

A educação CTS/CTSA como facilitador do processo de ensino e aprendizagem

CTS/CTSA education as a facilitator of the teaching and learning process

Christiany Pratissoli Fernandes de Jesus

Sandra Mara Santana Rocha

Paulo Sérgio da Silva Porto

Resumo: O ensino de ciências tem sido caracterizado por memorização de teorias, distante da prática vivida pelos alunos. A educação CTS/CTSA propõe o fomento da produção científica articulada ao contexto dos estudantes, o que possibilita o diálogo com questões de ciência e tecnologia. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a evolução de uma intervenção pedagógica, interdisciplinar, no ensino de Ciências Biológicas e Geociências, a partir das questões locais e regionais, sobre aspectos da educação CTS/CTSA. A pesquisa foi realizada com os alunos da 1ª série do Curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Nova Venécia/ES*, Brasil. Essa pesquisa apresenta caráter qualitativo e se classifica como estudo de caso. A sequência didática foi estruturada no modelo dos Três Momentos Pedagógicos, embasado na prática educativa de Paulo Freire. Nos resultados obtidos foram evidenciados que o processo de ensino e aprendizagem foi favorecido, visto que a abordagem interdisciplinar e contextualizada proporcionou uma aprendizagem significativa. Deste modo, além de facilitar a compreensão dos conteúdos científicos, possibilitou aos estudantes maior capacidade de argumentação.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Interdisciplinaridade; Ciência e Tecnologia

Abstract: Science teaching has been characterized by memorizing theories, far from the practice experienced by students. CTS/CTSA education proposes promoting scientific production articulated to the students' context, which enables dialogue with science and technology issues. Thus, the objective of this work was to investigate the evolution of a pedagogical, interdisciplinary intervention in the teaching of Biological Sciences and Geosciences, taking into account local and regional issues about aspects of CTS/CTSA education. The research was carried out with students from the 1st series of the Technical Course in Mining Integrated to High School, from the Federal Institute of Espírito Santo, *Campus Nova Venécia/ES*, Brazil. This research has a qualitative character and is classified as a case study. The didactic sequence was structured in the Three Moments Pedagogical model, based on the educational practice of Paulo Freire. The results showed that the teaching and learning process was favored since the interdisciplinary and contextualized approach provided significant learning. Thus, in addition to facilitating the understanding of scientific content, it enabled students to have a greater capacity for argumentation.

Keywords: Science teaching; Interdisciplinarity; Science and Technology

Introdução

O ensino de ciências, usualmente, tem sido configurado como uma área do conhecimento científico voltada às teorias e memorizações, em que o alunado apresenta dificuldades de aprendizagem. Isso se explica pela ausência



de conexão dos conteúdos trabalhados na escola com a prática cotidiana dos estudantes, o que dificulta a sua compreensão. Neste sentido, a abordagem CTS/CTSA¹ tem um importante papel para a educação contemporânea, visto estar voltada às novas demandas sociais e aproximar os alunos do conhecimento científico. Busca abarcar a sociedade nas discussões sobre ciência e tecnologia, nos seus contextos sociais, ambientais, culturais, econômicos, políticos e éticos. Por essa razão que essa vertente é considerada um dos caminhos para a alfabetização científica, em que possibilita a prática da cidadania e o fortalecimento da capacidade de argumentação dos estudantes (CHASSOT, 2016).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ressaltam que o ensino articulado às interposições da ciência e tecnologia possibilitará ao estudante “[...] compreender e julgar modos de realizar tais intervenções, estabelecendo relações com fatores sociais e econômicos envolvidos”, como também afirmar “[...] relações entre intervenção no ambiente, degradação ambiental e agravos à saúde humana e a avaliação do desenvolvimento sustentado como alternativa ao modelo atual” (BRASIL, 2002, p. 222).

Dessa forma, estudar ciências por meio da educação CTS/CTSA pode potencializar os conteúdos científicos trabalhados na escola, em um posicionamento crítico, no qual ganhará maior significado. Chrispino (2017, p. 17) cita Cutcliffe (2003) e destaca que este enfoque visa “[...] expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social”. Assim,

[...] o movimento CTS tem como objetivo maior apresentar um ensino de ciências voltado à formação científica e tecnológica, oferecida a todos os cidadãos, indistintamente, para que eles sejam capazes de tomar decisões responsáveis, com base na ciência e tecnologia, levando em consideração, no mesmo patamar, a sociedade, o ambiente e as dimensões afetivas, atitudinais, éticas e culturais. (MELLO E GUAZZELLI, 2011, p. 25).

A Lei N° 9.795 (BRASIL, 1999), que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, ressalta como um dos seus princípios básicos a percepção do ambiente em sua totalidade. Essa visão requer um domínio

1 CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade / CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.



amplo a ser desenvolvido pelo aluno, no qual possa mesclar seu conhecimento popular ao de nível científico. Logo, o enfoque CTS/CTSA ganha relevância no campo educacional, visto seu caráter holístico e participativo.

