UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÈNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÈNCIAS AMBIENTAIS

LUCIANE OLIVEIRA DE AGUIAR VENDRUSCOLO

ESTUDO SOBRE A INTERFACE ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E A MATEMÁTICA COM BASE NOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

CRICIÚMA
2020

LUCIANE OLIVEIRA DE AGUIAR VENDRUSCOLO

ESTUDO SOBRE A INTERFACE ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E A MATEMÁTICA COM BASE NOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Linha de pesquisa: Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento.
Orientadora: Profª. Drª. Viviane Kraieski de Assunção
Coorientador: Prof. Dr. Ademir Damazio

CRICIÚMA
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

V453e Vendruscolo, Luciane Oliveira de Aguiar.
Estudo sobre a interface entre educação ambiental transformadora e a matemática com base nos pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental / Luciane Oliveira de Aguiar Vendruscolo. – 2020.
99 p. ; il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2020.
Orientação: Viviane Kraieski de Assunção.
Coorientador: Ademir Damazio.

1. Educação ambiental. 2. Teoria do ensino desenvolvimental. 3. Matemática – Estudo e ensino. 4. Prática social. I. Título.

CDD. 22. ed. 372.357

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla – CRB 14/1101
Biblioteca Central Prof. Eurico Back – UNESC

PARECER

Os membros da Comissão Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **LUCIANE OLIVEIRA DE AGUIAR VENDRUSCOLO,** sob o título: **"ESTUDO SOBRE A INTERFACE ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E A MATEMÁTICA COM BASE NOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL",** para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, os membros são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação.

Criciúma/SC, 28 de fevereiro de 2020.

Profa. Dra. Fátima Elizabeti Marcomin
Primeiro Examinador

Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes
Segundo Examinador

Profa. Dra. Viviane Kraieski de Assunção
Presidente da Comissão e Orientador

Dedico a todos comprometidos com a Educação e a tem como processo de transformação social.

Ubuntu: “Eu sou, porque nós somos”.

AGRADECIMENTOS

As palavras que teço, agora, não são suficientes para expressar a minha gratidão a um grupo de pessoas que marcaram a árdua construção desta dissertação.

Enfatizo que a ordem que surgem as pessoas elencadas, não sugere o grau de relevância, pois, ao meu critério, isto não é algo passível de quantificação.

Meus agradecimentos:

À Profª. Drª. Viviane Kraieski de Assunção, por ter aceitado orientar o presente trabalho, bem como pelas contribuições.

Ao Prof. Dr. Ademir Damazio, por me prestigiar com sua coorientação na presente pesquisa, não aferindo esforços para fazê-lo. Inspiração de postura, compromisso e dedicação.

Aos integrantes que constituem o Grupo de Pesquisa em Educação Matemática: Uma Abordagem Histórico-Cultural (GPEMAHC). Em especial, aos meus amigos Bruno e Patrick, pela companhia nas muitas ocasiões de produção da escrita, tornando o processo menos exaustivo e também por contribuírem no processo de tratamento das imagens e na formatação do texto.

À Prof.ª. Dra. Ledina Lentz Pereira pelo apoio na minha inserção ao PPGCA.

À Prof.ª. Dra. Teresinha Maria Gonçalves pelas contribuições e reflexões teóricas na banca de qualificação.

À Prof.ª. Ma. Viviane Raupp de Araújo pela gentileza de compartilhar seus livros para o aprofundamento do referencial teórico.

À Prof.ª Dra Fatima Elizabeti Marcomin e ao Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes pelo aceite e contribuições na banca de defesa.

Aos meus sempre presentes e dedicados pais, Rui e Rosemere, que me ensinaram a mais preciosa lição: o respeito ao próximo.

Ao meu amoroso marido André e ao meu precioso filho André Júnior, pela compreensão nos muitos momentos de ausência, pelo apoio emocional e pelo incentivo.

Ao meu irmão Leandro, tio dedicado, que me representou em muitas ocasiões.

Aos meus sobrinhos Keila, Lara, Asafe, Calebe, Vitor, às minhas cunhadas Andressa e Vitória, ao meu cunhado Samuel, à minha sogra Odete e demais familiares e amigos, pelos momentos de leveza que me impediram de sucumbir aos momentos de desesperação.

A CAPES/PROSUC, pelo apoio financeiro que proporcionou o aperfeiçoamento do processo de formação como docente.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

“Portanto, o papel da educação é soberano, tanto para a elaboração de estratégias apropriadas e adequadas para mudar as condições objetivas de reprodução, como para a automudança consciente dos indivíduos chamados a concretizar a criação de uma ordem social metabólica radicalmente diferente. MÉSZÁROS, 2010”.

RESUMO

A presente dissertação apresenta como objetivo geral estudar a interface entre a Educação Ambiental Transformadora (EAT) e a Matemática com pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental (TED), tendo como mediação uma situação cotidiana de análise emergente da prática social. A pesquisa é direcionada pelo seguinte problema: Qual a possibilidade de organização do ensino que estabeleça a interface entre Educação Ambiental Transformadora com a Matemática, tendo por base os pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, com mediação de uma situação emergente da prática social? Por tratar de um objeto em que a preocupação se volta à inter-relação entre duas bases conceituais – Educação Ambiental Transformadora e Educação Matemática com fundamentos na teoria desenvolvimental – a pesquisa se caracteriza como qualitativa com matriz teórica materialista histórica e dialética. Quanto ao seu objetivo, a pesquisa traz o teor de *estudo de caráter propositivo*, uma vez que visa à elaboração de novas ações que perspectivam mudanças, a partir de algo existente. Nesse caso, trata-se da possibilidade de evidenciar uma perspectiva crítica de organização de ensino em que se convergem Educação Ambiental e a Matemática como tem indicado a Proposta Curricular de Santa Catarina fundamentada na Teoria Histórico-Cultural, em uma de suas vertentes a Teoria do Ensino Desenvolvimental. O processo de análise do objeto de estudo centrou-se numa pretensa organização de ensino, na interface entre conceitos matemáticos e educação ambiental. Para isso elencou-se como situação emergente da prática social, a disposição de azulejos em uma parede externa de uma construção civil (painel/mosaico). Pedagogicamente, o referido painel/mosaico apresenta as condições para desvelar articulações de conceitos matemáticos e de meio ambiente mediadoras para o desenvolvimento de uma consciência ambiental transformadora. Em termos conceituais, optou-se pela revelação das relações essenciais do sistema conceitual de equação do segundo grau e de educação ambiental transformadora, desenvolvida no contexto de *seis ações de estudos*, Nelas se explicitam cinco *características de apropriação conceitual* (condições de suas origens e desenvolvimento, caráter geral e abstrato, descoberta da conexão geneticamente inicial, reprodução da conexão geral em modelos, reprodução do modelo em tarefas particulares). De acordo com o caráter do objetivo, a proposição é de que a concordância das bases teóricas, da Educação Ambiental Transformadora (EAT) e da Matemática com pressupostos da Teoria do Ensino desenvolvimental (TED), possibilite o estudo do conceito teórico que promova a leitura crítica de mundo. E, em decorrência, promover a transformação e reflexão, do modo de conceber a relação ser humano e natureza, o que requer a percepção da relevância do posicionamento teórico, aqui adotado, como fator determinante para o desenvolvimento de uma consciência crítica.

Palavras-chave: Educação Ambiental Transformadora. Matemática. Ensino Desenvolvimental. Organização do Ensino. Situação Emergente da Prática Social.

ABSTRACT

The present dissertation presents as a general objective the study of the interface between Transformative Environmental Education (EAT) and Mathematics with assumptions of Developmental Teaching Theory (TED), having as mediation a daily situation of analysis emerging from social practice. The research is directed by the following problem: What is the possibility of teaching organization that establishes the interface between Transformative Environmental Education and Mathematics, based on the assumptions of Developmental Teaching Theory, mediating an emerging situation of social practice? As it deals with an object in which the concern turns to the interrelationship between two conceptual bases - Transformative Environmental Education and Mathematical Education based on developmental theory - the research is characterized as qualitative with a historical materialistic and dialectical theoretical matrix. As for its objective, the research brings the content of study of a propositive character, since it aims at the elaboration of new actions that envisage changes, starting from something existing. In this case, it is about the possibility of showing a critical perspective of teaching organization in which Environmental Education and Mathematics converge, as the Curricular Proposal of Santa Catarina based on Historical-Cultural Theory has indicated, in one of its aspects the Theory of Developmental Teaching. The analysis process of the object of study was centered on an alleged teaching organization, at the interface between mathematical concepts and environmental education. For this, the arrangement of tiles on an external wall of a civil construction (panel / mosaic) emerged as an emerging situation in social practice. Pedagogically, the referred panel / mosaic presents the conditions to reveal articulations of mathematical concepts and mediating environment for the development of a transforming environmental awareness. In conceptual terms, it was decided to reveal the essential relationships of the conceptual system of high school equation and transformative environmental education, developed in the context of six study actions. Five characteristics of conceptual appropriation (conditions of their origins and development) , general and abstract character, discovery of the genetically initial connection, reproduction of the general connection in models, reproduction of the model in particular tasks). According to the character of the objective, the proposition is that the agreement between the theoretical bases, Transformative Environmental Education (EAT) and Mathematics with assumptions of Developmental Teaching Theory (TED), allows the study of the theoretical concept that promotes reading world criticism. And, as a result, promoting transformation and reflection, in the way of conceiving the relationship between human and nature, which requires the perception of the relevance of the theoretical positioning, adopted here, as a determining factor for the development of a critical conscience.

Keywords: Transformative Environmental Education. Mathematics. Developmental Teaching. Organization of Teaching. Emerging Situation of Social Practice.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mosaico decorativo, adotado como situação de análise para a proposição de ensino. 23
Figura 2 - Esquema da estrutura da atividade. 45
Figura 3 - Início e fases do capitalismo.....55
Figura 4 - Painel da Sala dos Reis no Mosteiro de Alcobaça em Portugal 57
Figura 5 - Urna de cerâmica, 400 a 1400 d.C. 57
Figura 6 - Pequena empresa, olaria, localizada na região de Criciúma 58
Figura 7 - Painéis selecionados de prédios da cidade de Criciúma-SC 59
Figura 8 - Primeira etapa da construção do painel/mosaico, matematicamente com a unidade básica A 65
Figura 9 - Segunda etapa da construção do painel/mosaico.....66
Figura 10 - Terceira etapa da construção do painel/mosaico. 66
Figura 11 - Quarta etapa da construção do painel/mosaico. 67
Figura 12 - Quinta etapa da construção do painel/mosaico. 68
Figura 13 - Sexta etapa da construção do painel/mosaico 69
Figura 14 - Modelo da relação essencial do conceito de meio ambiente 71
Figura 15 - Modelo transformado da relação essencial de Educação Ambiental. 75
Figura 16 - O método de resolução hindu. 77
Figura 17 - Método de resolução aditivo. 78
Figura 18 - Recorte C da terceira etapa de construção do painel. 79
Figura 19 - Unidade intermediária 79
Figura 20 - Representação geométrica genérica da unidade intermediária. 80
Figura 21 - Aumento da unidade intermediária pela multiplicação por a 80
Figura 22 - Adoção de quatro unidades intermediárias no processo de formação de um quadrado perfeito 81
Figura 23 - Representação geométrica do quadrado perfeito 81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conflitos entre as concepções emancipatória e conservadora da educação ambiental...32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
EAT	Educação Ambiental Transformadora
GPEMAHC	Grupo de Pesquisa em Educação Matemática: Uma abordagem Histórico-Cultural
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCSC	Proposta Curricular de Santa Catarina
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPGCA	Programa de Pós-Graduação e Ciências Ambientais
SC	Estado de Santa Cantarina
TED	Teoria do Ensino Desenvolvimental
THC	Teoria Histórico Cultural
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
ZDP	Zona de desenvolvimento proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **14**
1 PERTINÊNCIA DO TEMA, PROBLEMÁTICA E MÉTODO **15**
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA E DELINEAMENTO DO PROBLEMA 15
1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 19
2 A RAIZ MATERIALISTA HISTÓRICA E DIALÉTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL **25**
2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA 25
2.2 TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL 38
3 SITUAÇÃO EMERGENTE DA PRÁTICA SOCIAL COMO MEDIAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA **51**
3.1 OS PAINÉIS: EAT COMO CONTEXTO DE ANÁLISE 52
3.2 O PAINEL COMO SITUAÇÃO EMERGENTE DA PRÁTICA SOCIAL E SUA BASE PEDAGÓGICA 61
CONSIDERAÇÕES FINAIS **87**
REFERÊNCIAS **93**

APRESENTAÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais editados entre 1997/1998 e a atualização da Proposta Curricular de Santa Catarina (1998) reiteram à Educação Ambiental, no currículo escolar, um caráter interdisciplinar, pois é indicada nos referidos documentos como sendo, respectivamente, tema transversal e multidisciplinar. Contudo, ela não é tratada na intensidade como previsto nessas orientações oficiais na atualidade. E, quando ocorre, o enfoque tem mais conotação ecológica com base em perspectiva teórica do que Davídov (1988) denomina de ensino tradicional do que nas tendências críticas. Por isso, a presente dissertação apresenta como centralidade o estudo da interface entre a Educação Ambiental Transformadora (EAT) e a Matemática com pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental (TED). Parte-se da hipótese de que a concordância de suas bases teóricas possibilite o estudo de conceitos matemáticos num contexto de educação ambiental que promova a leitura crítica de mundo. E, em decorrência, promover a transformação e reflexão, do modo de conceber a relação ser humano e natureza, o que requer a percepção da relevância do posicionamento teórico, aqui adotado, como fator determinante para o desenvolvimento de uma consciência crítica.

A investigação desse objeto de estudo e suas hipóteses se explicitam, no presente texto, em três capítulos. No primeiro, é exposta a pertinência do tema e do contexto gerador do problema e objetivos da pesquisa. Também, na segunda seção, ocorre a indicação das bases do método e seus procedimentos. O segundo capítulo aborda os fundamentos, de matriz materialista histórica e dialética, das teorias de EAT e da TED, referenciais da pesquisa. O terceiro capítulo trata da análise do objeto, tendo como ponto de partida uma situação emergente da prática social – painel decorativo de uma construção civil – para desencadear a reflexão referente à possibilidade de organização de ensino que articule EAT e conceitos matemáticos em níveis teóricos. A preocupação foi desenvolver a ideia de que, na atividade laboral de dispor azulejos, há pensamento de teor matemático e reflexos dos meios de produção vigentes (capitalismo). Por fim, são apresentadas as considerações que encerram o processo analítico, com uma síntese que expressa as preocupações do estudo, seus esforços e fragilidades.

Vale, aqui, alguns esclarecimentos:

1) As citações colocadas no texto, de obras em língua espanhola, foram traduzidas por nós, o que assumimos a responsabilidade por algumas imprecisões.
2) Conservamos a grafia da obra de mesmos autores, mas escrita de forma diferente, como Vigotski, Vigotsky; como também Davidov, Davídov, Davýdov e Davydov.

1 PERTINÊNCIA DO TEMA, PROBLEMÁTICA E MÉTODO

No presente capítulo, a centralidade é a contextualização da pesquisa no âmbito da constituição do seu objeto, bem como das indicações dos procedimentos adotados para o desenvolvimento do estudo. Para tanto, como o seu próprio título anuncia, está dividido em duas seções: 2.1 Justificativa da pesquisa e delineamento do problema; 2.2 Procedimentos Metodológicos.

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA E DELINEAMENTO DO PROBLEMA

Esta seção é dedicada à apresentação, de modo contextualizado, à temática de estudo que se desdobra para seu objeto, traduzido em uma questão de pesquisa.

A escolha do tema de investigação, a interface entre Educação Ambiental e Matemática, foi se constituindo a partir de preocupações com o encadeamento entre a Matemática e o meio ambiente. Surgiu da necessidade de compreender, no âmbito pedagógico, a especificidade dessa relação no que diz respeito à possibilidade de apropriação do conhecimento matemático de forma contextualizada com a perspectiva transformadora de Educação Ambiental. Esse encadeamento não é uma preocupação exclusiva e emergente da presente pesquisa. Trata-se de algo que se oficializou de forma explícita nos PCNs (BRASIL, 1998) – como a ideia de temas transversais – e na Proposta Curricular de Santa Catarina (2014) – como temas multidisciplinares. Documentos estes que expressam um desdobramento da preocupação com a Educação Ambiental, surgida em meados dos anos 70, no Brasil. Eventos relacionados a esta preocupação, como a Conferência de Estocolmo em 1972, inspiraram a criação dos tópicos do capítulo do meio ambiente da Constituição Federal Brasileira de 1988. Antes disso, no ano de 1981, criou-se a Lei nº 6.938/81 que instaurou formalmente uma Política Nacional do Meio Ambiente. Esta passa a ser referência para as demais políticas públicas de meio ambiente, elaboradas posteriormente, pelos entes federativos**:** a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios. Tal preocupação também se apresenta na literatura, no âmbito da Matemática, por exemplo, Ripplinger (2009), Costa (2017) e Rocha (2009). Nesse caso, a evidência maior, nas recentes pesquisas, se manifesta nos estudo dos pesquisadores que adotam uma das Tendências da Educação Matemática, a Modelagem Matemática, para tratar a questão ambiental.

Colocar o processo de apropriação de conhecimento em contexto de inter-relação entre Educação Ambiental e Educação Matemática é requisito emergente, pois está ligada diretamente ao modo que o ser humano, na atualidade, se relaciona com a natureza. Assim, as ações pedagógicas, necessariamente, convergem para um processo de conscientização para um novo olhar a respeito da relação entre o ser humano e a natureza, a fim de que se criem alternativas de preservação ambiental e modos de vida condizentes a essa nova percepção. Um olhar que não isola o ser humano da natureza e seja divergente do paradigma estabelecido pelo modelo econômico capitalista. Este

modelo incentiva o consumo desenfreado e a utilização predatória dos recursos naturais. Isso gera consequências devastadoras em nível planetário, como as mudanças climáticas (aquecimento global), a acidificação dos mares e oceanos, a degradação do solo, a escassez de recursos hídricos potáveis, a perda de biodiversidade, o acúmulo de resíduos tóxicos/nucleares, a redução das florestas (queimadas e cortes), a poluição dos rios, as desertificações, etc. (MARQUES, 2016).

As ações pedagógicas citadas anteriormente se alinham ao que prediz a Lei nº 9.795 e, também, aos apontamentos da Proposta Curricular de Santa Catarina (PC/SC 2014).

A Lei nº 9.795, de 22 de abril 1999, dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) no Brasil. A referida lei se refere às instituições educativas que, dentre os seus objetivos, devem promover a educação ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem. A Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina – PCSC (2014) conclama pela inter-relação entre o ensino de conceitos matemáticos e o tema meio ambiente.

Uma análise retrospectiva da formação da autora do presente texto revela que todas essas indicações não se apresentaram no curso de graduação, Licenciatura em Matemática. Por isso, a decisão de ingressar no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - PPGCA, em busca de um processo educativo que promova a formação humana integral. Por extensão, desenvolvesse a consciência a respeito de a necessária relação ser humano/natureza/ambiente, porém, sem as agressões ainda manifestadas na atualidade. Trata-se, pois, de uma requisição de desenvolvimento humano em todas as suas dimensões – cognitiva, estética, ética, física, social, afetiva (PC/SC 2014). Como tal, requer a compreensão da relação de unicidade orgânica do ser humano com a natureza. Em outras palavras, nessa relação há o equilíbrio entre o movimento de retirar o necessário para a subsistência humana e o movimento de regeneração da natureza. Segundo Marx (2015), a dicotomização do ser humano da natureza não é algo natural e sim histórico e despontou com maior acirramento no surgimento do modo de produção capitalista. Para esse sistema, a natureza é só mais um integrante dos meios de produção, a fim de gerar lucro. Por isso, a necessidade de transformação do modo de nos relacionamos com o meio ambiente. Nesse sentido, a PC/SC (2014) afirma que, quanto mais integral a formação do sujeito, maiores as possibilidades de criação e transformação da sociedade.

No processo de leitura deste documento e de sua proposição de formação integral, surgiram dúvidas relacionadas ao modo de organizar o ensino de conceitos matemáticos, vinculado aos conceitos referentes ao meio ambiente. Dito de outro modo, o desafio é de inter-relacionar o tema meio ambiente com os conceitos programáticos de matemática e propiciar a aprendizagem do aluno e não a mera memorização, reprodução e o reducionismo ao caráter instrumental.

