

# ENSINO E APRENDIZAGEM SOBRE POLUIÇÃO AMBIENTAL COM ENFOQUE CTS: POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Tiago Rodrigues Silva\*  
Bruna Rodrigues da Silva\*\*  
Evandro Bacelar Costa\*\*\*  
Sara Cristina Memória Campelo \*\*\*\*

## RESUMO

O presente artigo, no âmbito do ensino de ciências, teve como objetivo analisar e verificar as contribuições de uma Sequência Didática (SD) na aprendizagem de poluição ambiental com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Com a aplicação da SD os alunos obtiveram melhorias nas argumentações sobre meio ambiente e poluição ambiental com relações CTS e o desenvolvimento de uma educação ambiental crítica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de ciências. Sequência didática. Educação Ambiental.

## ABSTRACT

The present article, in the context of science education, aimed to analyze and verify the contributions of a Didactic Sequence (SD) in the learning of environmental pollution with a focus on Science, Technology and Society (CTS). With the application of SD, students obtained improvements in the arguments about environment and environmental pollution with CTS relations and the development of critical environmental education.

**KEYWORDS:** Science teaching. Didactic sequence. Environmental education.

---

\* Professor de Ciências da Prefeitura Municipal de Timon, MA. [thiago2581@hotmail.com](mailto:thiago2581@hotmail.com)

\*\* Aluna da Especialização em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Timon. [brunarodrigues.bs@hotmail.com](mailto:brunarodrigues.bs@hotmail.com)

\*\*\* Aluno da Especialização em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Timon. [evandrobc1@hotmail.com](mailto:evandrobc1@hotmail.com)

\*\*\*\* Mestranda em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). [sara.cristina.memoria@gmail.com](mailto:sara.cristina.memoria@gmail.com)

## Introdução

Os avanços científicos e tecnológicos forneceram formas de produzir cada vez mais rápido os bens de consumo para satisfazer as necessidades diárias do ser humano. Sabe-se que isso resultou na poluição ambiental e na exploração excessiva dos recursos naturais. É nesse pressuposto que se confere a necessidade de conscientizar a população sobre a importância do desenvolvimento sustentável, ou seja, o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Esse conceito clássico foi preconizado em 1987 através do Relatório Brundtland, documento nomeado de Nosso Futuro Comum (Our Common Future), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (BARBOSA, 2008).

Tendo isso em vista, emergiu a Educação Ambiental (EA) como uma forma de garantir uma educação ecológica, social e política que viabilizasse a promoção da qualidade de vida aliada aos princípios da sustentabilidade (DIAS, 2004). Por esses motivos, os debates sobre uma EA estão inseridos nas escolas, sobretudo nas perspectivas do ensino de ciências a nível fundamental (BARRETO; CUNHA, 2016).

Dias (2004) enfatiza que uma EA deve ser abordada de maneira interdisciplinar e com problematizações a partir da realidade dos alunos para construir conhecimentos e valores ligados aos aspectos ambientais, socioeconômicos e políticos. Quanto a isso, se percebe as oportunidades de inserir as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na promoção de uma EA no ensino de ciências. O objetivo é agregar no ensino o papel social e político do desenvolvimento científico e tecnológico como mecanismos viáveis para resolver os atuais problemas ambientais.

A partir dessas considerações, é necessário que se faça um ensino e aprendizagem de poluição ambiental de forma contextualizada com a realidade local, para que se obtenha a construção de conhecimentos científicos e formações para uma EA por parte dos estudantes (BRASIL, 1997). Para tal, as Sequências Didáticas (SD), conjunto de

atividades pedagógicas, são uma das formas de desenvolver e articular diferentes métodos de ensino e aprendizagem entre si, cujo objetivo é provocar o aprendizado em torno de um único tema (ZABALA, 1998).

Nesse sentido, trata-se de uma investigação que busca responder a seguinte problemática: Quais as contribuições de uma SD nas concepções sobre meio ambiente e no aprendizado de conteúdos da poluição ambiental com enfoque CTS, aplicada em uma turma de 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública em Timon, MA?

O trabalho tem como objetivo analisar e verificar uma SD por meio da utilização de discussões, pesquisa de campo e seminários, contribuíram para uma aprendizagem dos alunos sobre meio ambiente e poluição ambiental. Assim, possibilitar aos estudantes as relações entre teoria e prática e a importância de uma EA para o exercício da cidadania.

---

## O movimento CTS e suas contribuições para uma educação ambiental

---

As discussões para introduzir abordagens que relacionam CTS com suas implicações ambientais no ensino de ciências iniciaram ainda na década de 1960 e 1970, época em que o desenvolvimento científico e tecnológico passou a assumir debates políticos e sociais em razão do aumento da degradação ambiental (AULER; BAZZO, 2001). Trata-se, desse modo, de abordar os conteúdos curriculares com um olhar crítico para as questões políticas, éticas, sociais, ambientais e econômicas com base no papel da ciência e tecnologia em nossa sociedade (SANTOS, 2007). Assim, é possível inserir nos espaços formais e informais de ensino a dimensão social e ambiental do desenvolvimento científico e tecnológico (AZEVEDO et al., 2015).