Neste artigo serão narrados alguns fragmentos de um trabalho de pesquisa composto por uma sequência didática interdisciplinar entre as áreas de Ciências Biológicas e Geociências. A intervenção foi realizada no Ifes *Campus* Nova Venécia/ES/Brasil com a turma da 1ª série do Curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio, entre os meses de novembro a dezembro de 2017.

O principal objetivo da pesquisa foi investigar o desenvolvimento da intervenção pedagógica interdisciplinar, que discutiu aspectos socioambientais e da educação CTS/CTSA, articulados ao currículo. Considerou as peculiaridades do contexto local e regional dos estudantes. Outrossim, visou ampliar a prática docente, promover a educação crítica e superar a visão fragmentada do ensino de ciências. A sequência didática interdisciplinar foi estruturada no modelo dos Três Momentos Pedagógicos, baseado na prática educativa de Paulo Freire. O trabalho apresentou como justificativas: a construção de conhecimentos científicos articulados com os saberes espontâneos dos alunos; a contextualização das temáticas e a interdisciplinaridade como diretrizes para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem; a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e suas consequências socioambientais. Assim, a pesquisa intencionou o desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos e não a simples memorização dos conteúdos.

Fundamentação teórica

De acordo com os PCN (BRASIL, 2002), o ensino de ciências deve ser compreendido como uma construção histórica, no qual leve em conta as relações entre os saberes técnico-científicos e a vida em sociedade. É fundamental que as estratégias adotadas na prática docente considerem a vivência dos estudantes com atividades que possam dar um novo sentido aos conteúdos.



Conforme Barbosa e Garcia Júnior (2021), um ensino de ciências que utiliza várias metodologias de aprendizagem, estimula o interesse e a criatividade dos alunos. Logo, torna-se uma ferramenta de reflexão e transformação.

Gil-Pérez, citado por Nascimento, ao analisar a ciência como um produto histórico, salienta que esta não deve ser considerada inflexível, mas sujeita a mudanças e transformações. É interdisciplinar e pode sofrer remodelagens em conformidade com questões temporais e novos conhecimentos. Dentro dessa ótica, “A ciência, portanto, é humana, viva e, assim, uma interpretação do homem, que interpreta o mundo a partir do seu olhar”. (NASCIMENTO, 2004, p. 38).

Chrispino (2017) destacou que a educação CTS/CTSA tem um propósito de alfabetizar os estudantes e propiciar o entendimento da ciência e da tecnologia como componentes sociais. Isto implica uma percepção totalizante do ambiente, em que o desenvolvimento tecnocientífico acarreta efeitos socioambientais e altera a vida em sociedade.

O enfoque CTS/CTSA no ambiente formal de educação possibilita uma nova forma de abordagem do currículo para que o aluno compreenda que a ciência e a tecnologia provocam efeitos socioambientais e devem estar interligadas a uma postura ética, a fim de garantir uma sociedade equânime (SANTOS, 2007).

Cachapuz et al. (2005, p. 30) salientam que as conexões entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, podem “[...] contribuir para devolver à aprendizagem das ciências a vitalidade e relevância do próprio desenvolvimento científico”. Por conseguinte, a educação científica incorpora um significado essencial para os estudantes e sua vida em sociedade. Torna-se fundamental que o sistema de ensino fomente técnicas, metodologias e recursos para oportunizar novas experiências aos alunos.

É preciso, portanto, selecionar conteúdos e escolher metodologias coerentes com nossas intenções educativas. [...] Elas incluem, com certeza, compreender a natureza como uma intrincada rede de relações, um todo dinâmico, do qual o ser humano é parte integrante, com ela interage, dela depende e nela interfere [...] Implica também identificar a condição do ser



humano de agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas. (BRASIL, 2002, p. 225, 226).

Loureiro, Layragues e Castro (2011) destacam a relevância da abordagem CTSA no ensino de ciências. Esta vem como uma proposta à reflexão sobre a postura individual e em sociedade frente aos problemas socioambientais, em que oportuniza aos sujeitos capacidade de argumentação e intervenção com maior competência. À vista disso, Santos et al. (2011) ressaltam que o ensino de ciências com enfoque CTS/CTSA requer renovações didáticas e curriculares que considerem o meio de vida da comunidade, para que possa alcançar a ressonância necessária.

Assim também Chassot (2016) articula o ensino de ciências à alfabetização científica. Ressalta a necessidade da sua sintonia com a vivência dos alunos e o estímulo à curiosidade para ampliar conhecimentos e transformar realidades. O autor chama a atenção sobre questionar continuamente o que é ensinado na escola, com vistas a uma aprendizagem mais significativa.

Nesta perspectiva, a pesquisa fundamentou-se nas concepções epistemológicas de Paulo Freire, no qual foi adotado o modelo dos Três Momentos Pedagógicos. A intervenção considerou a construção do conhecimento por meio de compartilhamentos sociais e pela mediação docente, em que foram articulados os saberes prévios dos estudantes aos conteúdos científicos.