D'Ambrósio (1996), aponta que a incorporação da questão ambiental pela Educação Matemática é de suma importância e se mostra promissora. Segundo o autor, há algumas pesquisas e

propostas que visam essa incorporação, mas a sua aceitação plena ainda se constitui obstáculo, por razões históricas referentes à organização cartesiana do currículo. Este é estruturado previamente – seguindo orientações de órgãos administrativos – à prática educativa. Pelo exposto por D'Ambrósio (1996), há um vazio e um caminho a ser construído para a concretização da referida incorporação: a passagem de um currículo cartesiano a um currículo que considere o momento e as condições socioculturais.

Vale salientar que existem trabalhos científicos que relacionam o conhecimento matemático à temática do meio ambiente e educação ambiental. Eles explicitam, comumente, o aspecto quantitativo e enfatiza a utilização de gráficos, resolução de problemas ou de criação de um modelo matemático que descreva um fenômeno. Portanto, sem trazer à discussão as causas dos problemas ambientais. Para exemplificar podemos citar a questão de resíduos sólidos, em que os estudos se atêm a quantificar o volume produzido e a parte reciclada, porém sem refletir a lógica do consumismo. Citam-se os autores: Ripplinger (2009); Groenwald e Filippsen (2003); Costa (2017) e Rocha (2009). Essas pesquisas, em sua maioria, seguem os padrões de teor idealista ou mecanicista da concepção platônica[1] em relação à Matemática e de seu ensino. Por consequência, são insuficientes para o desenvolvimento de uma *consciência ambiental ampla* (LOUREIRO, 2003), por parte dos alunos. E nos trabalhos citados por Madeira (2016), que analisou vinte pesquisas que relacionam Educação Ambiental e Educação Matemática, apenas três se autodenominaram críticas ou transformadoras no âmbito da Educação Matemática. Esta constatação ocorreu por levantamento em repositórios de teses, dissertações e artigos de instituições de ensino superior do Brasil, usando como palavras-chave: Matemática e meio ambiente e Educação Matemática e Educação Ambiental. Um dos pontos em comum nessas pesquisas, que adotam como base de análise os pareceres dos estudantes, é a dicotomização, por parte deles, entre os conceitos matemáticos e o estudo do meio ambiente. Em outras palavras, o aluno não consegue perceber que está aprendendo matemática ao se ter como referência a questão ambiental. Este fato evidencia a precariedade da organização do ensino ao relacionar o tema meio ambiente.

Essas constatações subsidiam a adoção, na presente pesquisa, de outra fundamentação teórica que tem se apresentado com o entendimento – diferente das concepções idealistas e mecanicistas – de que a aprendizagem de conceitos científicos gera desenvolvimento humano em nível teórico: a Teoria do Ensino Desenvolvimental (TED) e a Educação Ambiental Transformadora (EAT). Ambas possuem a base filosófica no materialismo histórico e dialético, indicada por Triviños (1987), como a ciência filosófica do estudo das leis sociológicas que caracterizam a vida da sociedade, de sua evolução histórica e da prática social dos homens, no desenvolvimento da humanidade. A TED é um desdobramento da Teoria da Atividade que se volta para a especificidade da atividade de estudo.

[1]A concepção platónica de Matemática caracteriza-se por uma visão estática, a-histórica e dogmática das ideias

A perspectiva teórica, adotada no presente estudo, se mostra promissora por duas razões. Uma delas é a possibilidade de reflexão da realidade e formação de uma consciência social (VIGOTSKI, 2000). A outra, porque no contexto educacional brasileiro, ainda não se teve experiência de implementação efetiva de uma organização de ensino com tal fundamentação (ROSA, 2012).

Na especificidade da TED, seu pressuposto é de que uma boa organização do ensino coloca em destaque a formação do pensamento teórico-científico do estudante (DAVÝDOV, 1982). Além disso, o ensino se constitui como forma privilegiada de se alcançar o desenvolvimento do pensamento, consciência e da personalidade do indivíduo (DAVÍDOV, 1988). Esse desenvolvimento ocorre por meio de mudanças qualitativas em sua atividade mental. Para tanto, requer uma estruturação do ensino constituída por: tarefa de estudo, ação de estudo e tarefas particulares (o detalhamento dessa estrutura ocorrerá na próxima seção e nos demais capítulos).

Nesse âmbito, é que se apresenta a Educação Ambiental Transformadora (EAT), cuja premissa é a de que as mudanças da atividade dos indivíduos trazem implicações abrangentes a todo o contexto humano. Com fundamento no materialismo histórico e dialético, a EAT se diferencia das concepções conservadoras que desvinculam as questões referentes ao social do ambiental, por serem fundamentadas em conceitos idealizados e dualistas entre sociedade e natureza (LOUREIRO, 2003). A EAT se vincula à práxis social, como agente construtivo de um novo modo de vida, com: *a sustentabilidade da vida, a atuação política consciente e a construção de uma ética ecológica como seu cerne* (LOUREIRO, 2004, p. 90).

É nesse âmbito teórico e de temática descrito até o momento – com teor de explicitação de um processo de formação humana – que é definido o **objetivo geral** da pesquisa: estudar a interface entre Educação Ambiental Transformadora com a Matemática, com base nos pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental de organização de ensino, tendo como mediação uma situação cotidiana de análise emergente da prática social.

Em consonância com o objetivo, o **problema de pesquisa** é: Qual a possibilidade de organização do ensino que estabeleça a interface entre Educação Ambiental Transformadora com a Matemática, tendo por base os pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, com mediação de uma situação emergente da prática social?

De modo mais **específico**, adotam-se como objetivos: 1) revelar uma possibilidade de inter-relação entre Educação Ambiental Transformadora e desenvolvimento de conceitos matemáticos com base na teoria do ensino desenvolvimental; 2) estabelecer uma situação da prática social, como mediadora, para apropriação de conceitos matemáticos em interface com as questões ambientais; 3) elaborar ações de uma organização de ensino que explicite a referida interface.

Nesse contexto, a perspectiva do estudo é a compreensão de como uma situação emergente da prática social se constitui como mediadora para que, no processo educativo, ocorra a

análise das possibilidades de inter-relação entre Educação Ambiental Transformadora e Educação Matemática numa perspectiva desenvolvimental. Trata-se, pois, de atender o pressuposto de que um projeto pedagógico amplo visa à formação de sujeitos[2] com capacidade de transformar sua realidade social e, consequentemente, adquirir uma consciência ambiental de caráter crítico. Como diz Loureiro (2003, p. 44), *ampliar a consciência é revolucionar a totalidade que constituímos e pela qual somos constituídos*. Para tanto, a premissa é de que, nas interações diárias dos sujeitos, se apresentam situações que nem sempre são entendidas criticamente por decorrência da fragmentação dos saberes. Sendo assim, conclama por emergência de necessidades de diálogos entre diferentes áreas do conhecimento, de modo que revelem as inter-relações conceituais não evidentes da relação ser humano /natureza/práticas sociais. E, no presente estudo, a delimitação é para a interface do conhecimento matemático com a EAT. Dito com outros termos, no processo educativo há a possibilidade de, a partir da análise de objetivações da atuação humana, estabelecer relações pedagógicas de modo que ocorram apropriações conceituais de teor matemático e ambiental. Por decorrência, ocorrem apreensões de princípios gerais e, por extensão, proporcionar o desenvolvimento integral dos sujeitos.

1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na presente seção, são apresentadas as bases das orientações metodológicas seguidas na pesquisa. Por tratar de um objeto em que a preocupação se volta à inter-relação entre duas bases conceituais – Educação Ambiental Transformadora e Educação Matemática com fundamentos na teoria desenvolvimental – a pesquisa se caracteriza como qualitativa com matriz teórica materialista histórica e dialética. Essa escolha justifica-se pelo fato de o método dialético possibilitar a distinção entre as causas e as consequências dos problemas e, de modo processual, vislumbrar a transformação da realidade. (TRIVIÑOS, 1987, p.125).

O entendimento de Gonçalves (2005, p. 93), a seguir, é outro argumento que justifica a opção por tal posicionamento teórico:

> [...] de tomar o método dialético numa perspectiva materialista, representa a superação da dicotomia subjetividade-objetividade, numa afirmação contraditória, mas de contrários em unidade, do sujeito e do objeto. Ao sujeito racional, individual e natural, presente na concepção de Ciência da modernidade o materialismo histórico e dialético contrapõe o sujeito ativo, social e histórico.

No método histórico e dialético a exposição do objeto de estudo deve conter seu entendimento em sua totalidade. Com isso, é necessário que o sujeito se acerque cada vez mais do

[2] Para Davídov (1988, p.33), sujeito é o ser sensível e pensante, que está sempre em estado de devir, isto é, em busca do que "[...] ainda não existe, mas que é possível e está dado somente como finalidade".

objeto para torná-lo compreensível (CEDRO; NASCIMENTO, 2017). Nesse sentido, Lefebvre (1974, p. 26), afirma:

> Marx, ao estudar uma determinada realidade objetiva, analisa, metodicamente, os aspectos e os elementos contraditórios desta realidade (considerando, portanto, todas as noções antagônicas então em curso, mas cujo teor ninguém ainda sabe discernir). Após ter distinguido os aspectos ou os elementos contraditórios, sem negligenciar as suas ligações, sem esquecer que se trata de uma realidade, Marx reencontra-se na sua unidade, isto é, no conjunto do seu movimento.

Por decorrência, a presente pesquisa também assume as seguintes premissas do método de Vygotsky (1995):

1) a ênfase na análise do processo e não do produto/fenômeno, pois, o objeto de pesquisa não se apresenta com teor empírico, em vez disso, se constituí no processo histórico, o que requer sua perscrutação;

2) em vez da descrição, a explicação de modo que estabeleça, em nível teórico, as relações constitutivas do objeto em suas múltiplas determinações;

3) atenção com o problema da conduta fossilizada, ou seja, processos perduram por extensivo estágio de desenvolvimento histórico que se automatizam pelas repetições, que perdem sua aparência, o que não subsidia a revelação de sua natureza interna e dificulta a análise.

As premissas vygotiskyanas, supracitadas, são anunciadoras de que, no processo de análise, a necessidade premente é a busca das origens e do desenvolvimento histórico do objeto que, no caso da presente pesquisa, é a inter-relação entre Educação Ambiental Transformadora e Educação Matemática de base desenvolvimental, ambas de matriz materialista histórica e dialética.

Quanto ao seu objetivo, a pesquisa traz o teor do que Larrocca, Rosso e Souza (2005) denominam de *estudo de caráter propositivo*, uma vez que visa à elaboração de novas ações que perspectivam mudanças, a partir de algo existente. Nesse caso, trata-se da possibilidade de evidenciar uma perspectiva crítica de organização de ensino em que se convergem Educação Ambiental e a Matemática como tem indicado a Proposta Curricular de Santa Catarina, em suas várias atualizações (SANTA CATARINA, 2014). Sendo essa a referência, então sua fundamentação é a Teoria Histórico-Cultural, em uma de suas vertentes a Teoria do Ensino Desenvolvimental (DAVÝDOV, 1982).

Propor ações novas, com base nos referenciais apontados na presente seção, resulta de uma busca, como ponto de partida, de situar as atuais pesquisas relacionadas à integração da Matemática ao meio–ambiente no contexto escolar. Isso ocorreu por meio da leitura de artigos, dissertações e teses, como mencionado anteriormente, que tratavam sobre o referido tema. A síntese produzida desses estudos é de que, neles, o fator matemático mostra-se na forma de instrumento de quantificação de fenômenos ou situações, como por exemplo, gráficos, modelos matemáticos ou

metrificação de uma superfície. (RIPPLINGER, 2009; GROENWALD, FILIPPSEN, 2003; COSTA, 2017; ROCHA, 2009). Portanto, são incapazes de articular a educação ambiental em tudo a que ela se propõe: uma transformação na maneira de nos relacionarmos com o meio ambiente.

Com o intuito de contrapor este entendimento, opta-se por um modo de organização do ensino tendo como referência um sistema de conceitos matemáticos em concordância ao contexto de uma Educação Ambiental Transformadora. Para tanto, as ações novas – conforme propõe a pesquisa do tipo propositiva (LARROCCA, ROSSO, SOUZA, 2005) – são tomadas do Ensino Desenvolvimental de Davídov (1988), quais sejam:

Primeira ação: transformação dos dados da situação a fim de explicitar a relação geral do sistema conceitual em processo de análise e apropriação;

Segunda ação: modelação da relação geral em forma gráfica e literal;

Terceira ação: transformação do modelo de modo que proporcione o estudo de suas propriedades em forma pura;

Quarta ação: resolução de tarefas particulares que concretizam o modo generalizado de revelar a relação de múltiplo;

Quinta ação: controle que revele evidências do cumprimento das ações até então executadas;

Sexta ação: avaliação da assimilação do modo de ação generalizado, por consequência da solução da tarefa de estudo.

Adotar essas ações para a organização do ensino traz como desafio o enfoque para o nível teórico dos conceitos curriculares, em vez de nível empírico como predominante nos sistemas escolares brasileiros (ROSA, 2012). Segundo Davídov (1988) um conceito se apresenta como teórico quando é revelado pelas relações essenciais com características dos conceitos científicos entendidos como as máximas produções humanas. Por sua vez, os conceitos empíricos são adquiridos na espontaneidade diária com base nas aparências externas do objeto, por meio dos órgãos dos sentidos.

Ao estudar um conceito científico na referida abordagem, o sujeito desenvolve não somente seu teor acadêmico, como também a capacidade de leitura em vários âmbitos, como por exemplo, o contexto social. Nessa perspectiva, a Matemática e a Educação Ambiental Transformadora são entendidas como formas de consciência social.

> A matemática como ciência é uma das formas de consciência social dos homens. Por isso, apesar da conhecida singularidade qualitativa, as leis que regem seu desenvolvimento, no fundamental, são as gerais para todas as formas da consciência social. (RÍBNIKOV, 1987, p.15).

Da mesma forma, Loureiro (2003, p. 44) concebe como:

> [...] uma Educação Ambiental Transformadora não é aquela que visa interpretar, informar e conhecer a realidade, mas busca compreender e teorizar na atividade humana, ampliar a consciência e revolucionar a totalidade que constituímos e pela qual somos constituídos.

Se a Matemática e a Educação Ambiental são práticas sociais que desenvolvem uma determinada consciência, então a escola como espaço de ensino e apropriação de seus conceitos, também pode se constituir em local de formação humana com teor crítico. De acordo com Libâneo (2012), o ambiente escolar tem a tarefa de promover a aprendizagem dos estudantes. Sua função social é o desenvolvimento do pensamento teórico do sujeito. Nas palavras do autor: o papel da escola "é prover aos alunos a apropriação da cultura e da ciência acumuladas historicamente, como condição para o seu desenvolvimento cognitivo, afetivo e moral, e torná-los aptos à reorganização crítica de tal cultura." (LIBÂNEO, 2012, p. 25).

Essa apropriação depende do modo que o ensino é organizado, ou seja, do conjunto de tarefas particulares elaboradas pelo professor e demais partícipes do processo escolar. Numa perspectiva crítica de ensino, o ponto de partida da ação de aprendizagem – proposta aos estudantes – referente à apropriação de um determinado sistema conceitual, não é a sua definição, seguida de exemplos e lista de exercícios. Em vez disso, a referência é uma *situação de análise emergente da prática social* que, conforme Davídov (1988) contemple as seguintes características:

1– não apresente de forma pronta, os conceitos a serem apropriados pelos estudantes, mas possibilite a análise reveladora das condições de suas origens e desenvolvimento;

2– ofereça as condições de apropriação conceitual pelo seu caráter geral e abstrato, em vez de iniciar pela familiarização de seus aspectos particulares e concretos dados empiricamente;

3– permita a descoberta da conexão geneticamente inicial, geral, que estabelece o conteúdo e a estrutura do sistema conceitual, a partir das relações entre grandezas;

4– proporcione a reprodução da conexão geral em modelos nas formas objetal, gráfica e literal, a fim de analisar suas propriedades de "forma pura" e, para a Educação Ambiental, é admitida (no presente estudo) como sendo a relação transformativa mútua ser humano/natureza.

5– dê condições para a reprodução, em diversas tarefas particulares, dos modelos reveladores da conexão essencial do objeto com seus nexos conceituais e propriedades.

O desencadeamento das seis ações de estudo – voltadas ao desenvolvimento analítico da situação emergente da prática social com as características anteriormente destacadas – leva em consideração as seguintes condições objetivas: os materiais que permitem a escolha dos recursos metodológicos, os sujeitos cognoscentes, a complexidade do conceito em estudo e o contexto cultural que emoldura os estudantes. São elas que permitem as interações sócio afetivas no desenvolvimento das ações que colocam em movimento a atividade de estudo (DAVÍDOV, 1988).

A *situação de análise emergente da prática social* – estabelecida como referência para a proposição de ensino, objeto do presente estudo – trata de um *mosaico decorativo de azulejo* (Figura

1) de uma construção civil do município de Criciúma, no Estado de Santa Catarina, Brasil. Esse município e outros da região têm como uma das fontes econômicas a indústria cerâmica, marcadamente de produção de azulejos, pisos, tijolos e telhas. Por decorrência, existem construções (casas e prédios) em que as fachadas externas são decoradas com painéis (mosaicos) confeccionados de azulejos ou pastilhas (azulejos de pequenas dimensões).

Figura 1 - Mosaico decorativo, adotado como situação de análise para a proposição de ensino.

Fonte: Acervo do GPEMAHC

A escolha desse painel/mosaico se justifica por duas razões. Uma delas é pelo seu potencial para atender as cinco características (apontadas anteriormente) de uma perspectiva crítica de ensino, tanto no âmbito conceitual matemático, quanto de educação ambiental. Isto se dá pelo fato de o painel ser um produto do trabalho humano – a natureza transformada e em processo de transformação – que, na atual sociabilidade, manifesta, além da divisão técnica, a social. Tal situação tem credenciais para a organização de ensino, desencadeador do processo de compreensão de que a apropriação conceitual de um objeto ocorre de forma mediatizada, interna, ligado à essência do objeto (pensamento teórico). Diferentemente do modo de organização do ensino tradicional, em que a aprendizagem se efetiva de forma imediata, direta, com base em determinantes e externos, com o desenvolvimento do pensamento empírico (DAVÝDOV, 1982). A outra razão, por se tratar da possibilidade de continuidade de pesquisa desenvolvida por membros do GPEMAHC que se restringiram apenas ao seu potencial de elucidar conceitos matemáticos sem entrar num contexto de organização de ensino. Ou seja, havia uma premência para transformá-la realmente em situação de análise para a proposição de ensino. Afinal, ela apresenta condições para replicar a necessidade humana para a elaboração de um sistema de conceitos (matemáticos e de Educação Ambiental), bem como revelar a sua essência, isto é, o seu teor teórico, portanto, para além do potencial apenas empírico. E, como tal, “para revelar a essência do objeto é necessário reproduzir o processo histórico real de seu desenvolvimento, mas este é possível somente se conhecemos a essência do objeto” (KOPNIN, 1978, p. 184).

Em síntese, no processo de análise do objeto de estudo centrou-se – além da problematização e da explicitação do referencial teórico, apresentados nos primeiros capítulos – numa pretensa organização de ensino, na interface entre conceitos matemáticos e educação ambiental. Na atual pesquisa, optou-se por tratar do conceito de equação do segundo grau, com vistas a dar seguimento às pesquisas já mencionadas, realizadas por membros do GPEMAHC.

A organização de ensino se aterá aos seguintes aspectos: uma *situação de análise* (painel/mosaico) a ser desenvolvida no contexto de *seis ações de estudos*, em que se explicitam cinco *características de apropriação conceitual* (condições de suas origens e desenvolvimento, caráter geral e abstrato, descoberta da conexão geneticamente inicial, reprodução da conexão geral em modelos, reprodução do modelo em diversas tarefas particulares). O terceiro capítulo será destinado ao desenvolvimento da referida organização de ensino.

2 A RAIZ MATERIALISTA HISTÓRICA E DIALÉTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

O presente capítulo trata do posicionamento teórico que fundamenta todo o processo da pesquisa, o materialismo histórico e dialético, sistematizado por Marx (2015). Tem, pois, a pretensão de apresentar os argumentos teóricos que fundamentam a inter-relação da Educação Ambiental Transformadora e a Educação Matemática.

Para tanto, o capítulo foi dividido em duas seções. A primeira trata dos apontamentos que orientam a Educação Ambiental Transformadora. Na segunda seção, a referência é a base do Ensino Desenvolvimental, na perspectiva da Teoria Histórico Cultural (THC).

2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA

Na seção em foco, a preocupação é com as bases e principais definições da Educação Ambiental Transformadora. São elas que, juntamente com os pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, se constituirão em fundamentos para reflexão de uma proposição de ensino articulador entre matemática e questões ambientais.

