do inseto. Todas as fases de desenvolvimento foram demonstradas, facilitando a compreensão dos estudantes. A ação recebeu notoriedade na mídia, com reportagem da TV local.

a realidade social dos estudantes impulsionou o ensinamento de aspectos científicos e sua relevância, contribuindo para análise dos impactos destas doenças na sociedade. Nesse sentido, destacamos a seguinte fala: “Eu acho que esse projeto é muito importante, pois nós aprendemos a identificar o vilão *Aedes aegypti*; poderemos pensar em como também informar várias pessoas sobre o mosquito” (G81). A característica de questionar a realidade é defendida por Santos (2001), como necessária a criticidade do cidadão em formação.

Quanto aos conhecimentos oriundos do planejamento curricular, as etapas da situação-problema atestam a proposta apresentada por Ricardo (2007), de que a ciência e a tecnologia devem surgir como referências dos saberes escolares, ao passo que a sociedade e o ambiente são tratados como cenário de aprendizagem, no qual os problemas e as questões sociais são apresentados por meio de temas a serem investigados. Confirmamos isso com o seguinte comentário: “Eu acho que esse trabalho será bem importante porque esse é um dos assuntos que todas as pessoas estão falando e várias estão pegando essa doença (G61)”. A estudante demonstra consciência da problemática e suas implicações para a saúde das pessoas.

A situação-problema foi proveitosa para inspirar os estudantes à conscientização, ao passo que se apropriavam de informações relevantes, eles se planejaram para compartilhar e conscientizar outros, como expresso a seguir: “A gente acaba passando para nossa família, minha tia tá grávida e a toda hora explico a importância dela passar o repelente, pois a TV apenas diz para passar, mas não conscientiza (D62)”; “Agora com tudo na minha caixola, ensinarei minha família e passarei a observar os vasos das plantas, pneus, garrafa, etc., coisa que eu não fazia porque sinceramente achava que isso não ia fazer diferença, nem mudar o mundo (R72)”.

A atitude demonstrada por esses estudantes está de acordo com as colocações de Acevedo, Alonso e Manassero Mas (2003). Os autores assinalam tais atitudes como resultantes da alfabetização científica, pois ao ser alfabetizado cientificamente o estudante é capaz de entender uma informação, comunicá-la a outros e usar este conhecimento para entender e transformar seu cotidiano.

Quanto ao desenvolvimento da autonomia e o exercício da cidadania, o projeto encontrou terreno fértil nas intenções e nas ações dos estudantes, como nos mostram as seguintes manifestações: “[...] podemos fazer uma campanha do fim da picada” (I72); “[...] No

estande da SESMA havia dois microscópios, um estava mostrando um adulto e outro a larva, tinha também uma representação de criadouro com pneu e o que me deixa feliz é que vai ficar por muito tempo e muitos vão poder vê-lo” (F62); “Fiquei muito feliz com o nosso projeto aparecendo na TV, pois tenho certeza que vai incentivar outras escolas a fazer o mesmo (C83).

A tomada de decisão pressupõe “a capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ação” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 97). Notamos essa atitude nos estudantes envolvidos no projeto, reforçando o uso de situações-problema como opção à educação CTS no contexto do ensino de Ciências.

Quadro 3 – Projeto Recicle o E-lixo

ETAPAS	PROJETO RECICLE O E-LIXO
1: Condições que antecedem a elaboração	- Não é um tema controverso; - Problema local e global; - Passível de discussões CTS.
2: Instituinto o problema	- Motivado pela quantidade excessiva de lixo eletrônico produzido pelos estudantes; - Obsolescência dos aparelhos eletrônicos, em especial, os <i>smartphones</i> e <i>notebooks</i> ; - Idade dos estudantes (10 – 13 anos); - Passível de discussões com ênfase na Tecnologia (CTS).
3: Elaboração da situação-problema	- Estratégia adotada (2 textos jornalísticos - “O celular que você troca todo ano causa mortes na China” - UOL, 2017 e “Medalhas dos Jogos Olímpicos de Tóquio 2020 poderão ser recicladas de lixo eletrônico” - UOL, 2016); - Questionário inicial; - Discussão com os estudantes.
4: Sistematização do conhecimento	- Pesquisas teóricas, apresentação de seminários e rodas de conversas; - Tecnologias e suas utilidades; - A produção de computadores e <i>smartphones</i> ; - Obsolescência programada e os impactos ambientais da produção industrial; - Modos de reutilização e reciclagem de e-lixo; - Empresas, ONG’S e associações de reciclagem na região metropolitana de Belém.
5: Tomada de decisão	- Socialização da temática (produção de painéis no pátio da escola); - Campanha de coleta de e-lixo; - Contato com cooperativa de reciclagem de e-lixo para doação de materiais; - Feira de trocas e reutilização de equipamentos a partir de materiais coletados na escola; - Divulgação na Feira Científico-Cultural, na escola.