A ideia da abordagem temática proposta por Freire (2016) apresenta-se como uma estratégia que desperta nos alunos o olhar crítico da ciência e os aproxima da realidade. Assim, as atividades contextualizadas podem revelar momentos de forte conexão do ensino escolar com as demandas sociais dos alunos e propiciar a compreensão dos conceitos científicos. Tal fato se reveste de grande importância para o ensino de ciências que, em geral, é caracterizado como complexo e distante do cotidiano dos estudantes.

Metodologia

O presente trabalho articulou as interfaces ambientais, sociais, científicas e tecnológicas, voltado à realidade local dos estudantes. O método de pesquisa utilizado foi uma investigação qualitativa do tipo estudo de caso e teve como aporte teórico Gil (2014) e Yin (2001). É considerado um método de pesquisa abrangente, de caráter empírico, que investiga um fenômeno dentro da realidade, no qual podem ser utilizadas diversas evidências. Desse modo,

[...] o estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real - tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores. (YIN, 2001, p. 21).

Algumas metodologias foram adotadas na intervenção, como observação, registros fotográficos e audiovisuais, roda de conversas, relatos orais, produções textuais, aula de campo e questionários de percepção.

Para aplicação da sequência didática interdisciplinar entre Ciências Biológicas e Geociências foi utilizado o modelo dos Três Momentos Pedagógicos, proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009). Tal método está fundamentado nas concepções de Paulo Freire (2016) que visa a abordagem temática. Esse recurso favoreceu a percepção dos conhecimentos prévios dos estudantes para, posteriormente, serem articulados aos de natureza científica. Além disso, permitiu aos alunos uma compreensão mais significativa quanto ao sentido das temáticas estudadas.

O primeiro momento pedagógico ou **Problematização** pode ser caracterizado como uma etapa para aferir o que os alunos pensam, conhecem ou demandam sobre o tema a ser trabalhado. De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014), este momento é dedicado para que os alunos exponham seus pensamentos referentes às temáticas a serem trabalhadas e despertem seu interesse por novos conhecimentos. Esta fase oportuniza ao professor conhecer as ideias da turma.

Reis, Henz e Strohschoen (2019) salientam a importância dos profissionais de educação estarem receptivos às metodologias flexíveis de



ensino como forma de potencializar o aprendizado. Citam a Problematização como uma estratégia que valoriza o pensamento e a opinião dos alunos, pois baseia-se em situações vividas e estimula a busca por soluções a serem aplicadas em sua realidade.

Na segunda fase ou **Organização do Conhecimento**, o professor realiza a abordagem de conteúdos após o resultado da problematização. Esta pode ser feita com aulas expositivas, aulas práticas, atividades em grupos, visitas técnicas. É fundamental que os saberes expressos pelos alunos no primeiro momento sejam considerados nesta etapa e articulados com os conceitos científicos. Tal fator facilitará a compreensão do conteúdo.

O terceiro momento ou **Aplicação do Conhecimento** é o “[...] momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno [...]” (MUENCHEN E DELIZOICOV, 2014, p. 620) e remeter o conteúdo estudado à prática. Nesse sentido, a alfabetização científica poderá propiciar condições de argumentação, de trabalho e promover a cidadania.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) destacam a formação docente como fator essencial para o desenvolvimento de práticas mobilizadoras junto aos alunos, que superem a fragmentação do ensino de ciências. Portanto, não basta ao professor ter o domínio dos conhecimentos científicos, mas buscar o enfrentamento dos desafios que a ciência lhe propõe, coadunados à realidade local dos estudantes.

Aplicação da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Nova Venécia*, Espírito Santo, Brasil e aplicada entre os meses de novembro e dezembro de 2017. O *Campus Nova Venécia* foi inaugurado em 2008. Representa uma importante instituição de ensino para a região noroeste do estado capixaba. Iniciou suas atividades com os cursos técnicos em Edificações e Mineração. Posteriormente, passou a ofertar também os cursos: Técnico em Meio Ambiente, Licenciatura em Geografia, Bacharelado em Geologia e Engenharia Civil. Atualmente, oferta Cursos de Pós-Graduação em: Gestão Ambiental; Metodologias e Práticas para o Ensino Fundamental;



Gestão Aplicada à Política; Geoprocessamento; Aspectos Técnicos da Mineração de Rochas Ornamentais.

No desenvolvimento da pesquisa foram considerados como sujeitos os 31 (trinta e um) alunos da 1ª série do Curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio, no qual 17 (54,84%) são do sexo feminino e 14 (45,16%) do sexo masculino, bem como os professores das disciplinas de Biologia e Geografia.

Quanto aos riscos da pesquisa, os sujeitos tiveram suas identidades devidamente preservadas, preencheram documentos a partir da Resolução CNS 466/2012 e receberam esclarecimentos quanto às atividades a serem realizadas durante a aula de campo. Foram consideradas as recomendações da Comissão Nacional de Ética (CONEP) / Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEP /CEUNES).