As mudanças na organização da sociedade, marcada pela degradação do meio ambiente, exigem o envolvimento das diversas áreas do conhecimento e de todos os níveis do universo educativo, para potencializar a busca de uma solução. O papel do sistema educacional é decisivo para o enfrentamento e superação dessa situação. Nesse sentido, vale destacar o chamamento de Davídov (1988) de que o modo de organização do ensino pode desenvolver no estudante um posicionamento crítico em meio às relações sociais ao qual está submetido. Esse posicionamento é o início da reflexão a respeito da relação entre sociedade humana e a natureza.

Ao tratar de Educação Ambiental, na atualidade, se faz necessário qualificá-la. De acordo com Carvalho (2001), a educação ambiental compreende uma miríade complexa constituída por sujeitos ecológicos com visões paradigmáticas de natureza e sociedade, numa rede de interesses e interpretações em permanente conflito e diálogo. Diante das várias vertentes, tanto de cunho ambientalista como das correntes pedagógicas de educação, há propostas que vão ao encontro dos objetivos apontados às diferentes compreensões da relação sociedade e natureza, com posições distintas e, muitas vezes, divergentes.

A preocupação com a questão ambiental no Brasil e no mundo se acentuou por volta da década de 1970, mais precisamente, 1972, na Convenção das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo. Isso ocorre por consequência da destruição do meio ambiente, por meio de práticas agressivas de exploração dos recursos naturais, próprias de uma sociedade ocidental moderna capitalista, que tem a natureza como algo a prover lucro (LIMA; PORTILHO, 2001).

A Conferência de Tbilisi, que ocorreu em 1977, é considerada um marco no movimento em prol da Educação Ambiental. Esse evento de projeção mundial foi resultado de uma parceria entre a UNESCO e o Programa de Meio Ambiente da ONU – PNUMA. Dele, originaram-se pontos norteadores (princípios, objetivos, definições e estratégias), que conduziram os eventos posteriores. Nesta conferência, a Educação Ambiental é vista como meio educativo para obter a compreensão da articulação das dimensões ambiental e social pela problematização da realidade, a fim de encontrar a gênese da crise civilizatória (LOUREIRO, 2004).

Além da convenção e conferência citadas, ocorreram outros eventos significativos aqui listados:

- Taller Subregional de Educación Ambiental para la Educación Secundária, Peru, 1976;
- Seminário Educação Ambiental para a América Latina, Costa Rica, 1979;
- Congresso Internacional de Educação e Formação Ambientais, Moscou, 1987;
- Jornada Internacional de Educação Ambiental, Rio de Janeiro, 1992;
- Conferência Meio Ambiente e Sociedade e Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, Thessaloniki, 1997;

Esses eventos influenciaram no cenário brasileiro quando, na década de 1970 se iniciaram projetos e programas concernentes à Educação Ambiental, que culminaram na criação dos seguintes atos:

- Lei nº 6.938/81 que estabeleceu formalmente uma Política Nacional do Meio Ambiente e se tornou referência para as demais políticas públicas relacionadas ao meio ambiente, elaboradas posteriormente;
- Parecer 226, onde o Conselho Federal de Educação define a Educação Ambiental como interdisciplinar, em 1987;
- Inclusão da Educação Ambiental Constituição Federal Brasileira de 1988;
- Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), com base na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB 9394/96);
- Lei nº 9.795 Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), em 1999.

Os eventos citados, em nível nacional e internacional, apesar de significativos, pecam pelo generalismo nas análises e por não aprofundar as discussões sobre as implicações que o modo de organização e produção capitalista incute na estruturação das políticas públicas pelo Estado. Por exemplo, na década de oitenta, tratar a questão ambiental estava vinculado à resolução de problemas que comprometiam o desenvolvimento do país. Nesse sentido "a Educação Ambiental se inseriu nos setores governamentais e científicos vinculados à conservação dos bens naturais, com forte sentido comportamentalista, tecnicista e voltada para o ensino da ecologia e para a resolução de problemas" (LOUREIRO, 2004, p. 47).

Quanto às ações referentes à educação ambiental, as recomendações desses eventos são vagas e, por vezes, compatíveis com a ética liberal e com a economia de mercado (LOUREIRO, 2004). Em tese, Marques (2016, p. 549) diz que "a ilusão de que o capitalismo pode se tornar ambientalmente "sustentável" é a mais extraviadora do pensamento político, social e econômico contemporâneo".

No mesmo sentido, Harvey (2016, p. 234), assevera:

> Infelizmente, o capital não pode mudar sua maneira de analisar e decompor a natureza em mercadorias e direitos de propriedade privada. Contestar esse fato seria contestar o funcionamento do motor econômico do capitalismo e negar a aplicabilidade da racionalidade econômica do capital à vida social. É por isso que o movimento ecológico, quando vai além de uma política meramente cosmética ou de melhoria, deve ser anticapitalista.

Assim, defende-se uma concepção dialética que não dicotomiza o ser humano e a natureza, em detrimento das concepções tradicionais conservadoras de cunho idealista, que desassociam o social do ambiental. Nesse contexto, a questão ambiental deve ser analisada como produção histórica e, na atualidade, traz componentes ideológicos de uma sociedade de classes que, segundo Franco (1993, p. 12-13), espacialmente, necessita de: "democratização da cultura, do acesso e da permanência na escola e da elevação do nível cultural da população para compreender os avanços científico-tecnológicos de nossa época e as perspectivas de solução abertas por esse mesmo processo". Nesta concepção, os fenômenos físicos, o ambiente e seus constituintes moldam-se e transformam-se mutuamente em um processo contínuo. Portanto, a concepção de ambiente, nessa perspectiva teórica, pauta-se nos aspectos sociais, históricos e políticos. O ambiente é compreendido como concreto pensado, como síntese de múltiplas determinações (LOUREIRO et al., 2009).

Burnham (1993) também contribui para uma reflexão crítica, ao conclamar que o conceito de meio ambiente deve ser ampliado, de modo que agregue "o natural, o histórico-sócio-cultural, o individual". Nessa mesma perspectiva, Leff (2001, p. 224) explicita a seguinte definição: "[...] o ambiente não é, pois o meio que circunda as espécies e as populações biológicas é uma categoria sociológica (e não biológica), relativa a uma racionalidade social, configurada por comportamentos, valores e saberes, como também novo potencial produtivo".

Como o intento dessa pesquisa é contribuir na formação de sujeitos com capacidade de entendimento da possibilidade de transformação da realidade social, opta-se por uma educação ambiental em conformidade com as bases do materialismo histórico e dialético, pertencente a um eixo revolucionário e emancipatório, a Educação Ambiental Transformadora (LOUREIRO, 2003). Vale ressaltar o significado de 'transformar', no tocante à EAT, para evitar interpretações errôneas do seu significado, pois, segundo Loureiro (2006, p. 47),

> Confunde-se intervir para dominar a natureza e/ou atuar para subjugar a natureza, com interagir para transformar o mundo e ser transformado por este. Além disso, coloca-se com

> frequência no cerne da Educação Ambiental a contemplação do natural e não a interação na natureza, algo que engloba a categoria anterior e vai adiante.

Portanto, o sentido de dominação não deve ser visto como sendo sinônimo de transformação. O transformar aqui se refere à inerência humana de interagir com o meio/natureza a fim de garantir sua subsistência. Neste processo de interação, o ser humano transforma a natureza e, concomitantemente, a si mesmo. Sendo algo intrínseco à espécie, esse agir não deve ser classificado como algo pejorativo, pois pode levar à equivocada constatação de que o ser humano tem uma natureza essencialmente destrutiva e de que não existiria solução para a crise ambiental enquanto a humanidade existisse. Tal pensamento denota um desconhecimento da relevância da historicidade humana e das dimensões que a compõe. Somos seres sociais-biológicos e devemos atentar para o caráter histórico dos nossos atos, para não incorrer na culpabilização homogênea e idealmente concebida dos problemas ambientais pela humanidade (LOUREIRO, 2006).

Enfatiza-se que a transformação e a interação com a natureza é imprescindível à sobrevivência humana. O ser humano faz parte da natureza, dela provém a satisfação de suas necessidades básicas que extrapolam as de teor físico.

> A natureza é o corpo inorgânico do homem. O homem vive da natureza, ou também, a natureza é o seu corpo, com o qual tem de manter-se em permanente intercâmbio para não morrer. Afirmar que a vida física e espiritual do homem e a natureza são interdependentes significa apenas que a natureza se inter-relaciona consigo mesma, já que o homem é uma parte da natureza (MARX, 2001, p.116).

Esse processo de interação entre ser humano e natureza, Marx nomeia de trabalho. Por meio desse processo, o ser humano atua sobre a natureza externa, modificando-a e, concomitantemente, modifica a sua própria natureza. “A atividade laboriosa é condição universal do metabolismo entre o ser humano e a natureza, ou seja, uma atividade orientada a uma finalidade para suprir as necessidades humanas” (MARX, 2012, p. 211-212)

Segundo Marx e Engels (2007), o trabalho concreto é primordial para não só garantir possibilidades de manter e desenvolver sua própria existência, mas também para produzir materialmente os bens necessários à sua sobrevivência. Isso só é possível pela transformação da natureza.

Nas palavras de Rosental (1956, p. 10),

> O trabalho, isto é, a ação exercida sobre a natureza com a ajuda dos instrumentos artificiais e com o objetivo de produzir novos meios de subsistência, desempenha importantíssimo papel na vida do homem. Sem o trabalho a sociedade humana não poderia existir.

Como dito anteriormente, ao transformar a natureza o homem transforma-se a si mesmo. Isso ocorre porque, por meio dessa interação, o sujeito se apropria de novos conhecimentos e habilidades.

E, ao estabelecer a base de novas práticas sociais, originam-se novas necessidades que, para supri-las, criam-se novos modos de realizá-las. Para Marx (2012), os elementos componentes do processo de trabalho são a atividade orientada a um fim, os objetos e os meios de trabalho, o que exige um autor consciente. Portanto, o trabalho representa uma atividade vital consciente do homem. Ele está presente independentemente do modo de produção ou do momento histórico a qual pertence. É algo inerente à espécie humana, pois somente o homem pode idealizar na imaginação o resultado do trabalho que se espera atingir.

> Pressupomos o trabalho sob forma exclusivamente humana. Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e a abelha supera mais de um arquiteto ao construir sua colmeia. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade. No fim do processo do trabalho aparece um resultado que já existia antes idealmente na imaginação do trabalhador (MARX, 2012, p. 212)

Nesse contexto, a relação do homem com a natureza é dialética, formando uma unidade relacional. Unidade esta que não suprime as especificidades de cada uma das partes que a compõe.

Para a concepção dialética, a historicidade do conhecimento humano é resultado da relação do homem com a natureza e com outros homens, mediada pelo trabalho. Desta forma, as modificações na atividade humana implicam mudanças em vários âmbitos e, principalmente, no desenvolvimento da consciência. Como diz Davídov (1988, p.33), é impossível, numa perspectiva materialista histórica e dialética, a análise da atividade humana dissociada da consciência. “Por isso, o estudo da atividade deve estar em estreita relação com a investigação dos processos de surgimento e funcionamento da consciência humana”. Esta, segundo Leontiev (1978), se desenvolve em conformidade com as relações de trabalho. Por exemplo, no modo de se relacionar com a natureza do período primitivo, a consciência se desenvolvia com vistas ao bem comum. E, a partir das sociedades de relações sociais escravagista, feudal e capitalista, caracteriza-se pela consciência de classe.

Consequentemente, na atualidade,

> [...], através da intensificação da precarização do trabalho, o capitalismo eleva à máxima potência a exploração do trabalhador e, por extensão, degrada o meio ambiente e, ao mesmo tempo, revela que o sistema ultrapassou os limites de sua lógica de produção destrutiva exercida pelo capital sobre o trabalho. Dessa forma, põe em risco o homem e a natureza, que são as fontes de onde o capital extrai a riqueza, e com isso mostra que seu acúmulo econômico é incompatível com o ser social, com a fruição da liberdade e com a preservação da natureza devido à crise sistêmica social e ambiental que provoca (CORRÊA, 2010, p. 22-23).

Corrêa (2010, p. 34) complementa: “o capital explora o trabalho. O trabalho constitui-se de um metabolismo entre o homem e a natureza. Logo, o capital explora o homem e a natureza”.

De acordo com Foladori (2001), o conceito de metabolismo social presente no marxismo proporciona relevantes perspectivas na análise dos problemas ambientais. Embora esta teoria seja retratada como produtivista e antropocêntrica por alguns autores que tratam da questão ambiental, a mesma se mostra promissora na discussão ambiental. Foladori (2001, p.106), em um dos seus escritos, elege a teoria da renda do solo de Marx, para explicitar as causas “da (in)sustentabilidade urbana e rural, a metamorfose das riquezas naturais em riquezas monetárias, a forma como as relações capitalistas convertem as diferenças naturais em diferenças sociais e as causas da depredação capitalista do solo”.

As sociedades que antecederam o capitalismo eram majoritariamente agrícolas, e havia a união entre o trabalhador e seus meios de prover o necessário à vida, embora de maneira relativa e variável. Porém, o modo de produção capitalista rompe com o metabolismo entre o homem e a natureza ao criar a indústria e, consequentemente, altera as percepções em relação à terra, isolando o sujeito e o alienando à natureza externa (FOLADORI, 2001). O usufruto da natureza, que devia ser de todos, passa às mãos de uma pequena parcela, os proprietários, por meio da propriedade privada. O valor da natureza no capitalismo se resume na possibilidade de transformá-la em uma fonte geradora de lucro – dinheiro.

Os rendimentos provenientes da terra nas sociedades pré-capitalistas eram sujeitos ao próprio trabalho agrícola, no capitalismo eles se sujeitam somente ao lucro. A agricultura no modo de produção capitalista é feita de modo intensivo, o que significa a mecanização da maioria dos processos. Isto acarreta na diminuição da população no campo – êxodo rural – que se deslocam para as cidades em busca de oportunidades de trabalho. Isto resulta em um aumento populacional desordenado, criando condições para o surgimento de moradias em locais sem estrutura, por vezes em áreas de risco. E isto é só uma faceta do rompimento do referido metabolismo social (FOLADORI, 2001).

Segundo Foladori (2001, p.108), a venda da força de trabalho é a responsável pela cisão do metabolismo entre o homem e a natureza:

> O trabalhador assalariado cumpre com todos os requisitos de ruptura do metabolismo com a natureza: está separado da terra como condição natural de produção; está separado dos instrumentos como intermediários de seu corpo em relação à natureza externa; está separado de um “fundo de consumo” prévio ao trabalho – depende de vender sua força de trabalho para comer –; e está separado do próprio processo de produção como atividade transformadora – à diferença, por exemplo, do servo feudal.

A grande diferença entre a produção pré-capitalista e a capitalista consiste que, enquanto uma se limita a prover as necessidades, a outra, em contrapartida, não possui limites para alcançar o

lucro. Essa falta de demarcações, resultante da ruptura entre o ser humano com o meio, é a causa dos problemas ambientais, tendo como exemplo o esgotamento dos recursos naturais, a extinção de espécies, a poluição, entre outros.

Portanto, em vista de restabelecer o metabolismo entre o homem e a natureza, superando as relações alienantes oriundas do capitalismo, opta-se pela Educação Ambiental Transformadora como expressão e condição emancipatória, em oposição à lógica do capital. Para Loureiro (2003, p. 39), esse eixo revolucionário e emancipatório:

> [...] pode ser realmente chamado de Educação Transformadora, em que a dialética forma e conteúdo se realiza plenamente, de tal maneira que as alterações da atividade humana implicam em mudanças radicais, individuais e coletivas, locais e globais, estruturais e conjunturais, econômicas e político-sociais, psicológicas e culturais; em que o sentido de revolucionar se concretiza como sendo a transformação integral do ser e das condições materiais e objetivas de existência.

O termo revolucionário sugere a transformação integral do indivíduo e de suas condições objetivas de existência. Tal concepção de educação ambiental procura superar a percepção de que tem somente a função de conscientização, no sentido de estar ciente, mas de preservação das estruturas sociais. Em vez disso, busca a formação de uma postura que alia reflexão e transformação, com a ampliação do conceito de ambiente para além dos aspectos físico-biológicos. A consciência, aqui, traz o entendimento de Leontiev (1978), isto é, produzidas pelos interesses das relações de trabalho. Ou, ainda, no sentido do que diz Paulo Freire (1983), como o movimento dialógico entre o desvelamento crítico da realidade e a ação social transformadora na relação recíproca entre os homens e entres os homens e o mundo (LOUREIRO et al., 2003). Uma consciência com vistas a superar o processo de produção destrutivo dominante – capitalismo – e a mercantilização da vida (MÉSZÁROS, 2002).

> A doutrina materialista que pretende que os homens sejam produtos das circunstâncias e da educação e que, consequentemente, homens transformados sejam produtos de outras circunstâncias e de uma educação modificada, esquece que são precisamente os homens que transformam as circunstâncias e que o próprio educador deve ser educado.
> A consciência da mudança das circunstâncias e da atividade humana ou automudança só pode ser considerada e compreendida racionalmente como práxis revolucionária (MARX e ENGELS, 2007, p. 100)

Portanto, Educação Ambiental Transformadora é entendida como práxis social, com o intuito de construir uma sociedade com padrões diferentes dos atuais. Ou seja, que tenha como essência a sustentabilidade da vida, a atuação política consciente e a construção de uma ética que se afirme ecológica (LOUREIRO et al, 2002).

Entre os vários enfoques dados nas pesquisas em relação à educação ambiental, tomamos como mais essencial o poder de transformação estruturante no modo como o homem se relaciona

com a natureza, os modos de produção e as implicações das relações econômicas (FOLADORI, 2018).

Na composição de sociedade ocidental moderna, onde o modo de produção capitalista prevalece, o lucro sobrepõe a necessidade e o capital se desprende do trabalho. E o conceito de produção na teoria marxista não se refere somente a bens materiais, mas também de relações sociais e de autoprodução de seres humanos. Nessa sociedade, o trabalho tem caráter pejorativo, pois o homem fica alienado ao seu produto final, individualizando-se (MANACORDA, 2007). Isto também reflete na educação que se caracteriza como sendo conservadora, pois, em vez de formar o ser humano, deforma-o, uma vez que desenvolve somente o conhecimento empírico, não indo além dos seus aspectos aparentes. Além disso, dá a falsa constatação que a aquisição do conhecimento é algo que só depende do indivíduo. Portanto, remete ao termo "fetichismo da individualidade", termo utilizado por Duarte (2004) referente ao entendimento tácito ou não, do indivíduo como "algo em si", "verdade em si", desarticulado das relações sociais, idealizado e objetificado (LOUREIRO, 2006).

Nesse âmbito, é que Davídov (1987) caracteriza o que denomina de escola tradicional, isto é, um sistema educativo basicamente predominante na Europa, que assume três características. A primeira é que se formou no âmbito de nascimento, florescimento e serviu à produção capitalista. A segunda diz respeito aos seus fundamentos com base nos pressupostos de Komenski, Pestalozzi, Diesterweg, Ushinski, entre outros teóricos pedagogos. A terceira é que conservou os seus princípios no processo relacionado à seleção do conteúdo e dos métodos de ensino que ainda persistem na atualidade. Nesse sentido, Davídov (1987, p. 143), explica:

> As fontes da unidade e da prolongada permanência desse sistema são, por um lado, o caráter comum dos objetivos sociais da educação escolar, próprio de toda a época capitalista e, por outro lado, o caráter comum das vias e dos meios para formar as capacidades psíquicas do homem no alcance desses objetivos.

O exposto até o momento revela as concepções de educação ambiental em duas vertentes presentes na atualidade: a concepção emancipatória e a concepção conservadora. Seus posicionamentos, quanto à visão de mundo, são totalmente divergentes. Isso gera alguns conflitos que se estruturam em pelo menos quatro eixos, desdobrados em pressupostos compactuantes com seus posicionamentos. (LOUREIRO, 2006).

Quadro 1 - Conflitos entre as concepções emancipatória e conservadora da educação ambiental.

Eixos	**Concepção Emancipatória**	**Concepção Conservadora**
Quanto à condição da Natureza	Certeza de que somos seres naturais e de que nos	Convicção de que houve um afastamento de nossa espécie de

	realizamos e redefinimos culturalmente o modo de existir na natureza pela própria dinâmica societária na história da natureza.	relações adequadas, idealmente concebidas como inerentes aos sistemas ditos naturais, sendo necessário o retorno a esta condição natural pela cópia das relações ecológicas.
Quanto à condição existencial	Entendimento que somos constituídos por mediações múltiplas, impossível de ser pensado exclusivamente em termos racionais, genéticos ou espirituais – sujeito social cuja liberdade e individualidade se definem na existência coletiva.	Sujeito definido numa individualidade abstrata, numa racionalidade livre de condicionantes sociais, cuja capacidade de mudança se centra na dimensão "interior", minimizando ou excluindo a determinação histórica.
Quanto ao entendimento do que é educar	Educação como práxis e processo dialógico, crítico, problematizador e transformador das condições objetivas e subjetivas que formam a realidade.	Educação como processo instrumental, comportamentalista, de adequação dos sujeitos a uma natureza vista como harmônica e como processo facilitador da inserção funcional destes numa sociedade ou definida de modo atemporal e sem historicidade, visto como um sistema pré-estabelecido.
Quanto à finalidade do processo educativo ambiental	Busca por transformação social, que engloba indivíduos, grupos e classes sociais, culturas e estruturas, com base para a construção democrática de "sociedades sustentáveis" e novos modos de se viver na natureza.	Busca por mudança cultural e individual como suficiente para gerar desdobramentos sobre a sociedade e como forma de aprimorar as relações sociais, tendo como parâmetro as relações vistas como naturais, sem entrar no mérito a possibilidade histórica de construir outro sistema social,

		adotando geralmente uma abordagem funcionalista de sociedade e organicista de ser humano.