O enfoque CTS na educação, para Auler e Bazzo (2001), postula que a aquisição de conhecimentos nessa perspectiva torna viável uma participação mais qualificada da sociedade nas tomadas de decisões, superando os obstáculos teocráticos que centralizam a ciência e tecnologia. Sendo assim, o enfoque CTS deve favorecer a construção de habilidades e competências para uma formação para o exercício da cidadania, através da incorporação de compreensões sociais e científicas (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Santos (2007) considera que, para uma educação em CTS de forma crítica, é necessário romper com o ensino descontextualizado, enciclopédico e dogmático. Para o autor, é premente que os conteúdos curriculares sejam capazes de explicitar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, considerando contextualizações que provoquem o desenvolvimento de valores e atitudes com perspectivas humanísticas nas questões sociais e ambientais. Para atingir essa finalidade é importante que a aprendizagem de conteúdos conceituais seja valorizada por meio das experiências e problemas do cotidiano dos alunos (SANTOS, 2007; CARLETTTO; PINHEIRO, 2010).

Desta forma, pondera-se a introdução de questões sociocientíficas nas abordagens da educação em CTS (SANTOS, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2009, AZEVEDO et al., 2015). De acordo com Santos e Mortimer (2009), temas sociocientíficos são as questões ambientais, políticas, econômicas, sociais, éticas e culturais que envolvem as atividades científicas e tecnológicas. As discussões de aspectos sociocientíficos articulados com os conteúdos conceituais torna capaz a inserção dos alunos no mundo social, ao proporcionar a capacidade de desenvolver atitudes comprometidas com a cidadania (SANTOS, 2007).

Em relação às questões sociocientíficas, pesquisadores da área (ver, por exemplo, Santos e Mortimer, 2009; Azevedo et al., 2015) apontam algumas características pertinentes: (a) envolvem a formação de opiniões e escolhas pessoais e coletivas; (b) são frequentemente vinculadas nos meios de comunicação; (c) lidam com problemas locais e globais com aspectos políticos e sociais e (d) envolvem abordagens para o desenvolvimento sustentável.

Nesse caso, abordagens de temas sociocientíficas com enfoque CTS por meio de estudos globais e/ou locais, como poluição ambiental, através de aplicações no cotidiano esboçam o papel da ciência e tecnologia na sociedade (KONDRAT; MACIEL, 2013; AZEVEDO et al., 2015). Portanto, abordagens CTS no ensino de ciências implicam no desenvolvimento de concepções críticas sobre o meio ambiente e educação ambiental (SANTOS, 2007; RESES, 2010; KONDRAT; MACIEL, 2013).

De todo modo, tanto a educação ambiental, quanto o movimento CTS com as questões sociocientíficas dentro do ensino de ciência, exigem processos para formar cidadãos que exerçam a cidadania como participação social, ambiental e política. Por

isso, diversos autores, por exemplo, Reses (2010), Lima e Junior Lorencini (2013), Kondrat e Maciel (2013), Silva et al., (2016) e Passeri e Rocha (2017) apontam as contribuições do enfoque CTS na formação de uma educação ambiental crítica, ao incorporar o desenvolvimento de valores que questionam a ordem capitalista (SANTOS, 2007; FONSECA, 2016). Esse processo leva a formação de uma cidadania ambiental, aspecto de fundamental importância para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável (REIGADA; REIS, 2004; KONDRAT; MACIEL, 2013).

---

## Metodologia

---

A SD foi desenvolvida no período de fevereiro a março de 2018 com uma turma de 30 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, a Unidade Escolar Luiz Miguel Budaruiche, localizada na zona urbana do município de Timon, MA. As atividades da SD foram aplicadas com base nos três momentos pedagógicos para uma significação conceitual, propostos por Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012):

- Problematização inicial: etapa diagnóstica através de um pré-teste para averiguar os conhecimentos prévios e concepções dos alunos sobre o tema.
- Organização dos conhecimentos: exposição teórica e dialogada dos conteúdos conceituais e a realização da intervenção didática.
- Aplicação do conhecimento: aplicação de um pós-teste para avaliação da compreensão dos conteúdos pelos estudantes.

As respostas dos alunos no pré e pós-teste nas fases da problematização inicial e aplicação do conhecimento, respectivamente, serviram de parâmetro para comparar os resultados da intervenção metodológica em suas aprendizagens. As questões dos testes foram as seguintes: (1) O que você entende por meio ambiente? (2) Você já ouvir falar de poluição ambiental? Se sim, o que é a poluição ambiental? (3) Cite alguns exemplos de fontes de poluição ambiental que você conheça? (4) Quais as consequências da poluição ambiental para o meio ambiente e saúde da população? (5) Como poderíamos resolver o problema da poluição ambiental nas cidades?

O objetivo da primeira questão foi identificar e analisar o entendimento dos alunos acerca das relações entre natureza e sociedade. Os dados coletados referentes a

esse questionamento foram categorizados nas três concepções sobre o meio ambiente propostas por Reigota (1999):

□ Naturalista: compreende o meio ambiente como sinônimo de natureza, circundante com os meios físicos, químicos e biológicos. Apresenta o ser humano como elemento que não faz parte do meio ambiente.

□ Antropocêntrica: define o meio ambiente somente como os recursos naturais para satisfazer as necessidade do ser humano e garantir a sobrevivência humana.

□ Globalizante: entende o meio ambiente a partir de suas relações entre os aspectos bióticos, abióticos, sociais, econômicos, políticos e filosóficos.

As respostas das demais questões foram categorizadas para análises qualitativas em certas e erradas considerando o proposto por Bardin (2011). Ainda na etapa da problematização inicial, após a aplicação do pré-teste (primeira aula) foi realizada a apresentação e contextualização do tema por meio da leitura e discussões em sala de aula de um texto sobre o Parque Municipal da Lagoa do Sambico de Timon, mostrando sua localização, criação e poluição ambiental. O texto foi elaborado previamente pelos pesquisadores com base nos estudos de Silva (2016). A intenção foi apresentar os conteúdos conceituais mais próximos da realidade socioambiental dos alunos.