A sequência didática interdisciplinar entre Ciências Biológicas e Geociências foi elaborada de forma colaborativa pela pesquisadora e pelos professores sujeitos da pesquisa, como também, levou em conta as inferências dos estudantes. No decurso da intervenção, os alunos foram colaboradores e protagonistas do processo de ensino e aprendizagem. Zabala (1998) explica que as sequências didáticas são atividades estruturadas e articuladas que potencializam a aprendizagem dos alunos e a sua interação no ambiente escolar. Este recurso se sobressai da rotina das aulas predominantemente teóricas, que oportuniza momentos de investigação e reflexão, espaços de troca de experiências e vivências, como também, proporciona maior compreensão dos conteúdos científicos.

As áreas de Ciências Biológicas e Geociências foram escolhidas para investigação por trabalharem temáticas relacionadas às questões ambientais que podem ser articuladas à abordagem CTS/CTSA. Além disso, o Curso de Mineração está ligado às questões de impactos ambientais. Nesse sentido, intencionou-se uma formação técnica mais consciente, no qual possa despertar nos estudantes o pensamento crítico sobre os agravos ocasionados pela extração de rochas e minérios, bem como, articular a ciência e a tecnologia com métodos de trabalho menos invasivos ao meio ambiente local e regional.

Como critérios para análise dos dados foram utilizados recursos para categorizar e realizar a interpretação dos resultados, baseados em Gil (2002) e Moraes (2003). Para tanto, foram considerados os conhecimentos prévios e posteriores dos alunos à sequência didática, articulados aos pressupostos epistemológicos da educação ambiental e CTS/CTSA.

Desse modo, observou-se a recorrência temática que os alunos revelaram durante a intervenção, em que categorias foram formadas por nível de abordagem: **Abordagem primária** - percepção ecológica; **Abordagem secundária** - percepção socioambiental; **Abordagem elaborada** - percepção científica, próxima ao enfoque CTS/CTSA.

Discussão e resultados

A sequência didática de Ciências Biológicas e Geociências foi estruturada como uma proposta de ensino, que evidenciou a interdisciplinaridade e a contextualização do conhecimento, em consonância aos PCN (BRASIL, 2002) que enfatizam tais diretrizes para uma pedagogia de qualidade.

Diferentes atividades foram organizadas nos momentos pedagógicos para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, destacadas na Figura 1.

Figura 1 – Atividades da sequência didática interdisciplinar.

1. Problematização	2. Organização do conhecimento	3. Aplicação do conhecimento
Ciências Biológicas: roda de conversas (grupo focal); Geociências: reflexão (texto e vídeo), produção de cartazes e apresentação.	Ciências Biológicas: aula expositiva, teste pegada ecológica; Geociências: aula expositiva, jogo de questionário kahoot; Atividade em conjunto: aula de campo na Área de Proteção Ambiental da Pedra do Elefante/Nova Venécia/ES/Brasil.	Ciências Biológicas: construção do Programa Institucional de Sustentabilidade da Turma M18 (escola e residência); Geociências: produção de texto jornalístico; Atividade em conjunto: exposição dos trabalhos elaborados no decurso da intervenção.

Fonte: Elaborado pelos autores



As temáticas trabalhadas na sequência didática estiveram em conformidade ao conteúdo proposto no Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio do Ifes (PPC) – *Campus Nova Venécia* (IFES, 2015), articuladas às contribuições dos estudantes na etapa da Problematização. Assim, em Ciências Biológicas foram abordados os temas: Ecologia - Principais biomas locais e regionais; Sociedade e meio ambiente; Educação ambiental. Em Geociências: Impactos ambientais.

Baseado nas categorias de ensino CTS definidas por Aikenhead (1994), foi utilizada a abordagem CTS com características próximas ao quarto nível – *‘Disciplina científica por meio do conteúdo de CTS’*. Dentro dessa perspectiva,

Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência [sic], mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência [sic] possa ser bem diferente. (AIKENHEAD, 1994 apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 124-125).

A abordagem CTS possibilitou articular o conteúdo científico, proposto na ementa curricular, com os temas discutidos na problematização e favoreceu a compreensão científica dos estudantes. A sequência didática foi planejada de forma colaborativa, com visão interdisciplinar, embora algumas atividades tenham sido aplicadas separadamente. A Figura 1 apresenta os momentos pedagógicos de maneira sequenciada com o propósito de facilitar sua compreensão. No entanto, as etapas foram flexíveis e ajustadas conforme as demandas apresentadas no decurso da intervenção.

Para facilitar a investigação, os dados da sequência didática foram tratados por momento pedagógico e comparados posteriormente. Levaram em conta os níveis de abordagem: *primária, secundária e elaborada*. Esperava-se que, ao final da intervenção, os alunos ampliassem seus conhecimentos científicos, compreendessem melhor as temáticas trabalhadas e aprimorassem sua capacidade argumentativa referente a aspectos socioambientais e da educação CTS/CTSA.