Fonte: Loureiro (2006)

É nesse contexto apresentado de relações de produção que se apresenta a defesa de uma Educação Ambiental Transformadora como contraposição à educação ambiental hegemônica de teor conservador, promotora de mudanças superficiais, que não questiona o modelo de sociedade vigente promovendo somente soluções rasas e ineficientes.

No modelo capitalista, o consumo exacerbado é encorajado, o que é incompatível com projetos ambientais com a finalidade de promover a justiça ambiental e o equilíbrio ecossistêmico. Há, pois, estímulo ao consumo ilimitado, sem levar em consideração um mundo de recursos esgotáveis. Essa situação insustentável acarreta em problemas socioeconômico e ambiental agravantes, conforme alerta Corrêa (2010, p. 247):

> Diante da crise estrutural do capital que se configura também na crise social e ambiental, observa-se a intensificação dos problemas socioeconômicos e ambientais: processo de urbanização com concentração demográfica; fome; pobreza; uso de energia nuclear pondo em risco a população (exemplo de Chernobil, em 1986) e seu uso para guerra; consumo excessivo de recursos não renováveis; desmatamento; desertificação de grandes áreas territoriais; uso de agrotóxicos que contaminam rios, as pessoas que trabalham na terra e as que consomem os produtos agrícolas; a monocultura que agride a biodiversidade; os transgênicos que monopolizam a reprodução da natureza através das empresas privadas; o efeito estufa advindo dos gases que provocam o buraco na camada de ozônio, tendo como consequência o desequilíbrio climático.

Um dos problemas ambientais mais enfatizados em programas de educação ambiental desenvolvidos em escolas se refere à destinação de resíduos. Comumente, estes programas pecam pelo caráter reducionista, com foco no processo de reciclagem e coleta seletiva de lixo, sem levar em conta a complexidade do tema. Em outras palavras, não há uma reflexão crítica que abarque os valores culturais da sociedade do consumo e sua relação com o modo de produção capitalista. Consequentemente, desconsidera os aspectos políticos e econômicos da referida questão (LAYRARGUES, 2003).

Observa-se que a intervenção na natureza pela humanidade com a finalidade de suprir suas necessidades cada vez mais vorazes é exposta a conflitos referentes ao uso do espaço e dos recursos naturais. Harvey (2012) reafirma que o processo de urbanização é um fenômeno de classe, pois há a produção do excedente e sua distribuição está no controle de ‘poucas mãos’. Por decorrência, gera déficit habitacional ou relega às famílias de renda inferior – como alternativa – a ocupação de imóveis em loteamentos periféricos, por vezes, clandestinos e sem infraestrutura, bem

como áreas de risco. Este tipo de ocupação contribui para a degradação socioambiental do espaço urbano. A divisão desigual dos referidos espaços urbanos é algo que vai contra ao *direito à cidade*, termo usado por Harvey (2012), ao defender que a construção de cidades é algo a ser coletivo, levando em conta o tipo de cidade almejada.

> A questão de que tipo de cidade que queremos não pode ser divorciada do tipo de laços sociais, relação com a natureza, estilos de vida, tecnologias e valores estéticos desejamos. O direito à cidade está muito longe da liberdade individual de acesso a recursos urbanos: é o direito de mudar a nós mesmos pela mudança da cidade. Além disso, é um direito comum antes de individual já que esta transformação depende inevitavelmente do exercício de um poder coletivo de moldar o processo de urbanização. A liberdade de construir e reconstruir a cidade e a nós mesmos é, como procuro argumentar, um dos mais preciosos e negligenciados direitos humanos. (HARVEY, 2012, p. 74).

Na divisão dos espações urbanos, existem as chamadas áreas verdes – com predominância de elementos naturais, principalmente cobertura vegetal – tem sido alvo de grande especulação imobiliária. O termo é utilizado por campanhas publicitárias para fazer alusão à qualidade de vida e desenvolvimento sustentável[3], (na lógica capitalista), a fim de agregar valor e atrair investimentos imobiliários para estas áreas. Trata-se de uma forma de restrição da possibilidade de suas posses. Assim, a construção das cidades e a distribuição de seus espaços estão sujeitas às pretensões de quem está no poder, como diz Harvey (2012, p.87): "O direito à cidade, como ele está constituído agora, está extremamente confinado, restrito na maioria dos casos à pequena elite política e econômica, que está em posição de moldar as cidades cada vez mais ao seu gosto".

Além da questão da ocupação dos espaços, convém salientar, igualmente, a questão da percepção não homogênea dos problemas ambientais entre os indivíduos. Ela assume feição distinta entre as classes, que são constituídas de um conjunto de elementos econômicos, políticos e culturais próprios.

Nesse sentido, vale a chamada de atenção de Bomfim e Piccolo (2011) do papel da EAT no que diz respeito a duas questões essenciais: a reflexão sobre relação à divisão de classes sociais (ricos e pobres) e as consequências de vantagens para uma delas (ricos) e a desvantagens para outra (pobres).

> Uma EA que desconsidere questões de classe social, especialmente as desigualdades sociais, também se direciona ao equívoco. Menos do que realizar o resgate de teorias anticapitalistas, esta reflexão parte de uma constatação: na relação entre ricos e pobres são estes últimos que mais experimentam as mazelas da degradação ambiental, moram próximos aos rios e baías

[3] Os conceitos de qualidade de vida e desenvolvimento sustentável aqui citados fazem alusão à tendência adotada pelo capitalismo de tentar neutralizar seu protagonismo na destruição ambiental, consequência da alienação entre homem e natureza, conforme descrita por Marx, (2015).

> poluídos, nas encostas desmatadas, absorvem a poluição dos carros, das queimadas, dos lixões, entre outros. (BOMFIM; PICCOLO, 2011, p. 190)

Portanto, para além da conscientização, Bomfim e Piccolo (2011) alertam que a EAT que a relação do homem com a natureza está mediada pelas próprias relações sociais e, dentre elas, prevalecem as relações de produção. Deste modo, a solução dos problemas ambientais está intrinsecamente relacionada com o modo que o homem interage com a natureza em toda sua abrangência.

> [...] pois entendemos que falar em Educação Ambiental Transformadora é afirmar a educação enquanto práxis sociais que contribui no processo de construção de uma sociedade pautada por novos patamares civilizacionais e societários distintos dos atuais, em que a sustentabilidade da vida e a ética ecológica sejam seu cerne (LOUREIRO, 2003).

Para alcançar tudo a que se propõe uma EAT, a sua concretude requer a orientação de alguns princípios elencados por Quintas (2000) citados por Loureiro (2006), em seu livro "Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental":

1. O entendimento da educação como instrumento mediador de interesses e conflitos, entre atores sociais, que agem no ambiente, usam e se apropriam dos recursos naturais de modo diferenciado, em condições materiais desiguais e em contextos culturais, simbólicos e ideológicos específicos. Assim, o diálogo, que é a base do processo educativo, os consensos e o senso de solidariedade, cruciais para a democratização da sociedade, se constroem não entre sujeitos abstratos, mas sim entre sujeitos concretos, situados socialmente, com nomes, histórias, vontades, paixões, sonhos, desejos, interesses e necessidades próprios. Por isso, dialogar sem explicitar diferenças e conflitos estruturais significa escamotear o autoritarismo inerente às concepções que querem se afirmar como verdades absolutas ou atemporais, ou que procuram afirmar a verdade científica e técnica como superiores, ignorando outros saberes. Em termos educacionais e políticos, uma verdade construída pelo questionamento, pelo enfrentamento democrático de ideias e conhecimentos é muito mais legítima e representativa dos anseios existentes e coerente com o entendimento do ambiente em sua complexidade.

2. A percepção de que os problemas compreendidos como ambientais são mediados pelas dimensões "naturais" (no sentido das relações com os fatores abióticos, seres vivos e o planeta como um todo), econômicas, políticas, simbólicas e ideológicas que ocorrem em dado contexto histórico e que determinam a apreensão cognitiva de tais problemas. A realidade se define na dinâmica entre aspectos objetivos e subjetivos. Logo, não é algo passível de ser apreendido igualmente pelos indivíduos, mas se constitui pelos sujeitos, pelos grupos em relações com a natureza, e é compreendida dentro de certos "prismas" e lugares, a partir dos quais olhamos e agimos.

3. O entendimento de que a perspectiva crítica e histórica requer a compreensão das relações existentes entre educação, sociedade, trabalho e natureza, em um processo global de aprendizagem permanente em todas as esferas da vida, com implicações societárias.

4. A compreensão de que o desenvolvimento da capacidade teórica se dá no sentido da indissociabilidade entre ela e o agir em situações concretas do cotidiano da vida. Como já foi dito, teoria sem prática é exercício racional abstrato sem efeito concreto, prática sem teoria é ativismo que não resulta em processos objetivos de mudança.

5. O pressuposto de que a preparação dos sujeitos da ação educativa é feita, prioritariamente, para eles se organizarem e intervirem em processos decisórios, nos diferentes espaços de participação existentes. Educação é emancipação, portanto, deve instrumentalizar e preparar o indivíduo para escolher livremente os melhores caminhos para a vida que se quer levar em sociedade e em comunhão com a/na natureza.

Logo, a educação ambiental não se reduz a uma educação temática e disciplinar, mas como uma dimensão essencial no projeto pedagógico e centralizada, também, no projeto proeminente da educação: o desenvolvimento do ser humano.

Portanto, a ênfase é na promoção de uma educação ambiental em conformidade com as premissas teóricas do materialismo histórico e dialético. Loureiro (2007) elenca alguns argumentos que sustentam a defesa dessa concepção para a busca de reais possibilidades de superação dos problemas ambientais. Aqui trago os que se apresentaram na construção do presente texto, como forma de síntese.

Esta concepção:

- se adensa na compreensão das relações sociais entre o homem e a natureza;
- desenvolve a capacidade de explicação dos processos que definiram as diferentes formas de uso e apropriação da natureza, produção material e organização cultural na história;
- permite uma leitura não cristalizada das relações cultura-economia, linguagem e trabalho, sem separação de temas relevantes (classe, gênero, direitos humanos, conflitos étnicos-raciais etc.), mas colocados em relação de igualdade e diversidade nas lutas sociais;
- considera que a natureza, seguindo a concepção de Marx, é realisticamente prioritária sobre a sociedade, uma unidade auto-organizada de diferentes níveis em uma totalidade complexa;
- parte do pressuposto de que materialismo histórico e dialético não perderá sua atualidade e validade teórica, política e metodológica, enquanto o modelo de produção capitalista continuar dominando as relações sociais.

A defesa no presente texto de uma Educação Ambiental com base teórica nos pressupostos do materialismo histórico-dialético se justifica pelo vigor teórico-metodológico decorrente da complexidade que caracteriza o pensamento dialético. Bem como seu rigor analítico com potencial contribuição em relação à questão ambiental, no momento em que os problemas ambientais ganham centralidade nas gestões públicas. Diante disso, há a necessidade de questionar o modo de organização social predominante (capitalismo) e trazer a articulação entre *agentes sociais populares* comprometidos com a transformação social, no âmbito ambiental. Algo que a tradição marxista tem contundente contribuição e legitimidade (Loureiro, 2007).

É com base no materialismo histórico-dialético que a próxima seção traz os fundamentos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, na especificidade dos conceitos matemáticos.

2.2 TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

Na presente seção, a temática central são os pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental que, articuladamente com EAT, se constitui em referencial para atender o objetivo da pesquisa, em seu teor propositivo de uma organização de ensino que articule conceitos matemáticos com educação ambiental.

Da seção anterior, foi extraída a síntese de que falar em EAT é conclamar por reflexões referentes ao discurso denunciativo das consequências geradoras da relação entre ser humano e natureza própria das relações de produção capitalistas. Acima de tudo, a referência é o seu principal efeito: a divisão de classes sociais que privilegia uma em detrimento à miséria da outra (LOUREIRO, 2003).

Falar em ensino desenvolvimental na presente pesquisa, como fora anunciado anteriormente, a referência é o sistema Elkonin-Davýdov. Este foi desenvolvido inicialmente em escolas experimentais da antiga URSS e, posteriormente, se torna em um, dentre outros sistemas oficiais, que perduram e se espalha para além-fronteiras russas (ROSA, 2012).

A Teoria do Ensino Desenvolvimental (TED) trata-se de um projeto que há mais de quarenta anos está em constante revisão e produção, com base em dados experimentais e na própria base teórica. Sua referência são os pressupostos da teoria de Vigotski – de matriz materialista histórica e dialética – dentre eles de que ensino e educação são componentes essenciais para o processo de desenvolvimento humano.

Para Vigotski (2001), é na práxis, no movimento das relações sociais, que desenvolvemos as funções psicológicas superiores (atenção voluntária, memória lógica, conceitos, consciência, etc.) por meio da análise e síntese, proporcionadas pelas situações com as quais defrontamo-nos. Isso significa que estamos sempre em processo de devir, isto é, as ações de nossas atividades nos colocam em movimento (corporal e de pensamento), em que se apresentam três

circunstâncias promotoras ou não de desenvolvimento intelectual. Uma delas é a situação a ser desenvolvida em que prontamente a resolvemos sem dificuldades algumas, ou seja, desprovemos de todas as funções necessárias para a sua execução. A segunda é quando nos sentimos impossibilitados de realizar uma dada tarefa; nesse caso, revela que não dispomos e não vislumbramos os meios intelectuais necessários. A terceira traduz a possibilidade de solução mediada, pois sentimos que é possível desde que tenhamos ajuda de alguém mais experiente ou de outros meios que possam nos orientar. Nos dois primeiros casos, segundo Vigotski (2001), não ocorre o desenvolvimento, que permanece em seu "nível real". O terceiro é o que oferece as condições para a formação das funções superiores e de conceitos. São nessas situações que se constituem o que Vigotski (2001) denomina de *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP). Para o autor, a ZDP conecta as práticas sociais e o desenvolvimento dos sistemas psicológicos que compreende dois níveis. O primeiro nível é o desenvolvimento real, que envolve o conjunto de atividades que o individuo consegue executar sem auxilio, com base nas funções psicológicas já desenvolvidas até o momento. O segundo nível, o desenvolvimento potencial, o individuo apresenta possibilidades intelectuais, mas não consegue desenvolver as ações, por si só, o que requer o auxílio de alguém ou algo que lhe forneça orientação. (VYGOTSKI, 1991). A zona de desenvolvimento proximal constitui em:

> A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKI, 1991, p. 58).

O próprio Vygotski (1991, p.59) considera a ZDP como um conceito promissor para "aumentar de forma acentuada a eficiência e a utilidade da aplicação de métodos diagnósticos do desenvolvimento mental a problemas educacionais". Por isso, ele entende a escola o lugar onde a criança aprende o que não consegue realizar sozinha, principalmente, os conceitos científicos, o que torna essencial a orientação do professor. A aprendizagem de algo novo é fundamental no processo de desenvolvimento. (VIGOTSKI, 2001).

Por essa razão, Vigotski desenvolveu pesquisas sobre o desenvolvimento do pensamento conceitual na criança e na idade de transição (VIGOTSKI, 2001; VYGOTSKI, 1995). Nesse sentido, revela que os métodos tradicionais de estudo dos conceitos dividem-se em três grupos. O *método de definição*, que foca na investigação de conceitos já formados pelo estudo da definição verbal. Centra no que o indivíduo sabe – produto – e, na análise, desconsidera o processo e não leva em consideração a origem do conceito na sua relação com o meio. Portanto, fica a palavra pela palavra (VIGOTSKI, 2001). O segundo método – *da abstração* – estuda o conceito pela percepção de algum traço comum em uma série de impressões concretas. Também não leva em consideração o uso de símbolos e signos (palavra), o que torna o estudo incompleto (VIGOTSKI, 2001). O terceiro método

– *sintético-genético* – combina o material que serve de base para a formação do conceito e a palavra pela qual ele surge.

Os três métodos se caracterizam igualmente pela dicotomização entre palavra e objeto: operam ou com palavras sem matéria objetiva, ou com matéria objetiva sem palavras. Em contraposição, Vigotski cria o método experimental denominado "funcional de dupla estimulação", em que unifica o material, que serve de base para a elaboração de conceitos, e a palavra pela qual o conceito surge. Por decorrência, mostra que:

> A formação de conceitos é um processo de caráter produtivo e não reprodutivo, que um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa voltada para a solução de algum problema, e que só a presença de condições externas e o estabelecimento mecânico de uma ligação entre a palavra e objeto não são suficientes para a criação de um conceito [...] o fato decisivo para a formação de conceitos era chamado tendência determinante. (VIGOTSKI, 2001, p. 156).

Para Vygotski (1993), a percepção e a linguagem são indispensáveis à formação de conceitos, pois são fatores imprescindíveis para o funcionamento cognitivo e desenvolvimento das formas superiores de pensamento.

> Na formação de conceito, o signo é a palavra que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e posteriormente torna-se seu símbolo. Só o estudo do emprego funcional da palavra e do seu desenvolvimento, das suas múltiplas formas de aplicação qualitativamente diversas em cada fase etária, mas genericamente inter-relacionadas, pode ser a chave para o estudo da formação de conceitos. (VIGOTSKI, 2001, p. 161-162).

Vigotski realizou três estudos relacionados aos conceitos, com adoção do método de dupla estimulação, em que apontava as deficiências, avanços e incompletudes até então pesquisados por outros autores. No primeiro estudo, revela os três estágios do desenvolvimento do pensamento conceitual: *sincrético, complexo e conceitos genuínos*.

O *estágio sincrético* é caracterizado pela elaboração de imagens sincréticas, pois a criança percebe, pensa e relaciona com base em única imagem que não pode ser desmembrada. Diante de um grupo de objetos, a criança escolhe um deles por acaso e o substitui ao perceber que está errada. Orienta-se por vínculos subjetivos sugeridos pela própria percepção. Atribui somente um significado aos representantes dos diferentes grupos. O significado de uma palavra nova é o resultado de uma elaboração.

O *estágio em complexo* caracteriza-se: pela formação de vínculos, pelo estabelecimento de relações entre diferentes impressões concretas e por conduzir à unificação, generalização de objetos particulares ao ordenamento e sistematização de toda experiência da criança.

Isso ocorre em várias fases. A primeira delas é a **associativa** em que as conexões entre os objetos e o núcleo acontecem por traços observados comuns de diferentes unidades. As palavras tornam-se nomes de famílias e o objeto é associado a uma delas de acordo com suas características

semelhantes concretas. A segunda é **complexo coleção** em que a combinação de objetos ocorre por impressões concretas em grupos especiais, coleções, isto é, há distinção dos objetos em conjuntos. A terceira é **complexo em cadeia**, por relacionar semelhança entre um objeto e outro o tempo todo. A quarta fase é o c**omplexo difuso**, uma vez que as generalizações dos traços escorregam, oscilam e se transformam em outros. Ao raciocinar ou pensar além dos limites do seu mundo direto e da sua experiência prático-eficaz, a criança descobre as passagens difusas às generalizações arriscadas. A última fase é o **pseudoconceito**, isto é, a transição entre o complexo e o conceito em que a generalização é formada na mente da criança. O conceito ainda não está totalmente formado e aspecto externo percebido não é o próprio interno. No estágio de complexos, o significado da palavra referente aos objetos torna possível a compreensão entre a criança e o adulto, porém de ainda de modo diferente, por requerer outro meio e o auxílio de outras operações intelectuais (VIGOTSKI, 2001).

O terceiro estágio é dos conceitos genuínos caracterizado pelo desenvolvimento da decomposição, análise e abstração. Diferencia-se do estágio complexos pelo fato de que sua formação ocorre, em vez de seguir exclusivamente leis do pensamento, inteiramente por leis do conceito. Numa primeira fase os objetos são agrupados por um único traço (genuíno) com a sua especificação. Noutra fase, conceitos potenciais, o sujeito destaca um grupo de objetos, que ela generaliza depois de reunidos segundo um atributo comum. A terceira fase, combinação de atributos, a abstração se desprende das situações concretas. A última fase, os conceitos propriamente dito, em que é decisivo o papem da palavra, signo, aplicado de diversas maneiras: serve de meio para diferentes operações. Um conceito realmente surge se os traços abstraídos são novamente sintetizados, o que se torna o principal instrumento de pensamento (VIGOTSKI, 2001).