A organização dos conhecimentos na SD foi realizada em quatro aulas. No primeiro encontro ocorreu a exposição teórica e dialogada, nas aulas acerca da poluição ambiental, com auxílio do quadro branco e livro didático. Ao final das aulas teóricas (segunda aula), os alunos organizados em grupos – com integrantes de quatro ou cinco estudantes – foram orientados a realizar uma pesquisa de campo para identificar e caracterizar os principais tipos e fontes de poluição ambiental presentes na cidade de Timon, bem como apresentar suas consequências e propor ações mitigadoras para as problemáticas encontradas.

Para isso, os grupos de alunos receberam uma ficha para ser preenchida (Figura 1) como guia prático de observação da pesquisa de campo.

MEIO	FONTE DA POLUIÇÃO	ENDEREÇO	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES MITIGADORAS
( ) Água ( ) Solo ( ) Ar				
( ) Água ( ) Solo ( ) Ar				
( ) Água ( ) Solo ( ) Ar				
( ) Água ( ) Solo ( ) Ar				

Figura 1: Ficha de preenchimento para a pesquisa de campo sobre os tipos e fontes de poluição.  
Fonte: Os autores.

Na terceira aula, com o prazo do término da pesquisa de campo e elaboração das apresentações orais (15 dias), os grupos de alunos realizaram seminários e exposição de cartazes sobre as principais fontes de poluição ambiental encontrada em suas pesquisas de campo e bibliográficas (Figura 2).

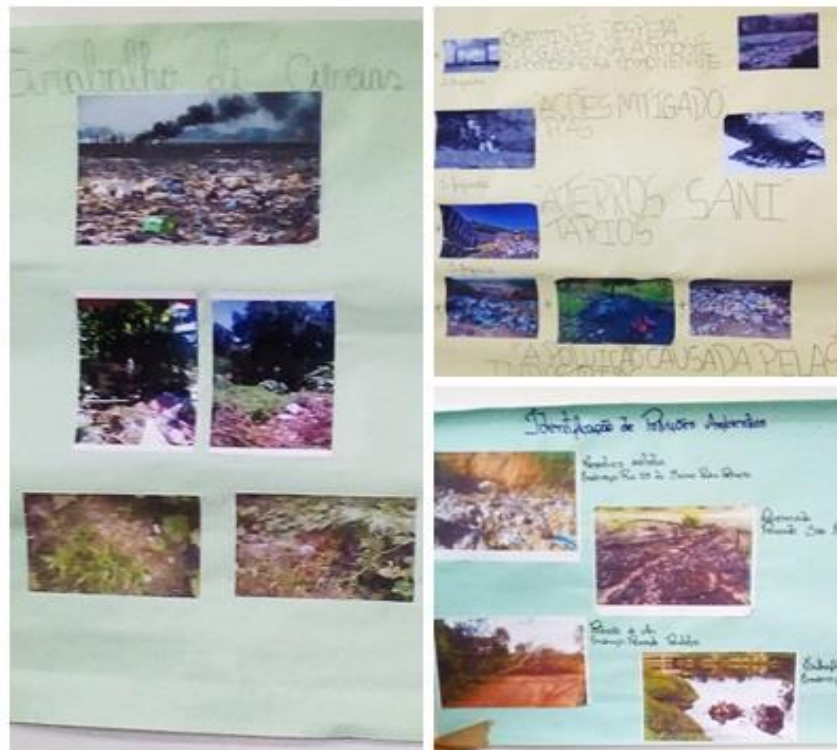


Figura 2: Exemplos de cartazes confeccionados pelos alunos.  
Fonte: Os autores.

Nessa aula, o objetivo era que os estudantes mostrassem e discutissem sobre a poluição ambiental presente no município, fazendo suas caracterizações e correlações entre suas consequências para a saúde pública e meio ambiente. Além disso, propondo sugestões para resolver o problema ambiental.

Na quarta aula, ocorreram discussões sobre os principais achados nas pesquisas realizadas pelos alunos e a importância do conhecimento dos conteúdos conceituais para o cotidiano das pessoas. Em seguida, ocorreu a finalização da SD com a aplicação do pós-teste.

As observações vivenciadas pelo professor em sala aula, os pré e pós-testes, e os materiais produzidos pelos alunos foram as técnicas utilizadas para coletar os dados e fazer a composição e triangulação dos resultados do desenvolvimento e avaliação da SD proposta. Logo, a pesquisa é de natureza básica de abordagem qualitativa e descritiva quanto aos objetivos (LÜDKE, ANDRÉ, 2013).

## Resultados e discussões

### *Conhecimentos prévios dos alunos*

Nas repostas sobre as compreensões de meio ambiente por parte dos alunos (Figura 3) notou-se, em sua maioria, uma visão naturalista (56%). Assim, os alunos entendem o meio ambiente como a união dos fatores bióticos (não incluindo o ser humano) e abióticos.