Fonte: Santana, Valente, Freitas, 2021

A articulação favorecida pela educação CTS contribuiu para as discussões acerca do desenvolvimento tecnológico e seus impactos sociais e ambientais. A problematização do tema, por meio da situação-problema, se mostrou apropriada aos estudantes que inicialmente não demonstravam conscientização dos problemas resultantes do acelerado

desenvolvimento tecnológico dos aparelhos eletrônicos, que induz ao consumismo, o que confirmamos com a fala da estudante “[...] sinceramente, se meu pai tem dinheiro, eu peço pra ele comprar alguma novidade pra mim, mesmo que o meu aparelho ainda funcione” (A3).

Ricardo (2007) destaca como característica do mundo moderno a interação dos jovens com a tecnologia, sem, no entanto, que a escola forme adequadamente para compreensão da relação entre a ciência e a tecnologia. Nesse sentido, nos propomos, por meio da situação-problema apresentada, a fomentar entre os estudantes questionamentos do que é aceitável em termos do uso de tecnologias digitais facilitando a compreensão dos impactos ambientais e sociais que seu descarte indevido produz.

A apreensão de conhecimentos relativos ao tema favoreceu a alfabetização científica, a construção da criticidade e a desmistificação da neutralidade de ciência. Confirmamos isso quando os estudantes apresentaram os seguintes comentários: “Eu fiquei surpreso por descobrir que os celulares têm substâncias tóxicas como o mercúrio, sempre achei que esses aparelhos só melhoram a vida (B4)”; “Eu só achei um tablete velho usado, eu fico imaginando o esforço que os chineses devem ter feito para montá-lo. Não pensava que esses objetos faziam pessoas sofrer, achei que todo mundo ficava feliz, menos quem não pode comprar é claro (E1)”; “Eu não sabia que todas as pessoas possuem muito lixo chamado E-lixo. Meu pai trabalha no Tribunal de Justiça na parte de eletrônicos, ele também tem um armário cheio de lixo eletrônico, vou pedir pra ele (N4)”.

Observa-se, nas falas dos estudantes, a visão distorcida que eles tinham acerca da ciência, o que Cachapuz e colaboradores (2011) chamam de visão descontextualizada, que ignora as relações entre a ciência e a tecnologia e os impactos que estes causam nos meios natural e social. No entanto, foi possível a superação dessas distorções, conforme nos demonstram os estudantes: “[...] meu iPhone mata os

chineses e ainda polui o meio ambiente (L4)”; “[...] não quero matar os chineses nem os catadores do lixão, vou usar muito meu celular (B1)”; “Tia, os inventores de celulares novos não pensam nos chineses, só querem dinheiro (J2)”; “Contei pro meu irmão que vive pedindo pro papai comprar aparelho eletrônico que temos que pensar como eles foram produzidos (M3)”.

A intervenção, por meio das etapas desenvolvidas em torno da situação-problema se mostrou exitosa, uma vez que conduziu os estudantes a uma tomada de consciência, mudança de postura e ações sociais solidárias, o que se configura como exercício da cidadania (SANTOS; MORTIMER, 2001). Atestamos essas atitudes pelas expressões apresentadas: “[...] eu não sabia direito o que era e-lixo e o que ele faz, acho que eu e todo mundo tem que devolver os celulares nas lojas para entregar pros fabricantes para aproveitarem as peças e diminuir o e-lixo (W1)”; “[...] uma das sugestões é pegar uma caixa enorme da sua casa, ou pedir do supermercado e pegar todos os lixos eletrônicos de sua casa e doar para cooperativa (Y3)”; “O projeto E-LIXO me ensinou que eu não posso ser consumista e que o lixo eletrônico faz mal à saúde do mundo [...] agora eu só vou pedir um novo celular ou algo do tipo se o meu realmente estiver quebrado, pois não posso pensar só em mim (A4)”.