A segunda investigação de Vigotski tratou da formação do pensamento conceitual, mais precisamente os conceitos espontâneos e científicos. De acordo com Vigotski (2001), os conceitos espontâneos são adquiridos no cotidiano do indivíduo. Por sua vez, o pensamento conceitual científico é desenvolvido no âmbito das instituições de ensino, de forma sistematizada e intencional. O que diferencia um do outro é o uso que se faz das palavras em cada caso. Segundo Vigotski (2001), no conceito espontâneo, a palavra tem conotação de sobrenome, com a finalidade de unir um grupo de objetos pela aparência. Enquanto nos conceitos científicos, a palavra alcança novas significações, simbolizando o conceito abstrato, que possibilita a operacionalização (VIGOTSKI, 2001).

Conforme o autor, o conceito científico diz respeito a um sistema de relações estabelecidas historicamente, pela humanidade, e atingiu ao nível de abstração atual com base em leis, princípios, teorias e propriedades peculiares. Seu desenvolvimento se fundamenta na linguagem e reflexão – processo de análise e síntese – em que entra em cena a atenção intencional e voluntária dos sujeitos em situação de ensino e aprendizagem.

De outro modo, os conceitos espontâneos emergem do contexto de convivência diária e nas reflexões circunstâncias entre sujeitos, isto é, em experiências imediatas e comuns da vida diária, materializadas nas relações e interações socioculturais. Encerram categorias ontológicas, intuitivas e próprias de cada indivíduo, desenvolvidas sem necessidade de escolarização formal. Por isso, apresentam-se de modo assistemáticos, contextualizados e, consequentemente, suas relações orientam-se por semelhanças concretas e por generalizações isoladas. Suas sistematizações são simples a partir daquilo que é perceptível e não requerem definições verbais e generalizações teóricas.

De acordo com Vygotski (1993, p. 253):

> O conceito cotidiano cria uma série de estruturas necessárias para que surjam as propriedades inferiores e elementares dos conceitos. Por sua vez, o conceito científico, depois de ter percorrido de cima para baixo certo fragmento de seu caminho, abre espaço para o desenvolvimento dos conceitos cotidianos, preparando de antemão uma série de formações estruturais necessárias para dominar as propriedades superiores do conceito.

Não há, pois, uma dependência direta entre ambas as formas de conceitos. No entanto, existe entre eles uma relação dialética de movimento em que os conceitos cotidianos se desenvolvem de forma ascendente, de baixo para cima, em direção aos conceitos científicos que, por sua vez, se desenvolvem de modo descendente, de cima para baixo, em direção aos conceitos cotidianos.

O terceiro estudo de Vygotski (1996) tratou do desenvolvimento dos conceitos na idade de transição. Demonstrou que as estruturas intelectuais adquiridas durante a infância abrem espaço a novas estruturas. Isso pressupõe maturação intelectual do indivíduo possibilitadora de uma nova percepção do mundo. Isso porque o uso da linguagem e do pensamento se afastam das ações sensório-diretas e do visual-direto, como fora predominante no estágio sincrético e do pensamento em complexo (VIGOTSKI, 2001).

É no período de maturidade sexual, fase de transição, segundo Vygotski (1996) que o pensamento conceitual em desenvolvimento realiza mudanças revolucionárias, tanto em seu conteúdo quanto em sua forma. Destaca-se por uma nova forma de atividade intelectual, um novo modo de conduta e mecanismo intelectual. Dito de outro modo:

> O pensamento em conceitos abre para o adolescente o mundo da consciência social objetiva, o mundo da ideologia social, até então assimilada de maneira incompleta, pois o material cultural existente não participa ainda ativamente em sua criação. (VYGOTSKI, 1996, p. 64).

É na idade de transição que o indivíduo se apropria, pela primeira vez, do processo de formação de conceito. Ele atinge um modo superior de atividade intelectual, que é a chave de todo o desenvolvimento do pensamento. Tal formação de conceitos abre, ao adolescente, o mundo da consciência social, como também, impulsiona o inevitável e intenso desenvolvimento psicológico e a

ideologia de classes. Isso significa dizer que os conceitos se formam numa esfera de determinada ideologia social, ou seja, de concepções de mundo político-social, de vida, de sociedade, de ser humano e de uma simpatia ou antipatia social. Todo esse processo se desenvolve num contexto de contradições (VYGOTSKI, 1996, p. 64).

É no âmbito dos estudos científicos e pressupostos de Vigotski que Vasili Vasilievich Davydov fundamenta o Ensino Desenvolvimental que, associado aos estudos de Elkonin, constitui o sistema de ensino Elkonin-Davýdov. Portanto, trata-se de uma aplicação pedagógica da Teoria Histórico-cultural. Davídov (1988, p. 46) adota a tese de que "um dos problemas centrais da psicologia general, evolutiva e pedagógica é descobrir as conexões entre o desenvolvimento da psique e sua educação e ensino".

Para o autor, o estudo destas conexões é indispensável para a compreensão de três pontos importantes: a) os vínculos entre o desenvolvimento psicológico e os sistemas educativos; b) a dependência interna que o desenvolvimento da psique tem em relação a um determinado sistema de educação ou de ensino; c) a profunda influência psicossocial da educação e do ensino na formação das pessoas (LIBÂNEO; FREITAS, 2013, p.58). Para Davídov (1988), as instituições de ensino devem ensinar o indivíduo a pensar dialeticamente por meio de um ensino que proporcione o desenvolvimento mental. Isso requer a estruturação de sua atividade de estudo, focada nos conhecimentos e nas generalizações teóricas.

Esta teoria oferece uma base teórico-metodológica que reúne princípios psicológicos, em função de objetivos pedagógicos e didáticos de formação de pensamento teórico-cientifico dos alunos. Davídov (1988) defende um ensino mais compatível com o mundo contemporâneo, da ciência, da tecnologia, dos meios de comunicação, da cultura. Ele prima por uma educação que tem o compromisso com a transformação pessoal e social do aluno, que o ajude a desenvolver a análise dos objetos de estudo por uma forma de pensamento abstrata, generalizada, dialética (LIBÂNEO; FREITAS, 2013).

Davydov, ao se fundamentar no materialismo histórico dialético, ressalta a importância da educação e do ensino para o desenvolvimento pleno do ser humano.

> A compreensão materialista dialética dos processos de desenvolvimento histórico e ontogenético da atividade humana, da psique e da personalidade humana, formada na filosofia e psicologia soviéticas, fornece a base para a teoria psicológica e pedagógica do ensino desenvolvimental das gerações jovens. A ideia fundamental desta teoria, criada na escola científica de L.S. Vigotski, é a proposição de que a educação e o ensino constituem as formas universais do desenvolvimento psíquico das crianças, as quais são expressões da cooperação entre adultos e crianças dirigida à apropriação das riquezas da cultura espiritual e material elaborada pela humanidade. (LIBÂNEO; FREITAS, 2013 p. 329).

Alguns conceitos servem de base para o ensino desenvolvimental: a atividade humana; generalização substantiva e formação de conceitos; organização do ensino para o desenvolvimento

da atividade de estudo. Dentre estes, podemos citar como fundamental o conceito de atividade, proveniente da dialética materialista.

> A essência do conceito filosófico-psicológico materialista dialético de atividade é que reflete a relação do sujeito humano como ser social em relação à realidade externa, relação mediada pelo processo de transformação e mudança desta realidade. A forma inicial e universal de tal relação são as transformações e as mudanças instrumentais dirigidas a uma finalidade, realizados pelo sujeito social, da realidade sensorial-objetal, o seja, a prática material produtiva das pessoas. Ela constitui a atividade laboral criativa dos homens, sobre cuja base surgem e se desenvolvem na história da sociedade, as diferentes formas da atividade espiritual das pessoas (cognoscitiva, artística, religiosa, etc.). No entanto, qualquer destas formas derivadas de atividade está ligada invariavelmente com a transformação, pelo sujeito, de um ou outro objeto que tem forma ideal. (DAVÍDOV, 1988, p.11).

No que diz respeito ao conceito de atividade, Davýdov adota com referência a teorização de Leontiev, que articula as bases histórico-culturais do desenvolvimento do pensamento e os fundamentos pedagógicos que, juntos, dão aportes para a compreensão da função emancipatória da educação.

De acordo com Leontiev (1978), consciência é mutável e deve ser considerada em seu devir e no seu desenvolvimento.

> [...] considerar a consciência (o psiquismo) no seu devir e no seu desenvolvimento, na sua dependência essencial do modo de vida, que é determinado pelas relações sociais existentes e pelo lugar que o indivíduo considerado ocupa nessas relações (LEONTIEV, 1978, p. 89).

De acordo com o autor, a primeira forma de consciência é a primitiva manifestada quando da passagem à humanidade, que também reflete a primeira forma de relações de produção entre os homens. As particularidades do psiquismo humano são determinadas pelas particularidades destas relações e dependem delas. Leontiev (1978) analisa a evolução do psiquismo animal e o desenvolvimento do psiquismo humano, a consciência, nas sociedades primitivas, de classes e socialista. Mostra que a consciência humana possui características próprias de conteúdo psicológico e é dependente do modo de vida humano. Sendo assim, sua estrutura e da atividade se transformam mutuamente, em decorrência das relações de produção. Nesta perspectiva, o desenvolvimento do sujeito se efetiva por meio das determinações sociais – não individualmente – e provém do processo histórico da relação transformadora do homem e natureza.

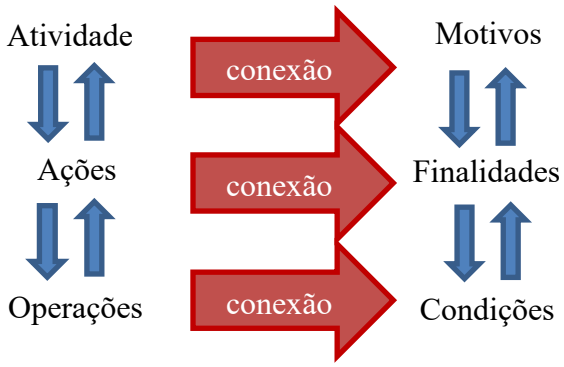
Ao se falar da vinculação entre o desenvolvimento da atividade e consciência, torna-se se imprescindível o entendimento da sua estrutura. Para Leontiev (1978), existe uma relação dialética entre o homem/natureza/mundo mediada, respectivamente, por instrumentos e pela linguagem. Tanto a atividade prática, quanto mental, se constitui no processo histórico e social e desempenha um papel especial na formação da consciência. É pela atividade que o homem se relaciona com o mundo de forma voluntária e intencional, mediada por instrumentos e signos, para atingir determinados fins,

isto é, pela imagem de um futuro possível. Sua estrutura é criada pelas condições sociais e as relações humanas delas decorrentes. Nela, o indivíduo estabelece relações sociais com a realidade, os outros indivíduos e consigo.

Estruturalmente, a atividade humana se caracteriza, conforme teorização de Leontiev (1978), por uma *necessidade*, que gera *motivos compreensíveis e eficazes*, atrelados a um *fim*, vinculados a *tarefas* e suas *condições* de realização. Desses componentes se desprendem outros as *ações* com suas respectivas *operações* (procedimentos).

A seguir, é exposto (Figura 2) um esquema da composição dos elementos constitutivos da estrutura da atividade.

Figura 2 - Esquema da estrutura da atividade.



Fonte: Elaboração própria.

As flechas em duplo sentidos indicam a possibilidade de transformação de um componente em outro. Por exemplo, uma ação pode se transformar em uma atividade ou em operação.

Os elementos da teoria da atividade humana apresentados por Leontiev estão presentes na teoria do Ensino Desenvolvimental. Davídov (1988, p. 31, itálico no original) faz a seguinte síntese da referida estrutura e seu caráter transformativo: "*necessidade* ⇆*motivo*⇆ *finalidade* ⇆ *condições para obter a finalidade* (a unidade da finalidade e das condições conformam a *tarefa*) e os componentes correlacionáveis com aqueles: atividade ⇆ ação ⇆ operações".

Porém, Davydov (1999), ao considerar o estudo interdisciplinar da atividade acrescenta-lhe outros componentes, além daqueles apontados por Leontiev, quais sejam: o desejo, as emoções e a vontade. As ações estão muito mais relacionadas a necessidades com bases em desejos do que em motivos. Por se tratar de ações humanas, elas estão impregnadas de sentidos subjetivos que se projetam nas muitas facetas da vida de um indivíduo.

Um desejo é considerado o núcleo de uma necessidade. Também estreitamente vinculada às necessidades, as emoções são quem permitem, ao homem, se pôr em desenvolvimento de tarefas vitais para si, o que confere a natureza especificamente social e pública, humana, da atividade. Da mesma forma, a vontade é determinante para que os indivíduos atinjam seus objetivos por meio da

realização de tarefas. Portanto, está vinculada à execução de um plano a fim de atingir a meta almejada (DAVYDOV, 1999).

Tal composição estrutural é trazida para a atividade de estudo que é foco das investigações de Davýdov. Ela é entendida por ele – assim também por Leontiev, Elkonin e Rubinstein – como uma das atividades principais que caracterizam uma fase do desenvolvimento humano, indicadora do lugar que o indivíduo ocupa nas relações sociais em um determinado período de sua vida. Trata-se de estágio intermediário entre o desenvolvimento caracterizado pela atividade do jogo e do trabalho.

Davýdov dedicou-se à teorização da atividade de estudo com foco: a) no seu conteúdo (conhecimento teórico) e da sua estrutura; b) nas bases lógico-psicológicas de estruturação das disciplinas escolares, que satisfaçam o seu conteúdo; c) nas peculiaridades que ela proporciona no desenvolvimento psíquico dos estudantes; d) nas possibilidades do desenvolvimento psíquico dos escolares nos diversos anos escolares; e) na caracterização dos experimentos formativos base de toda a sua teorização (DAVÍDOV, 1988).

Portanto, o estudo é uma das principais atividades humanas que tem como objetivo a apropriação de todo conhecimento historicamente produzido. É nessa atividade que a relação ativa e criadora do estudante com o objeto de estudo se manifesta. No processo de transformação do objeto, ao fazer as relações externas e internas no conteúdo, é que se produz conhecimento teórico.

> A atividade de estudo e o objetivo de estudo a ela correspondente estão ligados, antes de tudo, com a transformação do material quando, para além de suas particularidades exteriores, se pode descobrir, fixar e estudar o princípio interno ou essencial do material a ser assimilado e, desse modo compreender todas manifestações externas desse material. (LIBÂNEO; FREITAS, 2013, p. 341).

Consequentemente, a atividade de estudo se apresenta no contexto do que, no meio escolar brasileiro, denomina de processo de ensino-aprendizagem, voltado à formação do pensamento conceitual em nível científico. De acordo com Libâneo e Freitas (2013, p.332) "A atividade de ensino aprendizagem é derivada do conceito de atividade, tendo como conteúdo o conhecimento teórico, isto é, necessidades e motivos orientam os alunos para a apropriação de conhecimentos."

O principal objetivo na teoria de Davídov (1988) é a formação do pensamento teórico-cientifico do estudante. Decorrentemente, o papel do professor é encontrar o princípio geral do objeto de conhecimento e, a partir dele, estruturar a atividade de estudo. Porém, de modo tal que instigue o aluno a desenvolver abstrações e generalizações conceituais, utilizando-as na análise e solução de problemas específicos da realidade envolvendo o objeto.

Quando se refere à generalização, seu fundamento está relacionado ao entendimento de Marx, de que se deva partir da teoria de um modelo idealizado, que pronuncie em si, o geral e o

particular (LIBÂNEO; FREITAS, 2013). Ao dar atenção a esses pressupostos em um modo de organização de ensino, o professor oportuniza que o estudante tome consciência da realidade com fundamentos em generalizações teóricas desenvolvidas com base nas relações de conceitos científicos.

> A tomada de consciência está baseada na generalização dos próprios processos psíquicos, o que leva ao seu domínio. Neste processo desempenha papel decisivo antes de tudo, a instrução. Os conceitos científicos, ao relacionar-se de um modo totalmente diferente com o objeto, mediados por meio de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de inter-relações, constituem o âmbito no qual a tomada de consciência – isto é, sua generalização e domínio – surgem pela primeira vez. (LIBÂNEO; FREITAS, 2013 p. 333).

No processo de aprendizagem de um conceito, a sua forma idealizada antecede a sua forma particular. O ser humano, ao buscar algo em particular, se utiliza de referências, das características gerais que estão presentes na universalidade, ou seja, seu conceito.

> Por exemplo, aprender o conceito de número enquanto conceito mais geral expressivo das relações entre grandezas é a condição para que o aluno possa lidar com todos os tipos particulares de números e suas particulares expressões de relações de quantidade. (LIBÂNEO; FREITAS, 2013, p. 335).

Na revelação da essência do conceito, por consequência de um modo geral de organização do ensino, Davídov (1988) defende que o pensamento se movimente da sua manifestação abstrata à sua manifestação concreta, do geral ao particular. É este processo que possibilita, ao aluno, a identificação e revelação da relação essencial, abstração substancial do objeto de estudo. A partir daí, constate que o aspecto geral do conceito também se faz presente nas suas singularidades e particularidades.

O processo de compreensão deste objeto pode se dar de forma imediata, direta e externa (pensamento empírico) ou de forma mediatizada, interna, ligado a essência do objeto (pensamento teórico). O ensino desenvolvimental supera os métodos tradicionais privilegiando o pensamento teórico em detrimento do empírico, pelo movimento de ascensão do pensamento do abstrato ao concreto, com generalizações substantivas. (DAVÝDOV, 1982).

> O abstrato e o concreto são categorias da dialética materialista elaboradas para refletir a mudança da imagem cognitiva tanto no que concerne a multilateralidade da abrangência do objeto nessa imagem quanto à profundidade da penetração na essência dele. Eles expressam as leis da mudança que se opera no conteúdo do conhecimento ao longo de toda a sua evolução. (KOPNIN, 1978, p.154)

Desse modo, em relação à Educação Ambiental, o ensino com vistas ao desenvolvimento integral do sujeito, supera as concepções reducionistas que focam nas consequências dos problemas ambientais (aparência) – acúmulo de resíduos, escassez de recursos hídricos potáveis, destruição de

florestas, extinção de espécies, perda da biodiversidade, entre outros – em vez na causa (essência) dos mesmos: a relação predatória em que os humanos interagem com a natureza no modo de produção capitalista.

Davídov (1988) propõe, para o desenvolvimento da atividade de estudo, um modo de organização de ensino em que, inicialmente, seja definida a *tarefa de estudo*, que se atrela a uma finalidade, isto é, uma meta a ser atingida em condições específicas. Ela é cumprida por meio de algumas ações especiais, voltadas propositalmente para: identificação dos elementos que compõem a relação substancial do conceito em processo de elaboração/apropriação; estabelecimento e modelação da relação essencial; transformação desse modelo para que contemple todas as propriedades e nexos conceituais, aplicação do modelo transformado em situações ou tarefas particulares; realize o controle de que as ações e seus conteúdos sejam executadas; proceda a avaliação que permita à identificação de que realmente a relação essencial foi apropriada. Portanto, uma tarefa é cumprida por seis ações especiais, conforme elencadas na seção 1.2.

O desenvolvimento de cada uma dessas ações requer um conjunto de tarefas particulares com o objetivo de que o estudante descubra a relação principal do objeto de estudo, crie um modelo que expresse essa relação universal, estude as propriedades desta relação em seu aspecto concreto e, assim, extraia as suas múltiplas relações particulares. Este é o caminho para a elaboração do pensamento teórico.

É com essa percepção de ensino desenvolvimental que se insere a educação ambiental transformadora, no ambiente escolar, articulada com os conceitos matemáticos. Isso requer, por parte dos professores, uma postura reflexiva e filosófica que viabilize uma compreensão unitária, coerente, articulada e intencional da prática educativa (SAVIANI, 2005).

Para tanto, ao professor, cabe a função de elaborar e propor tarefas de estudo e particulares que coloquem os estudantes em atividade de estudo para que eles se apropriem do conceito teórico de um objeto. Por consequência, utilizá-lo como fundamento para a análise em suas variadas formas e contextos particulares concretos (LIBÂNEO; FREITAS, 2013).

Para Rubtsov (1996), a apropriação do conceito teórico se dá por meio de uma atividade concreta, que envolve uma situação a ser resolvida.