1º Momento Pedagógico:

Nesta etapa foram realizadas atividades de reflexão, discussão e problematização. Foi um momento voltado à percepção dos pensamentos e interesses dos alunos quanto aos temas a serem estudados.

Em Ciências Biológicas foi realizada roda de conversas (técnica Grupo Focal), no qual os estudantes tiveram a oportunidade de expressar suas ideias e anseios diante das discussões. A professora de Biologia registrou as inferências dos alunos para estudos posteriores. Seus relatos orais foram categorizados pela pesquisadora, por nível de abordagem, para possibilitar, no final da investigação, uma análise da evolução conceitual e atitudinal. A partir desta atividade os demais momentos foram estruturados.

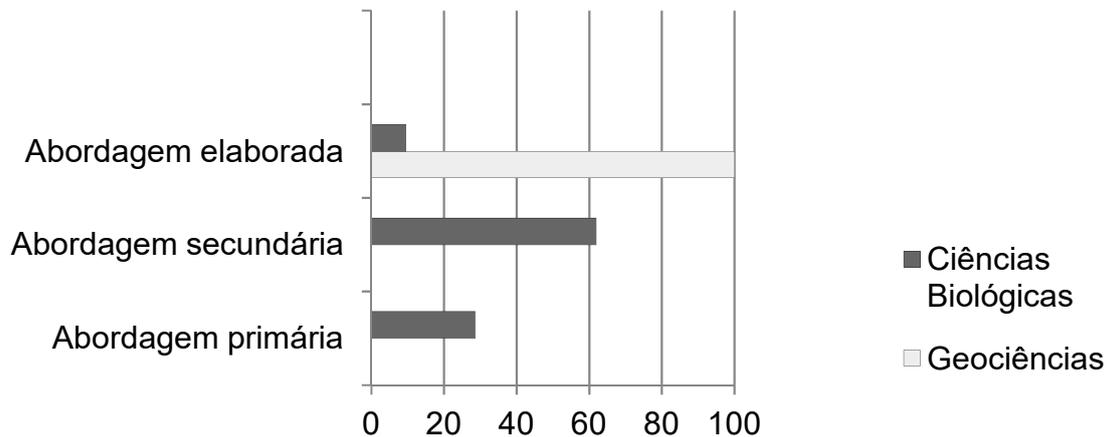
Em Geociências, o professor de Geografia inicialmente realizou três momentos: reflexão sobre impacto ambiental, discussão sobre o curta-metragem 'Ilha das Flores' e o texto 'Eu Etiqueta'. Foi uma oportunidade de análise crítica sobre os agravos socioambientais relacionados às questões de consumo e desenvolvimento econômico. Posteriormente, foi proposto à turma (dividida em grupos) um trabalho com imagens para expressarem suas percepções por meio da produção de cartazes. Rodrigues et al. (2018, p. 161) esclarecem que "[...] a cultura imagética representa um meio interessante de abordar questões biológicas e ambientais [...]". Portanto, a percepção da imagem é pessoal, pode tecer vários significados e representa um processo rico na construção de interpretações e conceitos. "Estes estudos convergem para a evidência da imagem como construto relevante a indicar caminhos promissores para a compreensão mais acurada das concepções e percepções dos estudantes em relação ao ambiente [...]". Nesse contexto, os trabalhos apresentados pelos grupos evidenciaram as percepções dos estudantes relacionadas aos impactos ambientais em articulação à abordagem CTS/CTSA. Também foram categorizados por nível de abordagem e formados elementos para análises posteriores.

Notou-se que em Ciências Biológicas os alunos apresentaram uma percepção mais espontânea e opiniões acríticas quanto à temática discutida. Entretanto, em Geociências, ao final da problematização, os alunos



manifestaram uma percepção mais ampla. Pode-se inferir que os momentos de reflexão contribuíram para que os alunos percebessem seu protagonismo diante das inter-relações ambientais, pelo qual fez uma grande diferença na avaliação dos processos pertinentes ao seu cotidiano (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Níveis de abordagem apresentados na problematização.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2º Momento Pedagógico:

Esta fase foi marcada pela abordagem de conhecimentos científicos articulados à problematização inicial. As aulas expositivas foram exploradas em cada componente curricular. Contudo, o planejamento dos momentos pedagógicos sobrelevou a aplicação de outras atividades que proporcionaram dinâmica e maior interação às aulas.

Em Ciências Biológicas foi aplicado, no laboratório de informática da escola, o ‘teste da pegada ecológica’² do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O propósito desta atividade foi provocar reflexões, investigar aspectos atitudinais dos alunos e sua concepção de sustentabilidade, em que avaliaram seu papel enquanto participantes e agentes das transformações provocadas no meio ambiente. O teste ofereceu uma nota individual conforme

2 Disponível no endereço eletrônico <<http://www.suapegadaecologica.com.br/>>. O teste da pegada ecológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, considera como componente para cálculo da pegada: o consumo de água (direto e indireto), a preservação da biodiversidade, o lançamento de gases de efeito estufa, o consumo de energia e a poluição atmosférica, a produção e a destinação do lixo.

as classificações: pegada bacana, moderada e larga. O resultado do teste pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Resultado do teste da pegada ecológica.