É conveniente afirmar, assim como Berbel (1995), que a ação pedagógica pode proporcionar a compreensão e mudança da prática social, na medida em que a educação age sobre os sujeitos, tornando-os agentes sociais e ativos.

Quadro 4 – Projeto Adolescer

ETAPAS	PROJETO ADOLESCER
1: Condições que antecedem a elaboração	<ul style="list-style-type: none"> - Possui desdobramentos controversos (aborto, virgindade, masturbação, sexualidade etc.); - Problema local e global; - Passível de discussões CTS.
2: Instituinto o problema	<ul style="list-style-type: none"> - Motivado pelo interesse e necessidade dos estudantes diante dos desafios do dia a dia;

Continua...

Quadro 4 – Conclusão

ETAPAS	PROJETO ADOLESCER
2: Instituinto o problema	<ul style="list-style-type: none"> - Impasses causados pelas mudanças e exigências educacionais sobre a temática⁵; - Idade dos estudantes (13 – 14 anos); - Passível de discussões com ênfase na Ciência e Sociedade (CTS).
3: Elaboração da situação-problema	<ul style="list-style-type: none"> - Textos jornalísticos - “Pará é o estado com maior número de grávidas com idade entre 10 e 19 anos” e “Banco de leite da Santa Casa do Pará está com estoque baixo” (G1 GLOBO, 2016); - Discussão sobre a temática; - Questões norteadoras (Por que, apesar da existência de contraceptivos, muitas adolescentes ficam grávidas?).
4: Sistematização do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisas teóricas relacionadas à temática; - Visitação à Santa Casa do Pará, hospital público assistencial à saúde da criança e da mulher; - Discussões em classe; - Conteúdos disciplinares (Desenvolvimento sexual secundário, fisiologia humana, métodos contraceptivos, DST etc.).
5: Tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> - Campanha de doação de leite para Santa Casa; - Ajuda assistencialista para instituições com doação de fraldas descartáveis e outros materiais; - Campanha e doação de sangue para o HEMOPA; - Organização e divulgação de informações na feira científico-cultural da escola.

Fonte: Santana, Valente, Freitas, 2021

A problematização aqui não foi tão desafiadora, visto que a temática abordada gera curiosidade e entusiasmo nos jovens, como visto nas falas dos estudantes: “Aprender assim faz algum sentido, só decorar pra prova a gente se esquece (G1)”; “Com esse projeto agora ficou interessante estudar o corpo humano (B2)”. No entanto, esse deve ser apenas um fator motivador, pois o propósito da educação CTS é gerar nos estudantes a capacidade de entender criticamente um tema e tomar decisões socialmente relevantes (SANTOS; MORTIMER, 2001). A situação-problema se apresentou, nesse contexto, como alternativa de estratégia metodológica que insere, no ambiente escolar, conteúdos sociocientíficos de maneira diferenciada, facilitando o processo de ensino e de aprendizagem (PINTO; ARAÚJO, 2018).

Constatamos ainda a potencialidade das situações-problema como geradoras de discussões que fomentam a alfabetização científica, o aprendizado e o pensamento crítico (BERBEL, 2011). Os estudantes nos ajudaram a confirmar tais afirmativas: “Se uma adolescente

⁵ Políticas públicas recentes contestam discussões que envolvem o tema sexualidade na escola. Especialmente em nosso contexto constitui-se tema conflitante, visto se tratar de uma escola militar.

não sabe o que é ciclo menstrual, não saberá quando tem risco de gravidez, assim não sabe evitar (P4)”; “Engravidar depende também de nossas escolhas, mas não podemos ignorar a realidade de adolescentes que não tiveram escolha, por isso queremos ajudá-las (A2)”.

A inserção da educação CTS pressupõe o desenvolvimento de valores como solidariedade, generosidade, respeito e compromisso social (TEIXEIRA, 2003). Tais valores, conseqüentemente, conduzem a ações responsáveis e conscientes sobre questões relativas à ciência e a tecnologia (MARQUES; HUNSCHE, 2015). Percebemos isso nas seguintes expressões: “A reunião de pessoas com sentimento humanitário é capaz de realizar proezas, buscando oferecer um bem estar a pessoas menos favorecidas, que merecem dignidade (L2)”; “Podemos formar um blog de discussão permanente sobre os diversos fatores que contribuem para que aconteça uma gravidez precoce (M1)”; “Os alunos devem realizar um movimento que fique conhecido como hemo-rede da ETRB, para conscientizar os alunos que se tornariam agentes responsáveis por encaminhar seus familiares e amigos maiores de 18 anos para doação de sangue e medula óssea (Y3)”. Confirmamos assim, que é possível, no contexto da educação básica, por meio de situações-problema, a inserção de temas socialmente relevantes, passíveis de discussões CTS.