> Essa é a razão pela qual a aquisição de um método teórico geral, visando à resolução de uma série de problemas concretos e práticos, concentrando-se naquilo que eles têm em comum e não na resolução específica de um entre eles, constitui-se numa das características mais importantes do problema de aprendizagem. Propor um problema de aprendizagem a um escolar é confrontá-lo com uma situação cuja solução em todas as variantes concretas pede uma aplicação do método teórico generalista. (RUBTSOV, 1996, p. 131)

Deste modo, um problema de aprendizagem deve promover o desenvolvimento das funções psíquicas dos estudantes, enquanto possibilita as apropriações dos conhecimentos teóricos.

Conforme os pressupostos do ensino desenvolvimental de Davydov, para se apropriar desse tipo de conhecimento, deve-se partir das teses gerais da área do saber, e não dos casos particulares, buscando-se, a gênese, ou seja, a essência do conceito. Assim sendo, o problema a ser resolvido, deve contemplar a essência e explicitar a necessidade que gerou a criação do conceito no seu movimento lógico-histórico.

Conforme Kopnin (1978, p. 184) "para revelar a essência do objeto é necessário reproduzir o processo histórico real de seu desenvolvimento, mas este é possível somente se conhecemos a essência do objeto". Isso significa que:

> Na abstração autêntica não se isola simplesmente um indicio sensorialmente perceptível do objeto, mas atrás do sensorialmente perceptível descobrem-se propriedades, aspectos, indícios e relações que constituem *a essência do objeto*. A tarefa da abstração não é separar uns dos outros indícios sensorialmente perceptíveis, mas através deles descobrir novos aspectos no objeto que traduzam as relações da essência. (KOPNIN, 1978, p.161)

É esse o processo que possibilita, ao aluno, o conhecimento do objeto de estudo com seu potencial teórico, uma vez que constata o seu aspecto geral que se extrapola e se torna perceptível em outras situações particularidades.

Traduzido para uma organização de ensino, a referência pode ser uma situação cotidiana de análise emergente da prática social. Ela se constitui em uma opção desde que se estabeleça uma tarefa de estudo referente a um sistema conceitual e propicie o desencadeamento das ações de estudos com as respectivas tarefas particulares que possibilitem a apropriação da relação substancial. Só assim, oportuniza que o estudante se coloque em processo de desenvolvimento intelectual na atividade de estudo. Segundo Moura e Lanner de Moura (1998): "[...] A problematização de situações emergentes do cotidiano possibilita à prática educativa oportunidade de colocar a criança diante da necessidade de vivenciar solução de problemas significativos para ela".

No caso da presente pesquisa, a situação emergente da prática social diz respeito à disposição de azulejos em uma parede externa de uma construção civil, que adquire a forma de um painel ou mosaico decorativo. Com tal finalidade adquire um caráter de atividade humana, trabalho, pois é impulsionada por necessidade que faz emergir motivos, além de revelar uma intencionalidade que se objetiva em diversas ações e suas respectivas operações. Pedagogicamente, apresenta as condições para desvelar articulações de conceitos matemáticos e de meio ambiente mediadoras para o desenvolvimento de uma consciência ambiental transformadora. Portanto, superando as concepções conservadoras de meio ambiente e mesmo aquelas que se apresentam com críticas, mas que nada mais fazem do que alertar dos efeitos devastadores dos recursos naturais e meios de subsistência de toda a vida biológica, porém sem tomar como referência a verdadeira causa: as relações de produção.

Diante do exposto, a escolha da Educação Ambiental Transformadora e do Ensino Desenvolvimental como recursos teóricos e metodológicos, em detrimento à educação ambiental conservadora e o ensino tradicional, se mostram promissores a fazer frente às desigualdades e injustiças sociais resultantes da organização da sociedade sob o modo de produção capitalista, principal fator de degradação ambiental.

Daí a necessidade de se fundamentar no materialismo histórico e dialético, por explicar que os fenômenos e práticas sociais e, por extensão a consciência humana, são decorrentes do desenvolvimento histórico social. Portanto, produtos das relações sociais em que o elemento fundamental é o trabalho, o mediador do processo transformativo da natureza e do próprio homem (MARX, 2015).

É com essa compreensão e base teórica que, no próximo capítulo, é desenvolvido a proposição de ensino que procura revelar a articulação entre conceitos teóricos de matemática com a educação ambiental. Para tanto, apoia-se na tese materialista dialética e histórica da Teoria Histórico-Cultural de que: o desenvolvimento e a constituição da mente humana não são determinados por fatores biológicos, mas sim pelas relações sociais do indivíduo, na atividade humana, o trabalho.

3 SITUAÇÃO EMERGENTE DA PRÁTICA SOCIAL COMO MEDIAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Este capítulo é destinado à apresentação do processo analítico do objeto de estudo, propriamente dito. Busca o alcance dos objetivos da pesquisa que abrangem todos os aspectos referentes à concepção crítica que inter-relaciona a educação ambiental transformadora e educação matemática. Adota como referência, para um modo de organização do ensino, uma situação emergente da prática social, que dialoga criticamente com as atividades humanas que produziram aquela situação, um painel/mosaico decorativo de uma construção civil. Na explicitação dessas atividades, o foco são os respectivos conteúdos teóricos, como possibilidade de entendimento das múltiplas relações que elas carregam e a forma de entendimento de mundo, consciência, que desenvolve nos indivíduos (na escola, os estudantes). A culminância, decorrente do estudo da situação emergente do cotidiano, é a atividade de estudo, para qual a organização do ensino se propõe, em que, por exemplo, ocorre o desenvolvimento de conceitos matemáticos.

Nesse âmbito, é que se aventa a possibilidade para a formação de uma consciência ambiental crítica em concordância com Tozoni-Reis (2007):

> A formação de sujeitos ambientalmente responsáveis, comprometidos com a construção de sociedades sustentáveis, fundamento filosófico-político e teórico-metodológico da educação ambiental crítica, é uma ação política intencional e que, portanto, necessita de sistematização pedagógica e metodológica. (TOZONI-REIS, 2007, p. 217)

Para alcançar e abranger esse propósito, duas centralidades interconectadas, com base na situação emergente da prática social, conduziram a exposição. Uma delas é o desenvolvimento – com fundamentos na Teoria do Ensino Desenvolvimental – de um sistema de conceitual matemático em que recai no conceito teórico de equação do segundo grau. A outra é a discussão referente aos problemas ambientais na ótica da Educação Ambiental Transformadora, o que não admite soluções que realizam a compatibilização entre ambientalismo e capitalismo, ou opções moralistas que separam o comportamental do histórico-cultural. Na atual conjuntura de sociedade capitalista, onde a vida é banalizada, o individualismo impera e há a dicotomização na compreensão do ser humano como natureza, é necessário que a Educação Ambiental vise a *justiça social*, o *equilíbrio ecossistêmico* e a *indissociabilidade entre humanidade-natureza*. (LOUREIRO, 2003)

Contudo, importa esclarecer que a referência é a possibilidade a ser desenhada para o ensino do conceito de equação do segundo grau, não se trata do objetivo primeiro, mas a inter-relação entre matemática e a questão ambiental em uma perspectiva transformadora.

A indicação da equação do segundo grau é muito mais uma questão de delimitação, pois a escolha de outro conceito matemático, não alteraria o propósito, uma vez que a TED é um modo geral da organização do ensino. Portanto, compatível a todos os conceitos, não só matemáticos, para

se tratar o contexto da EAT. Afinal, no presente estudo, ambas as teorias têm a mesma matriz que as fundamentam.

3.1 OS PAINÉIS: EAT COMO CONTEXTO DE ANÁLISE

A adoção da situação emergente da prática social como mediadora do entendimento da relação entre ser humano e natureza e de apropriações conceituais em nível teórico, necessariamente, requer o direcionamento pelo pressuposto materialista histórico e dialético de que o desenvolvimento histórico decorre das relações sociais em que o elemento fundamental é o trabalho, a capacidade de transformar a natureza. (MARX, 2015). Desse modo, admitimos que a produção de um painel de azulejos (Figura 1) – situação emergente da prática social de referência no estudo – é manifestação de uma atividade de trabalho. De acordo com Saviani (2005, p. 94),

> O que se chama desenvolvimento histórico não é outra coisa senão o processo através do qual o homem produz a sua existência no tempo. Agindo sobre a natureza, ou seja, trabalhando, o homem vai construindo o mundo histórico vai construindo o mundo de cultura, o mundo humano.

Nesse sentido, Vasquez (1977 p. 422) corrobora ao afirmar que “as relações sociais, que fazem dos indivíduos homens reais, concretos, é que podem nos fornecer sua essência concreta”. Pelo trabalho, o homem não só produz materialmente, mas transforma a si mesmo e aos outros homens. Esta é, pois, a dimensão social do trabalho (BAPTISTA, 2010).

A disposição das pastilhas para a produção do painel/mosaico decorativo, à primeira vista, pode parecer um ato mecânico, principalmente, se o olhar for pela perspectiva ambiental conservadora. No entanto, na perspectiva da Educação Ambiental Transformadora, que possui base marxista, trata-se de uma atividade humana, a transformação da natureza pelo ser humano e, concomitantemente, a transformação do próprio ser humano (LOUREIRO, 2003). E, como tal, é movida por necessidades, geradora de motivos que requer condições para estabelecimento de tarefas, as quais desencadeiam ações que, por sua vez, se efetivam por tarefas particulares e suas operações (LEONTIEV, 1978; DAVÍDOV, 1988). Portanto, não é uma atividade isolada, pois decorre de outra, porém com uma característica comum: são produções históricas do homem em seu processo de desenvolvimento.

Nesse processo, a atividade primeira é a fabricação propriamente dita da pastilha, uma peça cerâmica, cuja matéria prima principal é argila, cuja utilização tem uma trajetória histórica, ao longo do desenvolvimento humano. Está vinculada à relação transformativa entre ser humano e natureza para satisfazer as necessidades, entre elas, de abrigo, utensílios domésticos e decoração.

A gênese data do período dos homens primitivos de perfil caçador, ao perceberem que poderiam se abrigar das intempéries e também de animais, nas cavernas e grutas, uma primeira noção

de habitação. Sua relação com a natureza era de retirar o necessário para a sua sobrevivência, de acordo com a necessidade do momento. A ideia de acúmulo de provimentos não existia na sua realidade. Na época, a característica nômade era dominante pela escassez dos itens necessários para o sustento humano. Por isso, partiam para outro lugar em busca de melhores condições. A descoberta do fogo e a utilização de outros materiais como, pedras, folhas, galhos e ossos, mostram a qualificação do uso dos recursos da natureza (EVES, 2004).

Com o aumento da complexidade de suas necessidades, o homem muda o perfil de caçador pelo de agricultor. Nesse âmbito, começa a produção de potes para armazenamento de água, mantimentos e sementes para o próximo plantio. Portanto, é nesse momento histórico, que o homem recorre à argila, material moldável quando umedecido e resistente quando cozida no fogo. Além de recipientes, também produz os primeiros esboços de telhas e tijolos para o melhoramento de suas habitações.

A utilização da argila para a produção de cerâmica, do grego '*kéramos*' (terra queimada), data de períodos muito remotos, como evidenciam as escavações arqueológicas, sendo o material mais antigo produzido artificialmente pelo homem (COOPER, 1987).

No momento dessa transição, os homens aprenderam a plantar e cultivar seus alimentos, bem como a domesticar alguns animais para auxiliar nesse processo. Nesse período de sociedade primitiva, os instrumentos de trabalho eram rudimentares, o que impossibilitava a vida solitária. Isso porque, para enfrentar as intempéries da natureza e a aproximação hostil dos animais selvagens, era necessário somar forças para a preservação da espécie humana. Assim, surgem as primeiras noções de propriedade comunitária da terra e o trabalho coletivo. Porém, sem a noção de propriedade privada sobre os meios de produção. Segundo Marx, "este tipo primitivo de produção coletiva ou cooperativa era, está claro, consequência da debilidade do indivíduo isolado, e não da socialização dos meios de produção"[4]. A relação com a natureza não era para propiciar excedentes, mas sim, o indispensável à sobrevivência.

Este perfil agrícola ocasionou uma nova forma de organização política que deu origem às primeiras cidades. Com o desenvolvimento dos instrumentos de produção, tornou-se possível a passagem da economia comunitária para a economia individual. Com essa mudança, houve a cisão entre as tribos pastoris, considerada a primeira grande divisão social do trabalho. Algumas dessas tribos aprimoram suas técnicas agrícolas, enquanto outras, seu processo pastoril.

Com a descoberta da fundição dos metais – cobre, bronze e estanho – surgiram novos instrumentos e novas ocupações de aspecto artesanal: a tecelagem, a ferraria e a olaria. Gradualmente, a produção do artesanato, conciliada à agricultura e pecuária, tornou-se impraticável. Sucedeu a segunda grande divisão do trabalho. Nesse contexto, as relações de troca ampliaram-se

[4] Esboço de uma carta de Marx a V.I. Zazulith, in K. Marx e F. Engels, Obras, t. XXVII, p. 681.

significativamente. O regime comunitário primitivo chegou ao fim com o surgimento da propriedade privada e das classes. (ENGELS, 1995)

As tribos ou clãs deram lugar às cidades-estados, que eram cercadas por uma zona rural. Podemos citar: o Egito (2.200-2.050 a.C e 1786-1575 a.C), os vales do rios Tigre e Eufrates (3000-2150 a.C) e a China (600 a.C, ou antes, até 221 a.C) (EVES, 2004).

Nos últimos séculos do segundo milênio a.C, ocorreram significativas mudanças econômicas e políticas. As grandes cidades-estados, como o Egito e a Babilônia, perderam prestígio e outros povos ascenderam ao poder. Dentre eles, vale mencionar os hebreus, fenícios, assírios e os gregos. Nesta época surgiu o alfabeto e as moedas o que fomentou a prática do comércio e as descobertas geográficas (EVES, 2004). Neste contexto, a visão estática de mundo, até então vigente, perde força para ceder espaço ao ambiente cada vez mais racional que propicia ao homem a fazer indagações.

Os estudos dos matemáticos Descartes (1596-1650), Galileu (1564-1642), Leibniz (1646 -1716) e, sobretudo de Isaac Newton (1642-1727), colaboraram para o surgimento da concepção mecanicista da natureza, fundada na lógica formal. Esse entendimento, de que tudo é estático, serviu para orientar as ciências positivistas inculcadoras da ideia de natureza como um mecanismo passível de transcrição em uma linguagem matemática.

Como diz Davídov (1988, p.135),

> A complexificação da prática e da comunicação, por uma parte, desenvolveu os meios de idealização e, por outra, levou à divisão da atividade laboral integral do homem entre o trabalho da cabeça planejadora e das mãos executivas. A consolidação dessa divisão teve suas causas históricas socioeconômicas. Por causas especiais se rompeu a unidade imediata dos aspectos contrapostos existentes no conteúdo das ações práticas.

Com o passar dos tempos, ocorre o afastamento gradual de conhecimentos diretamente vinculados com a realidade ligada à natureza. Isso ocorre abruptamente com o surgimento da divisão social do trabalho e das classes sociais, o que levou à dicotomização da atividade produtiva, entre o manual e o intelectual.

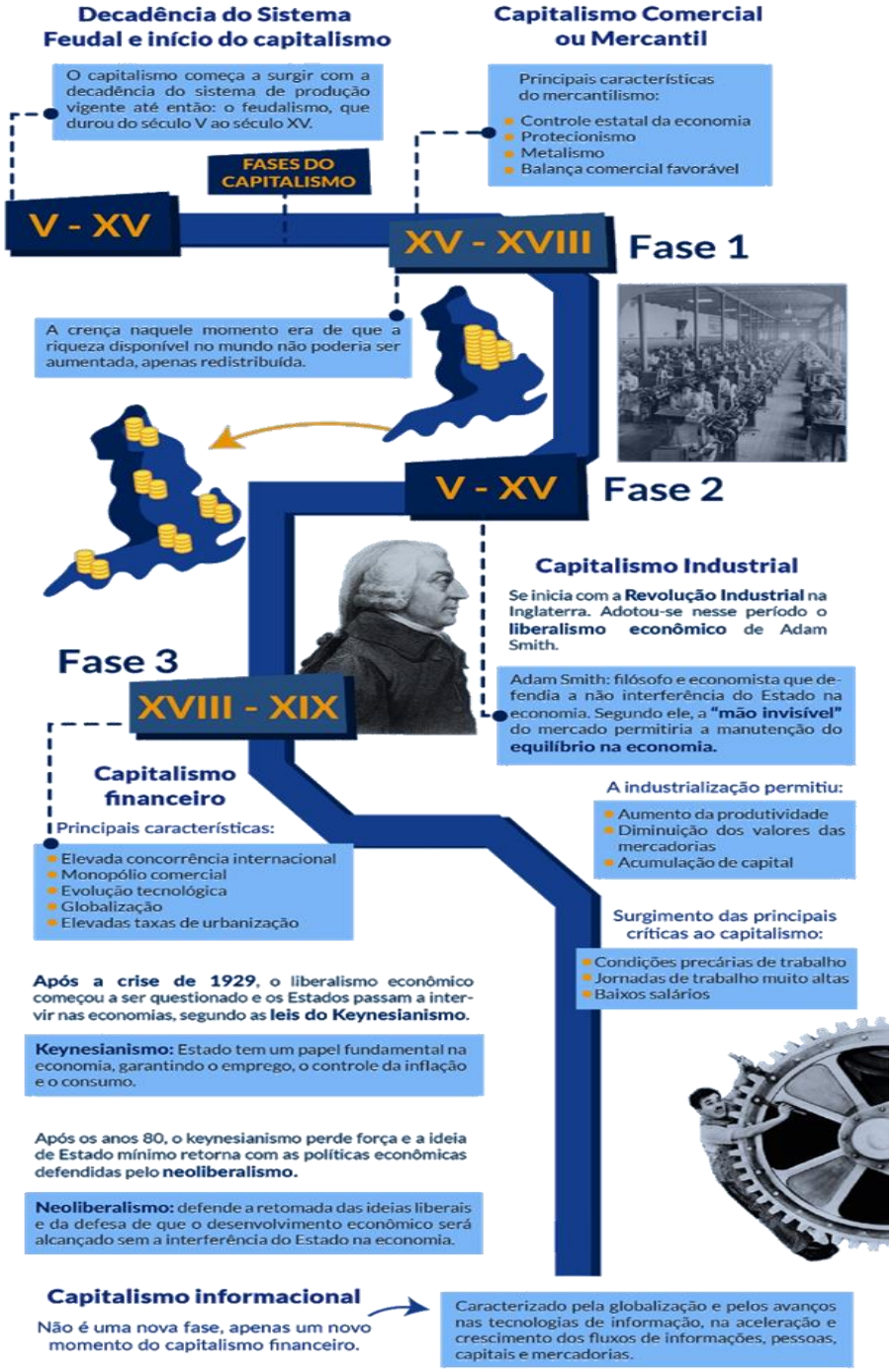
> A transformação essencial que caracteriza a consciência nas condições do desenvolvimento da sociedade de classes é a modificação que sofre a relação que existe entre o plano dos sentidos e o plano das significações nas quais se produz a tomada de consciência (LEONTIEV, 1978, p. 122).

O aumento da produção na pecuária, agricultura e artesanato, tornou a força de trabalho humano capaz de produzir mais do que o necessário para a sua subsistência. A inclusão de novas forças de trabalho tornou-se necessária e os prisioneiros de guerras que antes eram mortos, foram escravizados para suprir essa necessidade. Posteriormente, ao regime escravagista, ocorreu o regime feudal, que consistia na exploração dos camponeses pelos senhores feudais. Nesta sociedade, surgiu

sutilmente os primeiros esboços das formas da economia capitalista. Com as revoluções burguesas, o regime feudal chega ao fim. Por consequência, o capitalismo se instaura e com ele surgem novas classes: a exploradora, a capitalista, e a do proletariado, de homens privados dos meios de produção (LÊNIN, 1987).

A figura 3, a seguir, extraída do site Politize (2015), sintetiza o surgimento e fases do modo de produção capitalista.

Figura 3 - Início e fases do capitalismo.