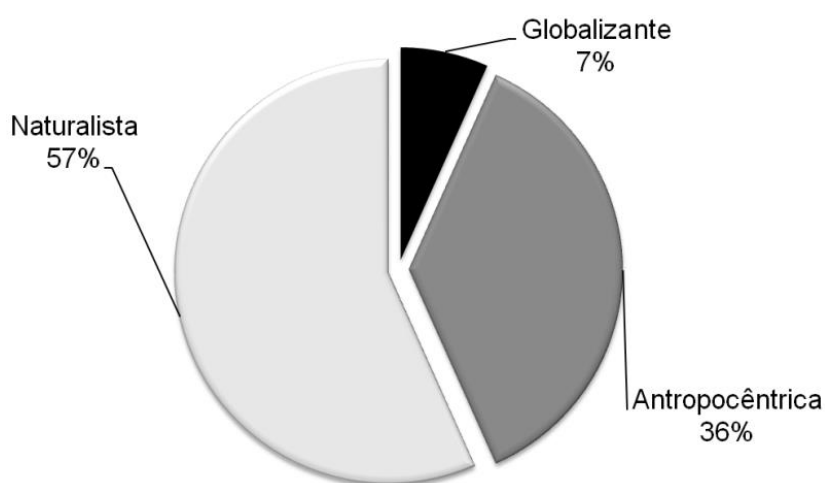


Figura 3: Porcentagem das concepções de meio ambiente dos alunos no pré-teste. Fonte: Os autores, 2018.

A concepção naturalista é bastante influenciada e vinculada pelas mídias. Dessa forma, o aluno compreende o meio ambiente sempre com equilíbrio e beleza,



demonstrando laços poéticos e afetivos (TAMAIIO, 2000). Por isso, os alunos categorizados nessa concepção percebem o meio ambiente intacto, sem interferências da humanidade (VENTURIERI; SANTANA, 2016).

Na categoria antropocêntrica (37%) há uma compreensão que centraliza ser humano em suas relações com o meio ambiente, criando uma visão unidirecional entre os seres humanos e a natureza. Tamaio (2000) argumenta que isso é reflexo da sociedade capitalista ao colocar a humanidade como controlador da natureza e interpretá-la como fonte de recursos naturais para satisfazer as suas necessidades diárias. Logo, os alunos realizam uma leitura do meio ambiente como algo simplesmente utilitário para o ser humano sobreviver.

Verifica-se, na globalizante (7%) que há alunos com capacidade de estabelecer as relações entre a humanidade e meio ambiente com base nos aspectos sociais e econômicos. Venturieri e Santana (2016) consideram que nesse entendimento os estudantes já percebem que as pessoas são agentes transformadores do meio ambiente. Assim, trata-se de uma visão socioambiental, a qual reintegra o ser humano na natureza, bem como o coloca responsável pela poluição ambiental (TAMAIIO, 2000).

Quanto aos resultados da avaliação inicial dos conhecimentos dos alunos acerca da poluição ambiental, observou-se que os estudantes não possuem muitas compreensões científicas coerentes sobre as fontes, consequências e soluções para as questões ambientais. As análises das categorias das respostas do pré-teste estão apresentadas na Figura 4.

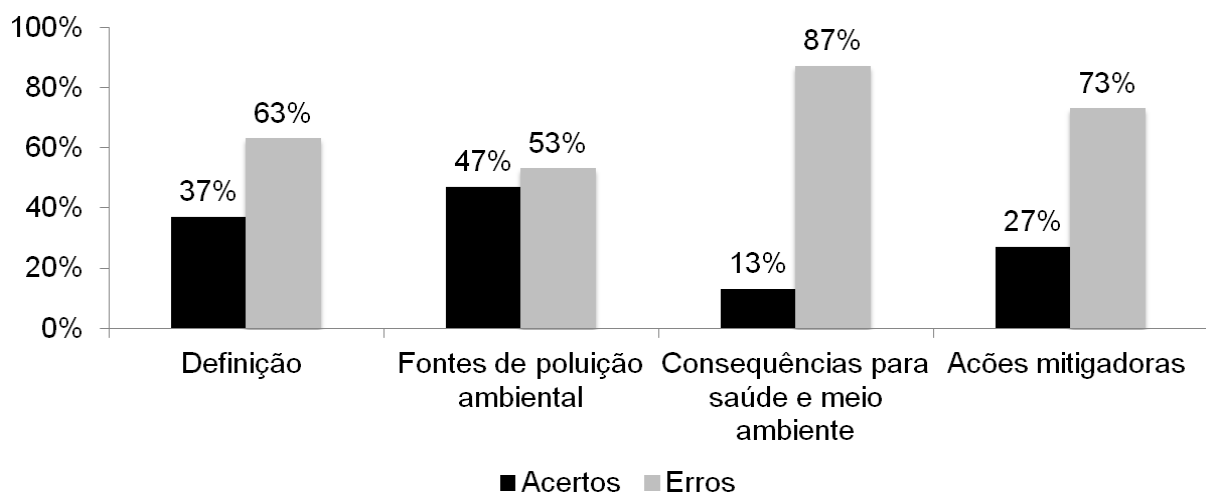


Figura 4: Percentual de respostas erradas e corretas dos alunos no pré-teste.  
 Fonte: Os autores, 2018.

Contudo, é válido ressaltar que as respostas corretas são frutos do senso comum articulados com conhecimentos científicos, sendo obtidos a partir de suas vivências e contatos anteriores de forma diretos e/ou indireta com os conteúdos conceituais do tema. Nesse caminho, os meios de comunicação e redes sociais também exploram e constroem sentidos e significados dos conceitos de meio ambiente e são amplamente responsáveis pela difusão de informações sobre as questões ambientais (BARRETO; CUNHA, 2016; PASSERI; ROCHA, 2017).

Para exemplificar, Reses (2010) analisou discursos sobre as questões ambientais presentes no imaginário de alunos do ensino fundamental, com enfoque educacional em CTS. O autor conclui que os conhecimentos apresentados pelos estudantes são resultados diretos das influências que a mídia exerce na escola, por ser também um local de circulação e divulgação científica.