5 CONCLUSÕES

Essa pesquisa-ação, nos moldes de um Coletivo de Estudos, para constituição de um processo de formação continuada de professores de ciências, com desdobramento à implementação da educação CTS, nos anos finais do ensino fundamental, por meio das situações-problema. A configuração de um Coletivo de Estudos mostrou-se aglutinadora de experiências e de desejos para a instituição de um ensino que tem na sua centralidade o sujeito aprendente, na perspectiva crítica e emancipadora. O Coletivo de Estudos configurou-se um ambiente propício à colaboração, participação, um ambiente altamente produtivo, na sua acepção ampla. A formação delineada favoreceu a apropriação dos referenciais teóricos relativos à educação CTS, à Metodologia da Problematização, ao recurso problematizador, ou seja, às situações-problema, à elaboração de projetos, entre outros.

Cabe destacar, que o aspecto central dessa formação consistiu na elaboração coletiva de projetos de ensino, fundamentados na educação CTS, na Metodologia da

Problematização e no uso de situações-problema. Esse processo materializou-se em quatro projetos de ensino como os temas “De olho no céu” (objetos de conhecimento referentes à unidade temática Terra e Universo), “O fim da picada” (objetos de conhecimento referentes a unidade temática Vida e Evolução); “Recicle o E-lixo” (objetos de conhecimento referentes à unidade temática Vida e Evolução) e “Adolescer” (objetos de conhecimento referentes à unidade temática Vida e Evolução).

Na construção desses projetos, conforme fundamentações acima elencadas, foi possível delinear um esquema para elaboração de situações-problema (nosso objeto de estudo), com os seguintes pontos: (1) condições que antecedem a elaboração das situações-problema (escolha de um problema social); (2) instituição do problema (científico, tecnológico ou o social); (3) elaboração da situação-problema, incluindo aqui elementos da realidade (por exemplo, reportagens, entrevistas, música, filme, etc.); (4) sistematização do conhecimento, buscando estabelecer, a partir dos objetos de conhecimento, relações entre ciência, tecnologia e sociedade, inclusive na consideração dos impasses inerentes a esta relação; (5) tomada de decisão, que possa resultar em uma ação ou a materialização da tomada de consciência.

Na “validação” desse processo de construção das situações-problema, buscamos responder três questões básicas, positivamente, para considerá-las como inseridas em um contexto autêntico da educação CTS, a saber: é passível de discussões e articulações sobre ciência, tecnologia e/ou sociedade? Favorece o processo de apropriação de conhecimentos científicos/saberes, ou seja, propicia a alfabetização científica? Conduz a tomada de consciência e/ou tomada de decisão, ou seja, proporciona o exercício da cidadania?

As conjunções estabelecidas no processo de elaboração de situações-problema revelaram as potencialidades para uma formação crítica, ao considerarmos as possibilidades de desmistificação de conceitos comuns referente ao desenvolvimento científico e tecnológico, congruentes com a proposta de uma alfabetização científica, notadamente os impactos positivos e negativos, na sociedade, da articulação ciência e tecnologia. Destaque deve ser conferido ao engajamento dos alunos nas ações sociais. Certamente, tal fato deve-se as ações pedagógicas que foram pensadas em consonância com as tendências ativas de ensino, que insere o estudante como principal sujeito no processo de ensino e de aprendizagem.

Esperamos que ações como essas possam mobilizar outros pesquisadores, mas especialmente os professores da educação básica a se desafiarem, no contexto da escola, a inovarem com ações que transponham o espaço da escola e alcancem a comunidade com informações, ações e mobilizações no exercício da cidadania, em prol de uma sociedade mais justa e igualitária.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf. Acesso em: 15 mar. 2015.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização e os ensinamentos de Paulo Freire: uma relação mais que perfeita. In: BERBEL, N. A. N. (Org.). **Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina: Ed. UEL, 1999. p. 1-28.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface**. Comunicação, Saúde, Educação, v. 2, n. p. 139-154, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/BBqnRMcdxYyvNSY3YfztH9J/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2015.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999>. Acesso em: 18 abr. 2016.