Fonte: https://www.politize.com.br/sistema-capitalista-origem/

A partir desse momento histórico, a relação do ser humano com a natureza adquire uma nova dinâmica. A relação do capital com a natureza, conforme Harvey (2016) assume um dimensionamento totalmente distinto dos posicionamentos anteriores, por produzir uma resposta alienada em relação ao sistema ecológico. De acordo com o referido autor, o ecossistema torna-se:

> [...] funcionalista, projetado e tecnocrático. É privatizado, comercializado, monetizado e voltado para a maximização da produção de valores de troca (rendas, em particular) por meio da apropriação e da produção de valores de uso. Como todos os outros aspectos do capital, ele é cada vez mais automatizado. Emprega capital e energia intensivos e geralmente exige pouquíssima mão de obra. Na agricultura, tende a monocultura, à extração e, é claro, à expansão perpétua sob pressão do crescimento exponencial. Na urbanização, os subúrbios são igualmente monocultores, têm um estilo de vida que maximiza de forma espantosamente perdulária o consumo de bens materiais e gera um efeito social isolador e individualizante. O capital controla as práticas pelas quais os relacionamos coletiva e individualmente com a natura. Ele não considera nada além dos valores estéticos funcionalistas. Em sua abordagem nociva da beleza pura e da infinita diversidade do mundo natural (do qual todos fazemos parte), exibe qualidades totalmente infrutíferas. Se a natureza é fecunda, dada à perpétua criação de novidade, o capital corta essa novidade em pedaços e junta as partes em tecnologia pura. O capital carrega dentro de si uma definição seca não só da diversidade abundante do mundo natural, mas da tremenda potencialidade da natureza humana para fazer evoluir livremente suas capacidades e potencialidades. A relação do capital com a natureza e com a natureza humana é extremamente alienante (HARVEY, 2016, p. 241).

No século XIX, os escritos de Marx apresentam uma crítica ao modo de produção capitalista e suas consequências para a formação humana. Por decorrência, possibilitou uma nova relação de disputa de relações de produção (Socialismo e Capitalismo), o contexto do surgimento do materialismo dialético. A partir de então, surge experiências socialistas na Europa e em um país da América Central. Na atualidade, essas ideias opositivas e antagônicas ainda se manifestam em posicionamentos acadêmicos, científicos e políticos, entre os brasileiros.

Reafirma-se, pois, que os azulejos usados na produção do painel/mosaico – base pedagógica do presente estudo – se constitui como síntese de múltiplas relações humanas conectadas a tipos de sociabilidade de determinados tempos históricos. Além disso, é manifestação de uma produção humana de transformação da natureza, a cerâmica, que também tem uma gênese e um processo de desenvolvimento, em conformidade com uma determinada formação humana.

A cerâmica, para revestir as construções, data do século VI a.C. por gregos, persas e romanos. Posteriormente, se espalhou por toda Europa, principalmente, em Portugal e Espanha (COOPER, 1987). No século XVIII, ela torna-se matéria prima para obras sofisticadas de decoração de palácios, conforme figura 4.

Figura 4 - Painel da Sala dos Reis no Mosteiro de Alcobaça em Portugal

Fonte: http://conheciecurti.com.br/mosteiro-alcobaca.

A produção de cerâmica, nesse período, assume característica essencialmente artesanal, o que elevava seu valor comercial. Esse fator limitava o uso de revestimento cerâmico somente às classes com alto poder aquisitivo. Em outras palavras, seu uso indicava o status social, a divisão entre a nobreza e a plebe.

Com desenvolvimento industrial e a mecanização do processo de produzi-la, a cerâmica deixou de ser privilégio dos que tinham mais poder aquisitivo, tornando-se acessíveis a outras classes sociais.

No Brasil, a presença da cerâmica também é muita antiga e surge por meio das culturas indígenas. Constatou-se, por estudos arqueológicos, que data de aproximadamente 5.000 anos atrás, na Ilha de Marajó, localizada no estado do Pará. A cerâmica marajoara era de esmerada elaboração e de uma especificação artesanal que compreendia as técnicas de raspagem, incisão, excisão e pintura. Os modelos eram inspirados no corpo humano e, por vezes, em animais como cobras e lagartos em relevo. Relacionados aos objetos e utensílios, sobressaíam-se os bancos, estatuetas, rodelas-de-fuso, tangas, colheres, adornos auriculares e labiais, apitos e vasos em miniatura (SIMÕES, 1972).

A título de ilustração, é apresentada a figura 5, de uma das produções cerâmica produzidas pela civilização indígena da Ilha de Marajó.

Figura 5 - Urna de cerâmica, 400 a 1400 d.C.

Fonte: http://www.museunacional.ufrj.br/guiaMN/Guia/paginas/7/ilhamarajo.htm

De acordo com Simões (1972), a modernização do processo indígena ocorreu com o surgimento de olarias, com o início da produção de telhas, tijolos e louças. Posteriormente, como mais uma demonstração de o pensamento humano se desenvolve em conformidade com as necessidades sociais emergentes, esse processo tomou grandes proporções e originou a indústria de revestimentos cerâmicos nos moldes vistos atualmente.

A produção de cerâmica, no Brasil, é concentrada em algumas regiões. Destacando-se como polo internacional, a região circunvizinha de Criciúma, que detém, não só grandes indústrias do ramo do país, como empresa de porte médio e pequeno. Isso ocorre, localmente, com o fim do protagonismo da indústria carbonífera predominante. O setor cerâmico se fortaleceu por meio de incentivos estatais em recursos tecnológicos.

As pequenas empresas, basicamente as olarias (Figura 6), se caracterizam pela produção de tijolos e telhas, cuja matéria prima, argila, é extraída diretamente da natureza. Para tanto, requer procedimentos transformativo que envolve relações de trabalhos, adiante explicadas nesse texto.

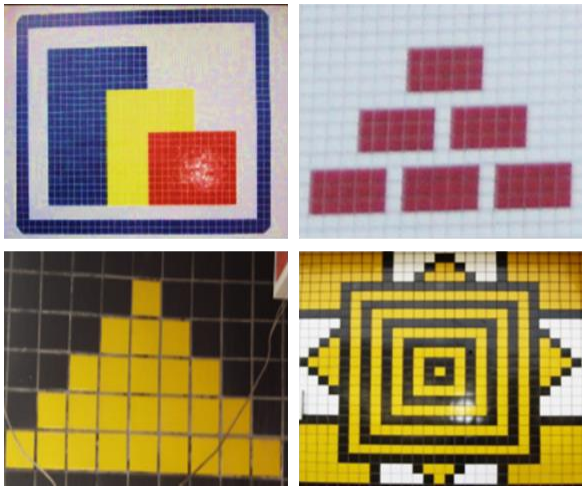
Figura 6 - Pequena empresa, olaria, localizada na região de Criciúma

Fonte:https://m.desciclopedia.ws/wiki/Morro_daFuma%C3%A7a#/media/Arquivo%3ACeramica04.jpg

Por sua vez, as grandes indústrias da região centram-se, basicamente, na produção de pisos e azulejos das mais diversas variedades e qualidade.

Com a produção desses artefatos cerâmicos, engenheiros, arquitetos e proprietários passaram a utilizá-los nas construções com duas finalidades: proteção, em substituição a pintura; e estética em forma de painéis/mosaicos como os que seguem (Figura 7). Parte de uma delas (recorte do primeiro painel inferior da direita) é que se tomou como situação emergente da prática social para fins desse processo de análise em desenvolvimento.

Figura 7 - Painéis selecionados de prédios da cidade de Criciúma-SC



Fonte: Damazio et. al (2014).

A exposição até o momento, na presente seção, mostra o processo histórico de desenvolvimento, relação ser humano /natureza, para atingir o estágio atual da situação da prática social de referência do presente estudo. Portanto, a atividade de construção daquele painel/mosaico requer um conjunto de atividades antecedentes, decorrentes de outras. Ou seja, não é algo isolado. A primeira delas é aquela referente à produção, propriamente dita, da pastilha, que requer um conjunto de ações com suas específicas finalidades e operações. Tomaremos, por exemplo, a pastilha proveniente da cerâmica vermelha, mais simples e quase artesanal ou semimecanizada. Uma delas é a busca na natureza da argila. A finalidade aqui está ligada à tarefa de extrair do solo a argila e levar à indústria cerâmica. A execução dessa ação, na atualidade, requer operações, no mínimo, envolvendo dois trabalhadores. O primeiro deles é o motorista da retroescavadeira, que retira a argila do solo para depositar em um caminhão. O outro é o motorista de caminhão que transportará a argila para a fábrica. Nesse local, outras ações requerem a participação de novos trabalhadores; dentre elas, citam-se: processar a preparação da argila, colocar em máquinas para cortá-la na forma de pastilha, secagem em forno de alta temperatura, controle da temperatura e do tempo, submissão à pintura, secagem da pintura, disposição de embalagem, dentre outras.

Posteriormente, decorre outra atividade: a venda para as lojas de materiais de construção ou diretamente para as grandes construtoras. Geralmente, é executada por representantes comerciais, cujos salários se apresentam numa escala bem superior em relação ao recebido pelos trabalhadores que se envolveram no processo de produção das pastilhas. Em muitos casos, são bem maiores que aqueles das diversas funções do setor produtivo, que também eram diferenciados: trabalhador braçal, designer, engenheiro, chefe de setores, entre outros. As pastilhas chegam à construção civil carregadas de ações humanas, que colocam patamares salariais diferentes às pessoas que fizeram com que elas se tornassem matéria prima para construção do painel.

Vale reafirmar que uma atividade humana, como a produção de um painel, não é isolada e estagnada. No entanto, há algo em comum entre os envolvidos: o motivo (salário para o trabalhador; o lucro para o proprietário da fábrica, o dono da loja de material de construção e o construtor). Mesmo suas peculiaridades estão inter-relacionadas e dependentes de outras. As especificidades podem estar nas suas ações e operações (LEONTIEV, 1978). Por exemplo, fazer a massa (com componentes específicos), separar as pastilhas pelas cores, espalhar o produto de fixação pela parede, dispor as pastilhas segundo um padrão, rejuntá-las. Cada uma delas tem um modo específico de ser executadas, operações. Todas são interdependentes com suas finalidades particulares. A não execução de uma delas implica em impossibilidade de produção do painel. A finalidade de cada ação, não está dada no objeto – dirige-se a ele para a sua efetivação – pois é algo do pensamento do(s) trabalhador(es). Como afirma Davídov (1988, p. 11),

> O conceito de atividade está internamente ligado ao conceito de ideal. O ideal é o vir-a-ser do objeto, que se torna real pela atividade do sujeito na forma de necessidades finalidades, imagens que surgem no sujeito. O plano do ideal existente no homem como ser social, graças aos significados linguísticos e outras formações semióticas e simbólicas, lhe permite prever, predizer e provar as ações possíveis para chegar realmente ao resultado objetal que corresponda a uma necessidade. O procedimento e o caráter destas ações determinam sua finalidade consciente.

Cada uma dessas finalidades não é uma produção daquele(s) trabalhador(es), criada naquele momento. Elas são produções históricas, emergentes de necessidades humanas surgidas em sua forma mais simples e vão se complexificando à medida que novas necessidades emergem. Isso ocorre, principalmente, no que diz respeito a interesse de facilitar – criar condições objetivas – para produzir com menos esforço e sacrifício, com mais qualidade, menos tempo e custo financeiro. Nas relações de produção capitalista, o desejo de produzir mais em menos tempo não é motivado pela intenção de melhorar as condições de trabalho, nem pensando no bem-estar do trabalhador. Pelo contrário, o seu sentido não está no indivíduo, mas no lucro e na mais-valia.

> A produção da mais-valia absoluta se realiza com o prolongamento da jornada de trabalho além do ponto em que o trabalhador produz apenas um equivalente ao valor de sua força de trabalho e com a apropriação pelo capital desse trabalho excedente. [...] A mais-valia relativa pressupõe que a jornada de trabalho já esteja dividida em duas partes: trabalho necessário e trabalho excedente. Para prolongar o trabalho excedente, encurta-se o trabalho necessário com métodos que permitem produzir-se em menos tempo o equivalente ao salário. A produção da mais-valia absoluta gira exclusivamente em torno da duração da jornada de trabalho; a produção da mais-valia relativa revoluciona totalmente os processos técnicos de trabalho e as combinações sociais (MARX, 2011, p. 578).

Contudo, a consideração a fazer é de que, independentemente do tipo de relações de produção, o homem se estagnaria, se imobilizaria ou se tornaria inerte sem a natureza (orgânica e inorgânica). Não existiria trabalho sem a relação com ela, uma vez que, nela, o homem encontra os recursos a transformar, necessários à sua sobrevivência. Porém, nada está dado de imediato, o que

gera a necessidade de movimento humano para uma relação transformativa e mediada. Aí está a gênese do trabalho e o desenvolvimento de todas as formas de atividade dele desdobradas, que determinam um tipo de consciência em relação à natureza, ao mundo e à sociedade.

Chegar ao nível de desenvolvimento da consciência em que a relação ser humano e natureza é imprescindível para a existência da vida, é o que apregoa a Educação Ambiental Transformadora. Nesse sentido, vale o argumento de Mészáros (2010) de que uma educação para formação de uma sociedade que tenha como parâmetro o ser humano requer um movimento social de superação da lógica desumanizadora capitalista, que tem como seus fundamentos o individualismo e a competição, e, portanto, trilha por premissas que orientam para oportunidades desiguais.

> A finalidade de uma Educação Ambiental que assimile a perspectiva dos sujeitos sociais excluídos não é o de reforçar as desigualdades de classes, mas, através do reconhecimento de que elas existem, estabelecer uma Educação Ambiental plena, contextualizada e crítica, que evidencie os problemas estruturais de nossa sociedade e as causas básicas do baixo padrão qualitativo da vida que levamos. (LOUREIRO, 2003, p.50)

Em uma concepção transformadora de Educação Ambiental, importa democratizar o acesso ao conhecimento, com o intuito de abranger toda a sociedade, não o restringindo a uma pequena parcela da população, e levando em conta as suas múltiplas contradições. Uma concepção que culmine na consolidação da Educação Ambiental como política democrática. (LOUREIRO, 2003)

3.2 O PAINEL COMO SITUAÇÃO EMERGENTE DA PRÁTICA SOCIAL E SUA BASE PEDAGÓGICA

Como dito anteriormente, adotar um painel de azulejo – objeto decorativo de uma construção civil – como prática social de referência para a organização do ensino com fundamentos na Educação Ambiental Transformadora e Teoria do Ensino Desenvolvimental, conclama por uma organização do ensino galgada por pressupostos teóricos, próprios do materialismo histórico e dialético. Um deles é de que o trabalho se constitui em fator ontogenético do desenvolvimento humano. E, como tal, é entendido como uma atividade mediadora da relação transformativa mútua entre ser humano e natureza.

Por decorrência, apresenta-se o segundo pressuposto de que o azulejo é um produto do trabalho humano – a natureza transformada e em processo de transformação – que, na atual sociedade, manifesta, além da divisão técnica (distribuição de ações), a social (classes distintas) que produz a consciência alienada. Isso porque, de acordo com Leontiev (1978), a consciência humana passou por um processo transformativo. Sua primeira transformação ocorre no momento da divisão social do trabalho que levou à separação da atividade intelectual e teórica.

A segunda é aquela que muda a sua estrutura interna, que se evidencia nas condições de sociedade de classe desenvolvida. Nela, os produtores separaram-se dos meios de produção. Por consequência, as relações entre os homens transformaram-se em alienadas, pois se estabelecem entre as coisas e separam-se do próprio homem.

> Esta <<alienação>> é criada pelos desenvolvimentos das formas de propriedade das relações de troca. Na origem, o trabalho do homem não estava separado das suas condições materiais. O homem encontrava-se em perfeita relação de unidade natural com as condições objetivamente necessárias à vida. Mas o desenvolvimento das forças produtivas desagrega inevitavelmente essa relação, o que se traduz pelo desenvolvimento das formas de propriedade. [...] Finalmente, a grande massa dos produtores transformam-se em operários assalariados, cuja única propriedade é a sua capacidade de trabalho. As condições objetivas da produção opõem-se lhe doravante enquanto propriedade estranha. Para viver, para satisfazer as suas necessidades vitais, vêem-se, portanto coagidos a vender a sua força de trabalho, a alienar seu trabalho. Sendo o trabalho o conteúdo mais essencial da vida, deve alienar o conteúdo da sua própria vida. (LEONTIEV, 1978, p.121, destaque do autor).

A consequência dessa alienação é o desencontro entre o resultado objetivo da atividade humana, no caso, a produção do painel, com o seu motivo, o salário. Inserido nas condições da sociedade capitalista, o pedreiro tem conhecimento e apropriações de significações só na medida em que é necessário para efetuar as operações de trabalho (fixação, ordem das pastilhas etc.). Porém, não tem, para ele, o sentido subjetivo de pedreiro. “Todavia, não é por aí que se caracteriza a sua consciência, mas pela relação que existe entre essas significações e o sentido pessoal que têm para ele as suas ações de trabalho. Sabemos que o sentido depende do motivo” (LEONTIEV, 1978, p.123). Por consequência, o sentido de produção do painel para o pedreiro é determinado por aquilo que o incita a construí-lo, o salário. De acordo com esse autor, a significação social do produto do trabalho não está escondida, por exemplo, do pedreiro. No entanto, ela é estranha ao sentido que o produto, painel, tem para ele. Isso se explica na situação em que, caso o trabalhador tivesse a possibilidade de escolher o seu trabalho, ele optaria por aquele de maior salário.

Contudo, conforme Davídov (1988), nesse contexto de alienação, há algo em comum entre as pessoas, mesmo de classes sociais diferentes, envolvidas na produção do painel (pedreiro, arquiteto, engenheiro, construtor, proprietário, auxiliares, etc.) e os seus observadores: um conhecimento basicamente empírico, por consequência das apropriações no contexto escolar. De modo geral, ambas as classes sociais não percebem o teor teórico dos conceitos, por exemplo, de matemática e de educação ambiental.

O valor pedagógico da situação emergente da prática social – painel/mosaico decorativo – para a organização do ensino, como veremos na sequência, está na possibilidade de articulação para a apropriação dos conceitos teóricos, em vez de seu conteúdo empírico, como, à primeira vista, parece estimular. O cuidado é para evitar a adoção do ‘princípio de caráter visual direto’ da escola tradicional que, segundo Davídov (1987, p. 149) resulta que “todos seus conteúdos e todos os seus métodos de ensino projeta exclusivamente a formação, nas crianças, do pensamento empírico”.

Nesse princípio, a apropriação diz respeito à capacidade de os escolares expressarem verbalmente as características externas dos conceitos. O pressuposto é de que o ensino tenha como ponto de partida a observação que permita a comparação sensorial de diversas situações – materiais ‘concretos’ ou fenômenos expostos, com a finalidade de detectar os componentes observáveis pelos órgãos dos sentidos.

Seguir tal princípio faz com que as ideias a serem desenvolvidas tenham características eminentemente empíricas, orientadas pela percepção visual. Por exemplo, a atenção dos estudantes na observação do painel/mosaico pode ficar restrita apenas: à indicação das cores amarela e preta das pastilhas; à forma quadrada delas (por sinal, quadrada é apenas as suas superfícies das bases maiores, e não à peça como um todo, que é tridimensional e se trata de um prisma), ao formato quadrado da superfície do painel, à contagem da quantidade de pastilhas no painel como um todo ou em suas partes.

Do mesmo modo, a percepção de meio ambiente ficaria restrito aos temas pontuais, como coleta seletiva de resíduos sólidos, economia de água etc., sem levar em consideração as múltiplas relações entre ser humano e natureza intermediada pelo trabalho. Desse modo, por não serem construídas no processo educativo, as soluções de problemas ambientais seriam superficiais, com foco em mudanças comportamentais. No caso do resíduo sólido, por exemplo, ele não é inserido de modo orgânico no planejamento pedagógico e nem tratado em sua complexidade e totalidade, pois comumente sua menção restringe-se ao processo de reciclagem. (LOUREIRO, 2003)

Uma característica do princípio do carácter visual direto na educação é que o pensamento se move do particular para o geral.

Por isso, a atenção no momento de condução da atividade de estudo na escola é para estabelecer uma relação entre elementos conceituais teóricos que se traduzem em modelos da conexão universal dos conceitos matemáticos e de meio ambiente. Isto caracteriza a ‘primeira ação de estudo’ do modo davydoviano de organização do ensino desenvolvimental. Mas, para que essa ação se efetive, a referência condutora é o ‘princípio de caráter objetal’ da atividade.

> O princípio do caráter objetal fixa a possibilidade e a conveniência de que os alunos descubram o conteúdo geral de certo conceito como base para a ulterior identificação de suas manifestações particulares. Aqui se afirma a necessidade da passagem "*do universal ao particular*". O "*universal*" se compreende como a conexão geneticamente inicial do sistema de conceito, a que em seu desenvolvimento e diferenciação gera toda sua concreticidade. Tal conceito de "universal" deve distinguir-se da igualdade formal fixada no conceito empírico” (DAVÍDOV; SLOBÓDCHIKOV, 1991, p.127, grifo dos autores).

Isso significa, segundo os referidos autores, que a resolução das tarefas possibilite que os estudantes adotem as operações específicas em relação aos objetos tanto revelar o conteúdo do futuro conceito, quanto reproduzir o conteúdo primário na forma de modelos (objetais, gráficos, verbais). Para cumprir esse princípio, trataremos das ações estudo, como indicadas na seção 1.2, com

proposição de tarefas particulares para cada uma delas.