Quanto à exemplificação de poluição ambiental, a maioria dos alunos possui ideias prévias coerentes com os conteúdos conceituais ao demonstrarem como potenciais fontes de poluição o esgoto não tratado, o lixo e as emissões de gases emitidas pelos carros e fábricas. Sendo os tipos mais indicados pelos alunos a poluição da água, ar e sonora. Essas compreensões prévias de impactos ambientais negativos por parte dos alunos, também são achadas nos estudos de Silva e Zimmermann (2014), Barreto e Cunha (2016), Silva et al. (2016).

Fica evidenciado, conforme o índice de 13% de acerto, que há uma diferença profunda entre as concepções corretas e erradas dos alunos sobre as consequências da poluição ambiental para a saúde pública e meio ambiente. De modo geral, os alunos não compreendem as correlações entre a transmissão de doenças vinculadas com as fontes de poluição ambiental, bem como os seus prejuízos aos diferentes ecossistemas na natureza.

Em outros trabalhos, Silva e Zimmermann (2014), Barreto e Cunha (2016) e Silva et al. (2016), ao analisarem as concepções prévias sobre poluição ambiental e suas consequências em alunos do ensino fundamental, também verificaram respostas incoerentes e com pouca fundamentação científica. Adicionalmente, os alunos costumam apontar que a poluição ambiental não possui relações com o desenvolvimento e urbanização das cidades (SILVA et al., 2016). Isso para Cachapuz,

Praia e Jorge (2004), é resultado de um ensino com uma visão positivista da ciência e tecnologia.

Com relação ao conhecimento sobre ações mitigadoras para as questões ambientais, ocorre uma ausência de compreensões coerentes de 73% dos alunos sobre os porquês e como resolver os problemas ambientais. A partir desses dados, é possível dizer que os estudantes apresentam uma visão do conhecimento científico desligado de sua realidade e percebem a ciência somente como uma verbosidade de conclusões sem estabelecer suas relações com tecnologia, sociedade e meio ambiente (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

### *Organização dos conhecimentos*

A SD executada contou, inicialmente, com leituras dialogadas e debates do texto técnico-científico sobre a história e atuais condições ambientais do Parque Municipal Lagoa do Sambico da cidade de Timon, levantando problemas socioambientais locais. Durante essa atividade, os alunos opinavam sobre os pontos negativos da poluição no meio ambiente, expondo suas dúvidas sobre o texto. Com base no que foi discutido, ocorreram as primeiras conexões entre a teoria e prática.

Através dessa incorporação é possível que o aluno entenda e transforme sua realidade, os instrumentalizando como sujeitos de sua aprendizagem, bem como transforma os conteúdos conceituais abstratos em reais e passíveis de uso para resolver problemas de interesse social (SANTOS, 2007).

Ao final da leitura e discussão do texto, foi realizada com os alunos a contextualização da realidade do espaço regional para as aulas, partindo para o levantamento de palavras-chave do texto, tais como poluição ambiental, desmatamento, eutrofização, tratamento de esgoto, assoreamento, resíduos sólidos, perdas na biodiversidade, reciclagem e educação ambiental.

Com base nessas palavras-chave, ocorreu a socialização dos conteúdos conceituais durante as aulas expositivas e dialogadas. Para Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012) esse é uma etapa conceitual cuja finalidade é abordar o conhecimento científico à tona de problemas presentes nas vivências dos alunos. Em vista disso, é

importante que os estudantes sejam desafiados a expor seus entendimentos acerca das situações vinculadas ao tema.

Depois da finalização conceitual dos conteúdos de poluição ambiental, os alunos partiram para a pesquisa de campo. Segundo Reigada e Reis (2004), a pesquisa qualitativa na ação educativa em EA condiciona aos alunos estabelecer uma relação entre o conhecimento popular com o científico, garantindo o papel social da ciência. Isso é evidenciado pelos resultados apresentados pelos estudantes, pois é possível verificar o cumprimento do objetivo de identificar e compreender as potenciais fontes de poluição da cidade de Timon, suas consequências para a saúde pública e meio ambiente, bem como o papel da ciência para resolver os problemas ambientais, conforme mostra uma das fichas de observação (Figura 5).

MEIO	FONTE DA POLUIÇÃO	ENDEREÇO	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES MITIGADORAS
<input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Ar	Resíduos sólidos. Resíduos químicos. Lixo	Riocho Bonca- dor, fazenda 27	Contaminação da água. Causas de doenças, e etc.	Preservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade e etc.
<input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Ar	Lixo, lamas, água paradas e etc	Grusina - PI Timon - MA Rio Parnaíba	doenças de veicula- ção hídricas.	mas infraestrutura de esgotamento sanitário.
<input type="checkbox"/> Água <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Ar	Lixo e resíduos.	na BR-316	doenças e altera- ções climáticas e etc.	Ativo sanitário adequado.
<input type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Ar	Resíduos sólidos. Resíduos industriais. Restos de cremes.	na BR-316	degradação da quali- dade do ar. Danos na saúde huma- na. Aquecimento global/alti- nações climáticas e etc.	implantar refloresta- mento. O controle das emissões de gases. reduzir a ocorrência de poluição sonora, e etc.

Figura 5: Exemplo de ficha de observação da pesquisa de campo apresenta pelos alunos.

Fonte: Os autores, 2018.

Através das fichas se tornou evidente que a maioria dos alunos realizou a pesquisa de campo na zona urbana, em especial nos bairros periféricos que residem, havendo, portanto, um reconhecimento de seu ambiente. No entanto, também foram identificadas e caracterizadas fontes de poluição em comunidades rurais do município de Timon. Kondrat e Maciel (2013) argumentam que a visitação desses locais pelos

estudantes enfoca os locais públicos como espaços não formais para uma aprendizagem socioambiental dos alunos.