BERBEL, N. A. N. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 16, n. 2, p. 9-19, 1995. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/viewFile/9458/8240>. Acesso em: 15 mai. 2015.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino aprendizagem**. 33. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRITO L. P.; GOMES, N. F. **O ensino de física através de temas no atual cenário do ensino de ciências**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 7, 2007. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p962.pdf. Acesso em: 15 mai. 2019.

CACHAPUZ, A. F. *et al.* **A necessária renovação no ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

COLOMBO, A. A; BERBEL, N. A. N. A Metodologia da problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 28, n. 2, p. 121-146,

2007. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3733/2999>. Acesso em: 10 jan. 2015.

DAGNINO, R.; SILVA, R. B.; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, W. L. P; AULER D. (Org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora UFSC, 2005. p. 125-150.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigação no ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 10 jan. 2019.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 12. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz, 1983.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

GHIRALDELLI, P. **História da Educação Brasileira**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

IMBERNÓN, F. **Formação permanente do professorado**: novas tendências. São Paulo: Cortez, 2009.

JORNAL LIBERAL. **Lixo espacial encontrado em Salinópolis é de pedaço de foguete lançado ano passado**. 2014. Disponível em: <http://globoTV.globo.com/rede-liberal-pa/jornal-liberal-1a-edicao/v/lixo-espacial-encontrado-em-salinopolis-e-de-pedaco-de-foguete-lancado-anopassado/3314857>. Acesso em: 15 fev. 2015.

KRASILCHIK, M. Reforma e Realidade: o caso do ensino das ciências. **Em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-92, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2019

LAMPOGLIA, F. Trajetória e perspectivas em CTS na educação: do ensino cartesiano à interdisciplinaridade. In: MIOTELLO, V.; HOFFMANN, W. A. M. (Org.). **Apontamentos de estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

LIMA, G. Z.; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 2, p. 197-201, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/4wX6t9wjCtwj3j5PR5Nbm9h/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 12 mai. 2015.

LIMA, M. V. S.; NETO, J. E. S. O uso de situações-problema como estratégia didática para o ensino de Ciências no nível fundamental. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16; Encontro de Educação Química da Bahia, 10, Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012. . **Anais ...** Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7244>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

LOPES, A.; MACEDO, E. O pensamento curricular no Brasil. In: LOPES, A.; MACEDO, E. (Org.) **Currículo: debates contemporâneos**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LÓPES CERREZO, J. A. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Ibero-americana de Educación**, v. 18, p. 41-68, 1998. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a02.pdf>. Acesso em: 18 de mai. 2019.

MARQUES, S. G.; HUNSCHE, S. **Enfoque CTS no Brasil: olhar sobre as práticas implementadas no Ensino Médio**. 2015. Disponível em: http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2014/06/SabrinaGon%C3%A7alvesMarques_TCC.pdf. Acesso em: 12 mai. 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2 ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PINTO, V. R. C.; ARAÚJO, M. S. T. Metodologia da Problematização e o Enfoque CTS aplicado no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. In: CONAPESC, 3, 2018. **Anais**. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/43221>. Acesso em: 30 abr. 2019.

POFFO, E. M. **A resolução de problemas como metodologia de ensino: uma análise a partir das contribuições de Vygotsky**. 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/9891150-A-resolucao-de-problemas-comometodologia-de-ensino-uma-analise-a-partir-das-contribuicoes-devygotsky.html>. Acesso em: 6 ago. 2018.

RAPOSO, E. O. **Coletivo de estudos, formação e práticas: itinerários de uma formação em educação para o desenvolvimento sustentável**. 118 f. Tese. Instituto de Educação Matemática e Científica. Universidade Federal do Pará, 2017.

REVISTA GLOBO, G1. **Banco de leite da Santa Casa do Pará está com estoque baixo**. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/10/banco-de-leite-da-santa-casa-do-para-esta-com-estoque-baixo.html>. Acesso em: 31 nov. 2016.

REVISTA GLOBO - G1. **Pará é o estado com maior número de grávidas com idade entre 10 e 19 anos**. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/01/para-e-o-estado-com-maior-numero-de-gravidas-com-idade-entre-10-e-19-anos.html>. Acesso em: 11 jan. 2017.