RESULTADO DA PEGADA	PONTUAÇÃO	QUANTIDADE DE ALUNOS
Bacana	50 a 70 pontos	15
Moderada	35 a 49 pontos	15
Larga	Menos de 35 pontos	0

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Scarpa e Soares, 2012.

Observa-se que nenhum aluno ficou classificado na pegada larga. Os estudantes demonstraram aspectos atitudinais coerentes com os princípios de sustentabilidade. Contudo, estes testes podem levar à indução de respostas. Nesse caso, o maior objetivo foi refletir sobre a cultura do consumo em relação à sustentabilidade planetária, os níveis de pegada ecológica mundial e brasileira, além da própria pegada.

Em Geociências foi aplicado o jogo de questionário *'Kahoot'*³, no laboratório de informática da escola. Este aplicativo possibilitou a abordagem de conteúdos por meios tecnológicos. O jogo foi realizado, com os mesmos grupos iniciais da problematização, por meio de conexão à internet. Composta de 16 questões, a atividade demandou uma maior interatividade e compreensão das temáticas por seus participantes. Foi bastante produtiva, no qual as equipes apresentaram 81,25% de acertos das questões, além da valorização do trabalho coletivo.

Posteriormente, de forma cooperativa e conjunta, os professores de ambas as disciplinas realizaram uma aula de campo na Área de Proteção Ambiental da Pedra do Elefante. Esta área apresenta fragmentos de Mata Atlântica e é considerada um ponto referencial para o município de Nova Venécia/ES/Brasil. Dentro desse cenário, vários conteúdos científicos estudados em sala de aula puderam ser relacionados ao contexto observado, em que professores e alunos interagiram e complementaram suas ideias

3 Disponível no endereço eletrônico: <Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!>. Trata-se de um programa para elaboração e aplicação de jogos de questionário. Pode ser utilizado para auxiliar professores nas práticas pedagógicas, articulando educação e tecnologia.

durante o percurso. A interação dos temas científicos ao ambiente local conduziu os alunos a uma compreensão mais significativa.

Observou-se que a mediação docente foi essencial para a construção do conhecimento científico, em que as atividades foram desenvolvidas em articulação às discussões da problematização. Tal prática valorizou o saber popular e conferiu maior significado ao conteúdo trabalhado.

3º Momento Pedagógico:

No terceiro momento pedagógico, os alunos desenvolveram trabalhos voltados para o seu meio local e regional, com vistas a fomentar a produção científica e estimular o pensamento crítico. Um dos objetivos da educação CTS/CTSA é esta relação entre a dimensão científica e tecnológica com aspectos ambientais e sociais.

Os estudantes produziram em Ciências Biológicas o ‘Programa Institucional de Sustentabilidade – PIS-M18’. Apresentaram propostas sustentáveis de viável aplicação, voltadas às suas residências e ao seu ambiente escolar. Foram suscitadas ideias para economia de água e energia elétrica, redução de descartáveis e impressões gráficas, carona solidária, valorização do verde, restrição da utilização de produtos químicos, no qual demonstraram uma visão coadunada aos princípios sustentáveis antes estudados.

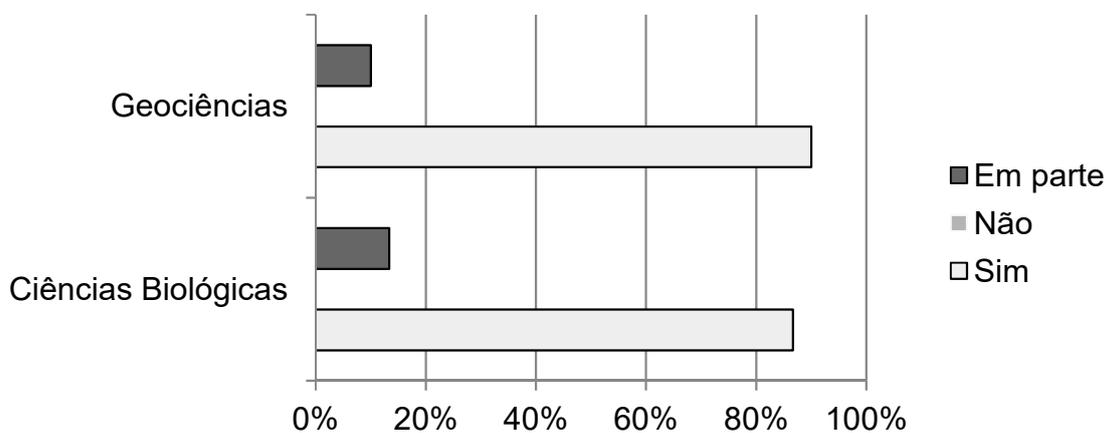
Em Geociências, os grupos formados na problematização produziram textos jornalísticos, dentro do enfoque CTS/CTSA. Relataram temáticas referentes ao cotidiano vivido e apresentaram sugestões para dirimir os impactos observados. Os textos trataram de problemas de ordem local/regional e proporcionaram à atividade um maior significado e o sentimento de pertencimento ao contexto investigado.