As pesquisas dos alunos citam a poluição do ar, solo e água causada, principalmente, pelo esgoto não tratado da cidade, a disposição inadequada dos resíduos sólidos e queimadas. A percepção e interpretação do próprio ambiente local por parte dos estudantes contribui para o desenvolvimento de uma leitura crítica da realidade. Isso permite que os alunos construam saberes úteis e funcionais para as situações cotidianas (LIMA; JUNIOR LORENCINI, 2013; PASSERI; ROCHA, 2017). Por isso, há a necessidade que a prática docente desenvolva nos alunos uma postura crítica diante da realidade e das informações vinculadas nos meios de comunicação (BRASIL, 1997).

Os dados dos alunos demonstram as insuficiências de saneamento ambiental na cidade, bem como da falta de maiores investimentos públicos nesse setor. Dessa forma, corroboram com os estudos de Neri (2015), que observa as consequências da ausência de um sistema de esgotamento sanitário na cidade e as irregularidades na coleta seletiva do lixo, principalmente nas regiões de vulnerabilidade socioeconômica.

Por essa questão, os alunos discutiram que estão expostos a um ambiente que apresenta riscos à saúde pública e natureza, uma vez que direta ou indiretamente sofrem com as consequências da poluição ambiental presente em seus bairros. Dentre as pesquisas dos estudantes, a proliferação de vetores que causam doenças, tais como o *Aedes Aegypti*, contaminação do rio e riachos da cidade, mortes de animais e aquecimento global são as consequências ao meio ambiente e saúde pública com maiores menções.

A constatação dessa realidade por parte dos alunos provocou o entendimento das contribuições do conhecimento científico e tecnológico para resolver o problema ambiental, a importância da EA na vida das pessoas e, sobretudo, a dimensão política, social e econômica nos conceitos que cercam o meio ambiente e poluição ambiental.

De fato, isso é percebido nos dados da pesquisa de campo e nas exposições orais dos estudantes, que argumentaram que o tratamento do esgoto, educação e conscientização ambiental, prevenção contra queimadas, coleta e disposição final adequada dos resíduos sólidos no aterro sanitário e filtros nas chaminés das indústrias

são medidas preventivas e corretivas da poluição ambiental, especialmente quando envolve participação social e política da população.

Assim, isso implica dizer que os alunos demonstraram capacidade para reconhecer, interpretar e propor possíveis soluções para proteção da vida no planeta e melhorias na qualidade de vida, como propõe Brasil (1997). Verifica-se então, que a SD promoveu uma EA ao estabelecer relações próximas com a realidade e proporcionar o máximo de informações com uma visão ampliada sobre as questões ambientais para encontrar a solução (REIGADA, REIS, 2004).

Em síntese, os conhecimentos com a realidade local formaram as bases gerais para uma compreensão em meio ambiente com seus fatores físicos e sociais nos espaços urbanos e rurais, os de degradação, proteção, conservação e restauração ambiental e desenvolvimento sustentável. O professor, nesse sentido, possibilita a aplicação de conhecimentos na realidade local, oportuniza os alunos como sujeitos sociais e provoca o desenvolvimento para um pensamento ecológico (BRASIL, 1997).

É interessante notar que, durante as apresentações dos seminários seguido das discussões ficou claro que os alunos estudaram e compreenderam os conceitos abordados na pesquisa de campo, uma vez que se constataram argumentações por parte dos estudantes referentes aos conhecimentos científicos sobre poluição ambiental e como resolvê-la.

As explicações dadas pelos estudantes também manifestaram melhorias na compreensão e argumentações relacionadas aos conteúdos conceituais com problemas de seu cotidiano. Isso significa que, os estudantes passam a se reconhecer como corresponsáveis pelo ambiente, provocando discussões sobre a necessidade de mudanças nas atitudes e valores.

Nessa óptica, as discussões de temáticas CTS e sociocientíficas potencializam o aumento de interações dialógicas e o envolvimento dos alunos na sala de aula, explorando assuntos relacionados às vivências dos estudantes que podem envolver discussões de questões políticos, valores e atitudes (SANTOS; MORTIMER, 2009; CARLETTO; PINHEIRO, 2010).

Nas interações discursivas ao final das apresentações, foi observado evoluções na capacidade de analisar e compreender o meio ambiente e poluição ambiental correlacionados com suas dimensões políticas, sociais e éticas. Verifica-se, que as

relações CTS na SD estabelecem nos alunos formas de argumentar questões ambientais e uma compreensão do papel da ciência e sua repercussão no meio ambiental e social (CARLETTO; PINHEIRO, 2010).

### *Aplicação dos conhecimentos adquiridos*

Após a finalização das atividades da SD, ocorreu a avaliação dos conhecimentos obtidos pelos alunos por meio da aplicação do pós-teste. Os resultados para o questionamento da primeira questão (o que você entende por meio ambiente?) demonstram que a SD, de modo geral, foi eficaz para (re) construir as concepções dos alunos sobre o meio ambiente (Figura 7).