ROMANELLI, O. O. **História da educação no Brasil**. 32. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

REVISTA GLOBO - G1. **Pará tem 42 casos de Zika e aumento de 50% nos casos de dengue**. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/01/para-tem-42-casos-de-zika-e-aumento-de-50-nos-casos-de-dengue.html>. Acesso em: 6 jan. 2017.

REVISTA GLOBO - G1. **SESMA promove 'dia D' de combate à Dengue e Chikungunya em Belém**. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/12/sesma-promove-dia-d-de-combate-dengue-echikungunya-em-belem.html>. Acesso em: 5 mar. 2015.

RICARDO, E. C. **Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar**. *Ciência & Ensino*, v. 1. n. especial, p. 1-12, 2007. Disponível em: <https://fasam.edu.br/wp-content/uploads/2020/07/Educa%C3%A7%C3%A3o-CTSA.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2019.

SAMPAIO, M. L. F. B. **O trabalho com situações-problema**: um processo de conscientização. 231 f. Dissertação. Porto Alegre: PUC do Rio Grande do Sul, 2005.

SANTANA, E. B. **Abordagem CTS no ensino de Astronomia**: formação de professores mediada pela situação-problema "Centro de Lançamento de Alcântara". 125 f. Dissertação. Instituto de Educação Matemática e Científica. Universidade Federal do Pará, 2015.

SANTANA, E. B.; VALENTE, J. A. S.; FREITAS, N. M. S. Metodologia da problematização: o uso de situações-problema no ensino de Astronomia. **Revista Exitus**, v. 9, n. 1, p.175-201, 2019. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/720/420>. Acesso em: dez 2019.

SANTOS, M. E. N. V. M. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2. Valinhos, São Paulo, 2001. **Atas...** Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A39.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2016.

SANTOS, C. G. M. M.; KATO, D. S. Limites e possibilidades do uso de situações-problemas como recurso pedagógico: os temas controversos sócio científicos e as relações CTSA como perspectiva para o ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9. Águas de Lindóia, SP. 2013. **Atas...** Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0980-1.pdf. Acesso em: 14 jan. 2014.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, p. 133-162, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 jan. 2016.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/?lang=pt>. Acesso em: 16 jan. 2019.

SILVA, S. F.; NUÑES, I. B.; RAMALHO, B. L. **O pensamento do professor**: o trabalho com problemas no ensino de Ciências. 2015. Disponível em: http://www.comperve.ufrn.br/conteudo/observatorio/uploads/publicacoes/artigos_05022013082333.pdf. Acesso em: 2 mai. 2017.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização Freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática Freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n4/1516-7313-ciedu-21-04-0911.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.

TEIXEIRA, P. M. M. Educação científica e movimento C.T.S. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 88-102, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114>. Acesso em: 15 mai. 2019.

VARGAS, G. G. B. **A metodologia da resolução de problemas e o ensino de estatística no nono ano do Ensino Fundamental**. 165 f. Dissertação. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano de Santa, 2013.

VASCONSELLOS, M. M. M. Aspectos pedagógicos e filosóficos da Metodologia da Problematização. In: BERBEL, N. A. N. (Org.). **Metodologia da problematização**: fundamentos e aplicações. Londrina: Ed. UEL, 1999. p. 29 – 59.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

1 - Elisangela Barreto Santana

Universidade Federal do Pará. Doutora.

<https://orcid.org/0000-0002-2321-7283> - elisangela.santana.bs@hotmail.com

Contribuições: argumentação teórica, levantamento de dados, metodologia, análise e discussão dos resultados.

2 - José Alexandre da SilvaValente

Universidade Federal do Pará. Doutor.

<https://orcid.org/0000-0001-9551-3498> - alexvalt@ufpa.br

Contribuições: análise e discussão dos resultados, revisão.

3 - Nadia Magalhães da Silva Freitas

Universidade Federal do Pará. Doutora.

<https://orcid.org/0000-0003-0042-8640> - nadiamsf@yahoo.com.br

Contribuições: análise e discussão dos resultados, revisão.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SANTANA, E. B.; VALENTE, J. A. S.; FREITAS, N. M. S. Situações-problema mediadoras de articulações CTS no Ensino de Ciências. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 43, e39, p. 1 – 29, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X41330>. Acesso em: dia, mês (abreviado), ano.