Todos os trabalhos produzidos no decurso da pesquisa, tanto em Ciências Biológicas, quanto em Geociências, foram apresentados em uma exposição conjunta, em que estudantes e professores tiveram a oportunidade de compartilhar suas experiências com a comunidade escolar.



Uma vez finalizada a intervenção, foram aplicados questionários de opinião aos alunos e professores, como mais uma forma de avaliação da estratégia. No Gráfico 2, pode-se observar a opinião dos alunos quanto à aprendizagem dentro do enfoque CTS/CTSA, por meio da sequência didática interdisciplinar. Neste caso, 90% declararam que aprenderam melhor em Geociências e 86,67% em Ciências Biológicas. Nenhum estudante manifestou uma percepção negativa referente à estratégia. Assim também, os professores validaram a intervenção e demonstraram abertura a novas propostas num enfoque crítico e participativo.

Gráfico 2 – Percepção dos alunos quanto à aprendizagem por meio da intervenção.

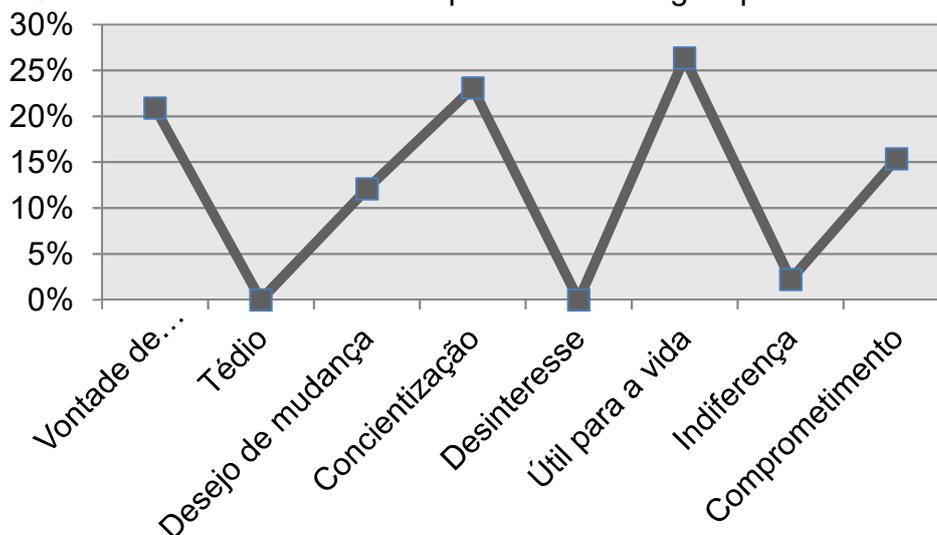


Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos trabalhos realizados no 3º momento pedagógico os alunos demonstraram uma visão crítica mais evoluída, dentro do nível de abordagem elaborada.

Outro aspecto considerado no questionário de opinião dos alunos foram seus sentimentos em relação à intervenção. Algumas opções foram apresentadas aos estudantes, que poderiam marcar quantas quisessem: vontade de aprender mais, tédio, desejo de mudança, conscientização, desinteresse, útil para a vida, indiferença e comprometimento. No Gráfico 3 estão apresentadas as opções escolhidas.

Gráfico 3 – Sentimentos dos alunos quanto à estratégia aplicada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A opção mais escolhida no Gráfico 3 foi 'Útil para a vida'. Tal fato revelou que a estratégia despertou valores e percepções, bem como corroborou os objetivos do trabalho. Nesse desfecho, dentro dos pressupostos da educação CTS/CTSA e da educação ambiental, pode-se observar que os estudantes apresentaram uma evolução conceitual e atitudinal, como também demonstraram um amadurecimento em relação às primeiras abordagens apresentadas.

Os professores também relataram o aumento da capacidade de argumentação dos alunos e a otimização da prática docente, por meio de atividades contextualizadas, numa visão interdisciplinar.

No entanto, apesar da sequência didática ter sido validada, alguns fatores foram elencados para ajustes, como o período de aplicação e o número de aulas disponibilizado. Em relação ao período de aplicação, no caso final de semestre, coincidiu com atividades de outras disciplinas, o que sobrecarregou os alunos, que estavam preocupados com provas e trabalhos finais. Quanto ao número de aulas, este foi insuficiente. Foram utilizadas 27 aulas (mais dois dias de exposição) para aplicação da sequência didática interdisciplinar; o planejado eram 18 aulas inicialmente. Tal situação ocorreu na aplicação do conhecimento (3º momento pedagógico), em que foi necessário utilizar aulas de outros professores e o contraturno para concluir os trabalhos de Ciências Biológicas.