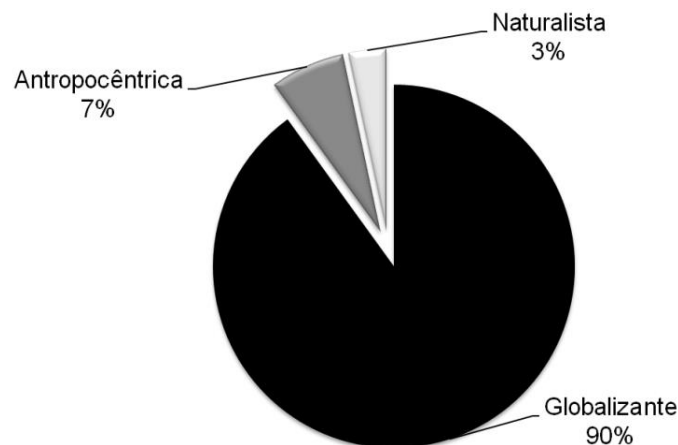


Figura 7: Porcentagem das concepções de meio ambiente dos alunos no pós-teste. Fonte: Os autores, 2018.

A mudança conceitual adota pelos estudantes de 7% para 90% da concepção globalizante em relação ao pré-teste evidencia que a forma como os conteúdos abordados durante atividades provocaram um processo de reconciliação dos conhecimentos nas estruturas cognitivas dos alunos. Nesse caso, houve uma situação de conflito, ou seja, os conhecimentos baseados no senso comum dos estudantes foram contraditórios com os científicos (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

É nesse processo de (re) modificação de conhecimentos, a partir de seus conceitos iniciais, que os alunos entendem os conteúdos conceituais de forma significativa (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). Sendo assim, ao caracterizar a mudança e

significação conceitual dos alunos, Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012) destacam que os estudantes passam a incorporar as situações problematizadas com uma compreensão científica.

Adquirir uma visão em que o ser humano faz parte e modifica o meio ambiente gerando impactos negativos na natureza se torna um indicativo da capacidade dos alunos em compreender questões sociocientíficas e as relações pertinentes em CTS na perspectiva democrática. Desta maneira, é possível inferir a promoção de uma alfabetização científica e uma educação ambiental para a cidadania com a tomada de decisões na prática social (LIMA; JUNIOR LORENCINI, 2013; SILVA et al., 2016; PASSERI; ROCHA, 2017). Contudo, notou-se que ainda há uma permanência da concepção naturalista e antropocêntrica, apesar de seus baixos índices de 3% e 7%.

Em relação à definição de poluição ambiental, suas fontes, consequências e ações mitigadoras, todas as questões apresentaram aumentos percentuais, ficando acima dos 50% (Figura 8). Pontua-se, que no caso das exemplificações das potenciais fontes de poluição o percentual de acertos dos alunos foi de 100%. Esse entendimento é resultado direto das pesquisas de campo realizada pelos estudantes.

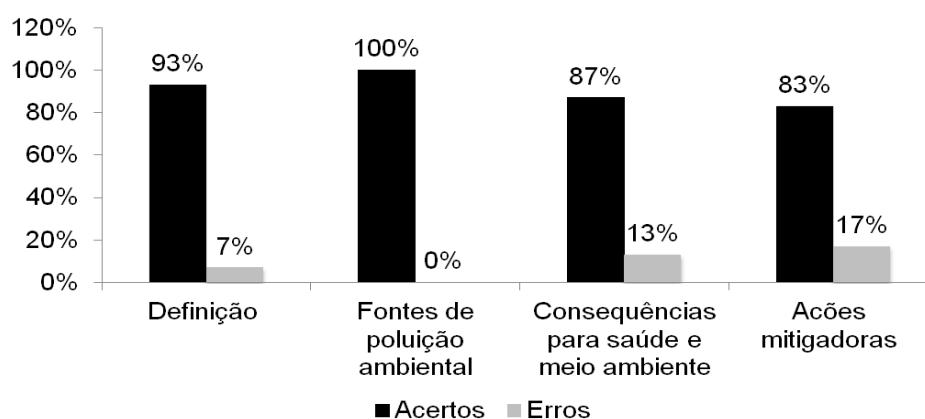


Figura 8: Percentual de respostas erradas e corretas dos alunos no pós-teste, Fonte: Os autores, 2018.

A análise dos resultados, efetivamente, legitima a SD como uma intervenção metodológica capaz de colocar os alunos como agentes responsáveis pela construção de seus conhecimentos, sendo o professor o agente responsável por essa condução. Compreende-se, então, que os estudantes adquiriram os conceitos acerca da poluição ambiental através de um processo social, valorizando o entendimento dos contextos e



situações reais (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004). Isso significa que, os conteúdos conceituais não se limitaram a um conjunto de informações descontextualizadas, mas atuaram como mediadores na aprendizagem e formação dos alunos (CARLETTO; PINHEIRO, 2010).

Percebeu-se que a maioria dos estudantes ampliou as articulações de seus conhecimentos sobre as consequências da poluição (87%) e ações para resolver o problema (83%). Nessa visão, a contextualização a partir de situações problemáticas reais e locais, bem como a busca de conhecimentos para entendê-las e solucioná-las é vista como uma forma de concretizar os processos de construção e negociação dos significados dos conteúdos por parte dos alunos. Assim, insere nas aulas uma abordagem crítica do papel da ciência e tecnologia na sociedade e meio ambiente (SANTOS, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2009; CARLETTO; PINHEIRO, 2010; AZEVEDO et al., 2015).

É correto afirmar, portanto, que os conhecimentos adquiridos com a SD permitiram aos alunos um repensar das atividades antrópicas e individuais frente aos temas acerca do meio ambiente e poluição ambiental, bem como das relações CTS. Desse modo, a compreensão, das informações e conceitos a respeito do meio ambiente pelos alunos propõe e estimula o desenvolvimento de uma cidadania com consciência ecológica, o que consiste na formação para uma educação ambiental crítica (DIAS, 2004; REIGADA; REIS, 2004; SANTOS, 2007; KONDRAT; MACIEL, 2013; FONSECA, 2016).

---

## Considerações finais

Os dados obtidos no estudo fornecem indicadores de que a SD potencializa e possibilita aprendizagens para uma EA crítica. Ao introduzir uma contextualização, principalmente local, os alunos estabeleceram compreensões e reflexões sobre as atividades antrópicas e individuais frente aos temas de meio ambiente e poluição ambiental. Também foi verificada por parte dos estudantes a necessidade de mudanças atitudinais e a importância da dimensão política para resolver as questões ambientais da cidade apresentadas na pesquisa de campo.

A inserção do enfoque CTS no ensino e aprendizagem de poluição ambiental via processo de investigação efetivou ganhos na significação dos conceitos abordados nas aulas expositivas. Estabeleceu-se, desse modo, por meio da SD evoluções na capacidade de analisar e compreender o papel da ciência na sociedade. Desta forma, permitiu realizar as aproximações de questões sociocientíficas com vieses CTS e EA na aprendizagem dos alunos.

Com a prática pedagógica pode-se observar que as atividades da SD contribuíram para percepção ambiental e social local pelos alunos. Isso fez com que os estudantes evoluíssem de uma visão naturalista e descontextualizada socialmente das questões ambientais para uma compreensão mais crítica e participativa do meio ambiente.

Diante disso, fica clara a importância da utilização de estratégias didáticas que trabalhem e envolvam os estudantes em discussões socioambientais. Deste modo, é essencial que exista um incentivo a apropriação por parte dos alunos de princípios ambientais que os direcionem em seus estilos de vida, e os impulsionem a adotar ações e atitudes sustentáveis que contribuirão na formação de suas cidadanias ambientais. Nesse sentido, os resultados da investigação apontam que o ensino e aprendizagem de poluição ambiental, por intermédio das relações CTS permitiu construções dos sentidos sobre meio ambiente e educação ambiental de forma mais técnica-científica. Tudo isso leva a formação dos alunos para a cidadania com responsabilidade social e ambiental.

## Referências

AULER, D.; BAZZO, A. W. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.

AZEVEDO, R. O. M.; et al. O enfoque CTS e a formação de professores de ciências: considerações a partir da abordagem de questões sociocientíficas. In: GONÇALVES, T. V. O.; MACEDO, F. C. S.; SOUZA, F. L. (Orgs.) **Educação em ciências e matemática: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 193-206.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRETO, L. M; CUNHA, J. S. Concepções de meio ambiente e educação ambiental por alunos do ensino fundamental em Cruz das Almas (BA): um estudo de caso. **Revbea**, São Paulo. v. 11, n. 1, p. 315-326, 2016.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 4, jan./jun., 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

- CACHAPUZ, A. PRAIA, J; JORGE, M. Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 3, p. 362-381, 2004.
- CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.
- CARVALHO, A. M. P; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- FONSECA, S. M. A educação ambiental como disciplina. **Revbea**, São Paulo, v. 11, n.1, p. 305-314, 2016.
- GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.
- KONDRAT, H.; MACIEL, M. D. Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 18, n. 55, out./dez., p. 825-846, 2013.
- LIMA, J. M. M.; JUNIOR LORENCINI, A. Estudo do processo de elaboração de uma unidade didática sobre poluição. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. **Anais...** Águas de Lindóia, SP, 2013.
- LÜDKE M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2013.
- NERI, G. V. A. **Diagnóstico da situação do saneamento no perímetro urbano da cidade de Timon-MA**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015.
- PASSERI, M. G.; ROCHA, M. B. Proposta e análise de uma sequência didática para abordar uma educação ambiental sob enfoque CTS. **Ensino, Saúde e Ambiente**. v. 10, n. 2, ago., p.1-15, 2017.
- REIGADA, C.; REIS, M. F. C. T. Educação ambiental para crianças no ambiente urbano: uma proposta de pesquisa-ação. **Ciência & Educação**, v. 10, b. 2, p. 149-159, 2004.
- REIGOTA, M. **Ecologia, elites e intelligentsia na América Latina: um estudo de suas representações sociais**. São Paulo: Annablume, 1999.
- RESES, G. **Educação ambiental crítica: algumas condições de produção no imaginário de estudantes do ensino fundamental**. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 7, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
- SILVA, J. B. **Diversidade de oomicetos e conservação do parque natural municipal Lagoa do Sambico, Timon-Maranhão**. 2016. 120f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.
- SILVA, M. F. F.; et al. Sequência didática sobre efeito dos gases na poluição atmosférica: quais as possibilidades e limitações para discutir relações CTS?. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3, 2016. **Anais...**Natal, 2016.
- SILVA, R. B.; ZIMMERMANN, N. Compreensão dos alunos sobre o tema “poluição atmosférica e suas consequências” a partir do desenvolvimento de uma sequência didática específica. **Revista da SBEnBio**. n. 7, p. 6447-6457, 2014.

TAMAIIO, I. **A mediação do professor na construção do conceito de natureza:** uma experiência de educação ambiental na Serra da Cantareira e Favela do Flamengo - São Paulo. 2000. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

VENTURIERI, B.; SANTANA, A. Concepções sobre meio ambiente de alunos do ensino fundamental em Belém-PA: estudo de caso com a E.E.E.F.M. Prof. Gomes Moreira Junior. **Revbea**, São Paulo. v. 11, n, 1, p. 234-245, 2016.

ZABALA, A. **Prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.