Contudo, pode-se inferir que a estratégia apresentou resultados assertivos e cumpriu os objetivos especificados.

Considerações Finais

A intervenção pedagógica interdisciplinar de Ciências Biológicas e Geociências tratou de questões de ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e outras interfaces. Oportunizou uma concepção globalizante dos agravos socioambientais dentro do contexto dos alunos. Nessa ótica, foram discutidas questões relacionadas ao Curso de Mineração e à abordagem CTS/CTSA, como os impactos ambientais e suas consequências à biodiversidade local, pelo qual visou à formação de indivíduos capacitados à argumentação e à intervenção qualificada.

Por fim, pôde-se observar que a metodologia utilizada melhorou o processo de ensino e aprendizagem, no qual alunos e professores puderam vivenciar experiências em conjunto e ampliar a compreensão dos conteúdos científicos, em que a ciência ganhou um novo significado. Tal fato corrobora a necessidade da alfabetização científica e da formação crítica a ser mediada na escola, bem como a superação da visão fragmentada de ensino. Desse modo, pode-se concluir que a metodologia favoreceu a compreensão científica, numa proposta crítica de educação.

Referências

BARBOSA, Manoel Augusto Polastreli; GARCIA JÚNIOR, Pedro José. Metodologias variadas no ensino de ciências: um estudo com professores do município de Ibitirama – Es. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n. 10, p. 10-20, jun. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União de 28 abr. 1999. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 30 jan. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio** / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial da União, 12 de dezembro de 2012.

CACHAPUZ, António et al (org.). **A necessária renovação no ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 7 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

CHRISPINO, Alvaro. **Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino.** Documentos de Trabalho de Iberciencia, n. 4. Organização dos Estados Ibero-americanos, 2017.

CUTCLIFFE, Stephen. H. **Ideas, Máquinas y valores. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Barcelona: Anthropos; México: UNAM, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNANBUCO, Marta Maria. Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 62. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. 6. reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (IFES). **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio.** Campus Nova Venécia, ES, 2015. Disponível em: <https://novavenecia.ifes.edu.br/images/2018/documento/ppc_matriz_curricular/tecnicos/PROJETO_MINERACAO_INTEGRADO.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Teste da pegada ecológica.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Disponível em: <<http://www.suapegadaecologica.com.br/>>.

KAHOOT. Disponível em: <[Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!](#)>.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronaldo Souza de (orgs.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania.** 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MELLO, Leonides; GUAZZELLI, Iara. A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol 4, núm 1, jan./abr. 2011. Disponível em:



< <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/874/654>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: A compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, nº 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 3, p. 617-638. Bauru, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0617.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

NASCIMENTO, Viviane Briccia do. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

REIS, Erisnaldo Francisco; HENZ, Gabriela Luiza; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. A metodologia da problematização no ensino da biologia – estudo da Leishmaniose. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n. 6, p. 132-152, maio. 2019.

RODRIGUES, Jocelia Costa et al. Questões ambientais na Amazônia: o que suscitam as imagens nos estudantes de uma escola de Boa Vista/RR e os olhares da docência e a gestão da escola. **Amazônia – Revista em Educação em Ciências e Matemática**, v.14 (30) | Jan-Jul 2018, p. 161-174. Disponível em: < <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/4918/4899>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos et al. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “ambientalização” da sala da aula de Ciências. In: SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em Foco**. 1 ed. Editora Unijuí, 2011.

SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SCARPA, Fabiano; SOARES, Ana Paula. **Pegada ecológica: qual é a sua?** 1ª ed. São José dos Campos, SP: INPE, 2012. Disponível em: <<http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Cartilha%20-%20Pegada%20Ecologica%20-%20web.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2018.



YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Sobre os Autores

153

Christiany Pratisoli Fernandes de Jesus

chrispratisoli@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002=0349-1912>

Mestrado em Ensino na Educação Básica (2019) pela Universidade Federal do Espírito Santo (**UFES**), Centro Universitário Norte do Espírito Santo (**Ceunes**), Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica. Assistente em Administração do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus Nova Venécia/ES. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6214153340792319>

Sandra Mara Santana Rocha

sandra.m.rocha@ufes.br

<https://orcid.org/0000-0001-8787-7849>

Doutorado em Engenharia Química (2010). Professora do Departamento de Tecnologia Industrial (DTI), Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo (**UFES**), campus Goiabeiras – Vitória/ES. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9653853675618723>

Paulo Sérgio da Silva Porto

paulo.porto@ufes.br

<https://orcid.org/0000-0002-6486-7813>

Doutorado em Engenharia Química (2005) pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Pós-Doutorado em Engenharia Química (2015) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), em Portugal. Professor do Departamento de Engenharias e Tecnologia (DET), Centro Universitário Norte do Espírito Santo (Ceunes), na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus São Mateus/ES. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7140925853660088>