A **primeira ação de estudo**, como o próprio princípio do caráter objetal anuncia, diz respeito à *transformação dos dados da situação a fim de explicitar a relação geral do sistema conceitual em processo de análise e apropriação*.

De início, para a discussão matemática, toma-se como referência o estudo de Damazio, Rosa e Freitas (2016). Tal adesão se justifica porque foi o projeto de origem do GPEMAHC em relação ao uso do painel. Mas, como alertado em certo momento, carece de continuidade que se apresenta no presente estudo.

Uma tarefa particular que poderá ser desenvolvida por estudantes, por exemplo, do nono ano do Ensino Fundamental, requererá dois elementos conceituais: medida e a contagem, dois componentes genéticos essenciais dos conceitos matemáticos (CARAÇA, 2003).

Segundo o autor, o processo de medição surgiu de relações do indivíduo para com o Estado, com base na propriedade privada, quais sejam:

a) Existe uma base econômica, que vincula o possuidor com a terra, que traz a necessidade de calcular sua *área*, a fim de estabelecer a quantidade de sementes a semear, o tempo de lavração, etc.

b) A determinação, tão aproximada quanto possível, da área da terra possuída – que exige todo contrato de venda, compra ou aluguel – é condição para as relações de indivíduo para indivíduo.

c) Há uma ligação do indivíduo para com o Estado, por decorrência da posse da terra, em que o valor do imposto depende da área da propriedade, além de outros elementos (CARAÇA, 2003).

Ao adotá-los, para analisar a produção do painel com teor pedagógico para a organização do ensino em perspectivas transformadoras, postula a superação de que os trabalhadores simplesmente movimentaram, mecanicamente, seu corpo para produzir a argamassa, pegar as pastilhas a fim de dispô-las na ordem proposta pelo projeto e fixá-las. Davídov (1988) explica que o movimento corporal do homem em atividade está associado à busca, à procura, na qual se inclui o processo da orientação para o devir. É um movimento vivo de uma ação, em vez de uma reação, e de solução de uma tarefa, em vez de resposta a estímulo externo. “A característica de maior relevância que distingue o movimento vivo do movimento mecânico é o fato de que o movimento vivo significa mais uma questão de superação do espaço e do tempo e do domínio destes dois fatores, do que uma questão de translocação de um corpo no espaço ou tempo” (DAVÍDOV, 1988, p. 34-35).

O movimento dos trabalhadores na execução do painel não é exclusividade do corpo biológico, mas traduz a universalidade do corpo pensante. Para explicar a capacidade do corpo pensante em planejar ativamente a trajetória de seu movimento no espaço, Davídov (1988, p.34-35) recorre a Spinoza com a seguinte citação:

> A mão humana pode se mover segundo a forma de um círculo, segundo a forma de um quadrado e segundo a forma de qualquer outra figura geométrica, por mais complexa e tão extravagante que seja, revelando assim que em termos estruturais e anatômicos, esta mão não

> é predestinada a executar qualquer uma das “ações” acima mencionadas; precisamente por isso é capaz de realizar qualquer uma delas Nesse aspecto a mão se difere, por exemplo, de um compasso que desenha um círculo com uma precisão bem maior que a mão, mas que não consegue desenhar um triângulo ou um quadrado... Em outras palavras, a ação (ainda que na forma de uma translocação espacial, na forma do mais simples ou óbvio evento) de um corpo “não-pensante” está determinada pela sua própria organização interna própria, por sua natureza e, de forma alguma, coincide com a forma de outros corpos entre os quais se move. Portanto, esse corpo desestrutura a forma dos outros corpos ou desestrutura si próprio, quando se defronta com o que considera ser um obstáculo insuperável.

Subjacente a esses pressupostos está o conteúdo pedagógico da atividade dos trabalhadores, objetivada na produção do painel. No âmbito de tais pressupostos, é possível a orientação aos estudantes, pelo professor, para eles perceberem que o pedreiro, necessariamente, tenha colocado as pastilhas (azulejos) uma a uma. Portanto, cada uma delas se constitui como uma unidade básica, que pode ser identificada com uma letra, aqui adota-se A. Assim, a origem do painel, primeira etapa, é uma unidade, a pastilha central de cor amarela (Figura 8).

Figura 8 - Primeira etapa da construção do painel/mosaico, matematicamente com a unidade básica A

A

Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

Portanto, a figura 8 é adotada como unidade de medida (A). A contagem da quantidade de unidade em cada figura se dá pela comparação entre a área A (unidade) com as demais áreas. Em outros termos, indicam-se quantas vezes A cabe, respectivamente, nas figuras subsequentes. A medida, relação entre grandezas mesma espécie, é a base genética essencial (o geral) de todos os conceitos matemáticos tratados no ensino fundamental (DAVÝDOV, 1982).

Os estudos (ROSA, 2012; DAMAZIO, ROSA, FREITAS, 2016, entre outros) do modo davydoviano de organização do ensino desenvolvimental, com base nos livros didáticos produzidos para adoção desse sistema educativo, recomendam que o processo de medição não seja caracterizado exclusivo pela contagem, o que lavaria apenas a apropriação conceitual em nível empírico. Para tanto, adota-se como elemento mediador a representação por segmentos de reta e na própria reta numérica. Com isso, se afastaria da percepção eminentemente manual e visual para a adoção de componentes conceituais matemáticos. Assim, a unidade ( ) básica A também é representada por um segmento de reta numérica:

Além disso, é conveniente que os estudantes façam a representação de sua área:

Por se tratar de uma relação de medida, a ideia central é: quantas vezes a unidade de medida cabe na grandeza a ser medida. No caso da figura 8 anterior, quantas vezes a unidade básica

A cabe nela própria que, em termos de representação matemática, é: $\frac{A}{A} = 1$. Essas formas de representação configuram o que Davýdov (1982) considera de interconexão entre álgebra (letra), geometria (reta) e aritmética (signos numéricos).

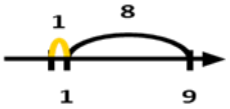
A construção da segunda etapa requereu por parte do pedreiro e talvez do seu ajudante, o acréscimo de **oito (8)** novas unidades (A) básicas (agora, pastilhas pretas) em seu contorno, até que formasse uma nova figura (9) de superfície quadrada, o que totaliza **nove (9)** unidades de área.

Figura 9 - Segunda etapa da construção do painel/mosaico.

B

Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

Essa nova medição, que se refere a quantas vezes A cabe em B, levaria os estudantes às seguintes representações matemáticas, na interface álgebra, geometria e aritmética: $\frac{B}{A}$ = 1 + 8 = 9 unidades em que a superfície quadrada A passa ser considerada a unidade básica e B a superfície da figura.

Na reta numérica: B 

O novo quadrado: B

A área desse quadrado: $9u^2$.

A terceira etapa do processo de produção do componente decorativo da construção (Figura 10) requereu que os trabalhadores fizessem outro contorno de pastilhas no que até então tinham construído. Para tanto, foi necessária a colocação de mais **dezesseis (16)** pastilhas (cor amarela). Com essa ampliação, o painel passou a ter **25 pastilhas** (unidades básicas).

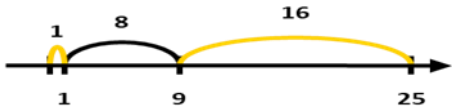
Figura 10 - Terceira etapa da construção do painel/mosaico.

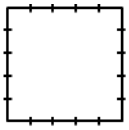
C

Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

Em termos conceituais matemáticos, essa disposição dos ladrilhos continua com o

raciocínio aditivo no âmbito de uma sequência numérica, que também se traduz por bases geométricas e algébrica, como segue:

Na reta numérica: C 

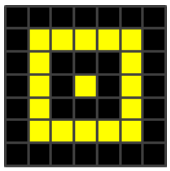
O novo quadrado: C 

A área desse quadrado: $25u^2$

A relação de medida entre a unidade A e a grandeza área C gera o seguinte componente matemático: $\frac{C}{A} = 1 + 8 + 16 = 25u^2$.

Para a quarta etapa, o pedreiro e ajudante tiveram que dispor, na produção anterior, **vinte quatro (24)** pastilhas de cor preta (Figura 11). Por consequência, o painel passa a ocupar uma superfície na parede do prédio de **quarenta e nove (49)** pastilhas.

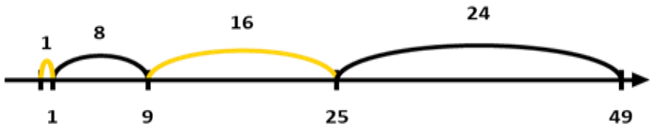
Figura 11 - Quarta etapa da construção do painel/mosaico.

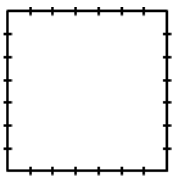


D

Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

O acréscimo das vinte quatro unidades de área expande a sequência numérica e, por decorrência, os valores da reta e a extensão da área do quadrado. A orientação didática, por parte do professor, é para que os estudantes centrem-se na regularidade caracterizada pela: operação de adição sequenciada, pela expansão da reta e da área do quadrado formado. Atentos a estas observações, eles farão as devidas representações:

Na reta numérica: D 

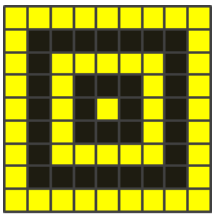
O novo quadrado: D 

A área desse quadrado: $49u^2$

Desse modo, a sequência da relação de medida entre a unidade A e a grandeza área D, assim se expressa: $\frac{D}{A}$ = 1 + 8 + 16 + 24 = 49u^2.

A quinta etapa se refere ao acréscimo de mais **trinta e duas (32)** pastilhas amarelas, conforme figura 12, que passou a totalizar a quantidade de oitenta e uma (81) unidades básicas, pastilhas.

Figura 12 - Quinta etapa da construção do painel/mosaico.

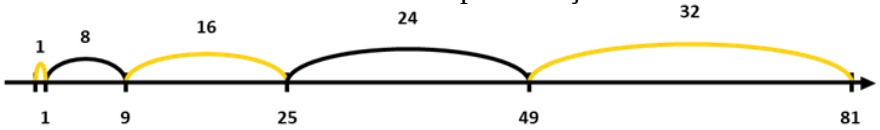


E

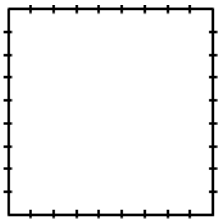
Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

O repertório matemático se mantém com a diferença em relação às etapas anteriores, com o aumento do número de unidades e, consequentemente, da expansão da área do quadrado formado. Essa regularidade é base para que os estudantes continuem com as representações matemáticas:

Na reta numérica: E



O novo quadrado: E

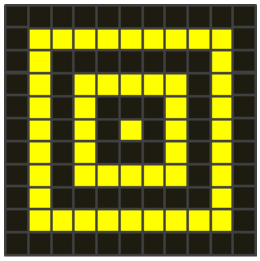


A área desse quadrado: 81u^2

Por fim, os estudantes se proporão à representação da relação de medida entre A e E, qual seja: $\frac{E}{A}$ = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 = 81u^2.

A sexta etapa, ou seja, a finalização do painel requereu um contorno nas partes anteriores com a fixação de mais **quarenta (40)** pastilhas (figura 13).

Figura 13 - Sexta etapa da construção do painel/mosaico

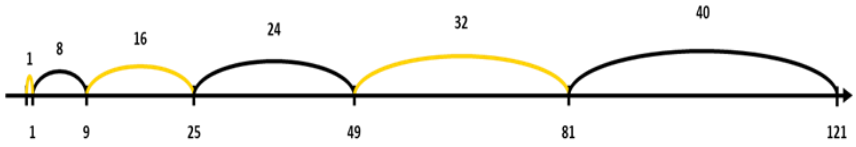


F

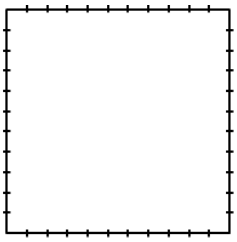
Fonte: Elaboração nossa, com base em Damazio, Rosa e Freitas (2016).

A conclusão, certamente, despertou nos dois trabalhadores o sentimento de que produziram a contento o painel. Portanto, cumpriram a tarefa estabelecida para as suas atividades, ligada à finalidade da ação de produção daquele objeto decorativo. Esse sentimento deve ser referência para análise dos estudantes a partir do conceito da relação ser humano /natureza e relações de trabalho. A partir de então, eles apresentam as representações matemáticas do painel, situação emergente da prática social, como um todo:

Na reta numérica: F



O novo quadrado: F



A área desse quadrado: $121u^2$

Decorrentemente, a representação da relação de medida entre A e F, qual seja: $\frac{F}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 = 121u^2$.

Feitas as anotações matemáticas, sugere-se aos estudantes alguns questionamentos sobre a possibilidade de continuidade do painel. É possível que eles se envolvam num movimento de pensamento para a produção, provavelmente, de muitas respostas. Uma delas é de que se manifestem as ideias conceituais intuitivas de infinito e finito. No entanto, essas noções matemáticas não podem vir desarticuladas das relações de trabalho e seus efeitos. Por exemplo, a ideia de finito se vincula com a necessidade de concluir uma determinada ação de uma peculiar atividade. Ou seja, é impossível naquelas circunstâncias aumentar muito o tamanho do painel, uma vez que existem as limitações de espaço na parede e mesmo na própria construção, pois, como sabemos, desde os egípcios da antiguidade, existe a demarcação do espaço a ser ocupado por uma construção.

Porém, no pensamento humano, matematicamente, rompe-se com tais delimitações. Por

consequência, a sequência aditiva numérica se torna infinita, como são os números. Sua representação é: $\frac{Z}{A}$ = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 + ..., com A sendo a unidade básica e Z a grandeza área a ser medida.

Por sua vez, uma das formas passíveis de representação de sequência finita apresentadas pelos estudantes seria: $\frac{Z}{A}$ = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 + ... + (1 + 8n) = p^2, com A sendo a unidade básica, Z a grandeza área a ser medida e p a soma dos termos da sequência. Com isso, não se quer dizer que tal representação seja correta. A pretensão é mostrar evidências de que o ensino desenvolvimental traz como premissa que, aos estudantes, seja oportunizada a constante ação investigativa. Isso postula a elaboração de perguntas e hipóteses e a produção de respostas, que, ao serem explicitadas para o grupo, convertem-se em mediação para: correções, aceitação, refutação, comprovação, destaque de elementos conceituais da relação essencial dos conceitos para a elaboração de síntese, que se traduzirá num modelo, foco da segunda ação de estudo.

O importante, na primeira ação de estudo, é que os modos matemáticos de representações tornam-se mediadores para afastar o pensamento dos estudantes do apenas observável no fenômeno. Os componentes conceituais matemáticos de teor algébrico, geométrico e aritmético se apresentam como elementos articuladores entre o sistema conceitual (VIGOTSKI, 2001) em processo de elaboração e de devir. Caso ficassem só nos aspectos imediatos e na espontaneidade dos estudantes, as apropriações pertinentes à análise do painel poderiam ficar, por exemplo, que na construção há uma sequência alternada de pastilhas amarelas e pretas.

A **segunda ação de estudo** é a *modelação da relação geral em forma gráfica e literal*. Nela, o foco é a proposição de tarefas particulares que oportunize que os estudantes, a partir dos elementos conceituais identificados e destacados na primeira ação, evidenciem aqueles sem os quais o sistema conceitual não existiria para elaboração de um modelo (objetal, gráfico, esquema, semântico, literal).

A perspectiva Materialista Histórica e Dialética concebe a "modelagem como um processo revelador da gênese e do desenvolvimento de atividades humanas, principalmente no âmbito da produção, transmissão e apropriação de conhecimento" (ROSA, MOURA, DAMAZIO, 2019, p. 326). Davídov (1988, p. 133) adota a definição de modelo extraída de V. Sthoff: "Um sistema representado mentalmente ou realizado materialmente que reflete ou reproduz o objeto de investigação e sendo capaz de substituí-lo de maneira que seu estudo nos dá nova informação sobre o objeto". Constitui-se produto e meio para a realização de uma atividade cognoscitiva. É uma forma de abstração que explicita as relações essenciais fixadas no objeto, representadas com elementos materiais ou semióticos (ROSA; MOURA; DAMAZIO, 2019). A modelação, no modo davydoviano de organização do ensino, torna-se centralidade em todas as ações da atividade de estudo.

No que diz respeito ao conceito de meio ambiente na perspectiva da Educação Ambiental

Transformadora, na sua interface com a Educação Matemática, a análise histórica que se traduziu no estudo da situação emergente da prática social (o painel), os estudantes destacam componentes conceituais, tais como: natureza, homem, transformação, trabalho, relações de produção, desenvolvimento humano, relações de poder, exploração, classes sociais, alienação, entre outros. Mas, de todos esses conceitos, há aqueles que se tornam centrais, pois, sem eles, o sistema não desencadearia uma série de inter-relações. É possível que os estudantes, com a participação orientada do professor, adotem alguns destes conceitos e formam esquemas e suas conexões, com a correspondente explicação e justificativa. A exposição ao grupo torna-se referência para as interpretações que produzem a síntese consensual como os devidos fundamentos, velados pelo professor.

É nesse processo bem orientado pelo professor que os estudantes, consensualmente, elaboram o modelo (Figura 14), em forma de esquema, do que consideram a relação substancial, geneticamente inicial do conceito.

Figura 14 - Modelo da relação essencial do conceito de meio ambiente

Fonte: Produção nossa

O modelo apresenta a relação essencial do conceito de meio ambiente em uma perspectiva materialista histórica dialética e traz os três componentes que caracterizam uma concepção da presença do homem no mundo com dependência direta da natureza. Revela, pois, a existência da relação que gera a transformação de ambos, movida pela mediação do trabalho. Ela se torna relação essencial, universal, pois move todas as atividades e respectivas ações humanas, portanto, não se manifesta somente na singularidade da produção daquele painel decorativo. Dela é que se desencadeiam todas as consequências, boas ou ruins, da atuação humana com respeito à natureza. Dito com outras palavras, é o modo pelo qual se produzem as características de humanidade, sob determinadas condições objetivas e subjetivas de opressão ou libertação de grupo de indivíduos sobre outros. Enfim, produz os modos humanos de produzir e pensar, de se desenvolver.

Trata-se, então, da relação geradora de conhecimento, pensamento, que, por exemplo, põe um conjunto de pessoas a planejar e a executar aquela prática social, o painel, que se transformou em meio pedagógico para a elaboração de conceitos matemáticos em situação escolar.

E, por sua vez, traz elementos para a constituição do modelo da relação essencial do sistema de conceitos, evidenciados na ação de estudo anterior.

Na oportunidade, com base na produção da sequência de painéis, desencadeou-se um processo de análise que, aos poucos, apresenta as relações pertinentes ao vislumbramento do estudo teórico do conceito de equação do segundo grau. Ou seja, as condições didáticas faziam corresponder à primeira ação de estudo de Davídov (1988) de transformar os dados da tarefa a fim de anunciar a revelação da relação universal do objeto estudado.

Para atingir o objetivo, fez-se necessário a adoção da figura A como unidade de medida para saber a quantidade de unidades de área em cada figura do painel. A contagem se dá pela comparação entre a área A (unidade) com as demais áreas. Em outros termos, indica quantas vezes A cabe, respectivamente, nas demais figuras. Ao analisar a construção da última etapa, isto é, do painel propriamente dito, chegou-se na sequência: $\frac{F}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 = 121\ u.a.$

No entanto, ficar nela, mesmo com todo o seu aparato matemático, correria o risco de uma conotação empírica. Por isso, a tarefa agora é chegar a uma relação essencial, o que requer um afastamento ainda maior da relação com o painel para centrar na análise da construção das sequências, individualmente, a partir da primeira, e no seu todo. Vale frisar que todas essas elaborações já possuem um teor teórico, uma vez que traz a medida, relação entre grandezas, é a base genética essencial (o geral) de todos os conceitos matemáticos (DAVÝDOV, 1982).

Dessa relação (quantas vezes A cabe nas demais figuras), obteve-se cada uma da sequência numérica, representativa da quantidade de unidades de cada painel. A orientação, aos estudantes, é para que atentem ao somatório de cada uma das seis sequências, para que concluam de que se trata de *quadrados dos números ímpares,* isto é, potência da sequência de números ímpares. A sugestão é que reproduzam as sequências com o acréscimo da representação na forma de potenciação, conforme segue:

$$\frac{A}{A} = 1 = 1\ u.a = 1^2$$

$$\frac{B}{A} = 1 + 9 = 9\ u.a = 3^2$$

$$\frac{C}{A} = 1 + 8 + 16 = 25\ u.a. = 5^2$$

$$\frac{D}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 = 49\ u.a. = 7^2$$

$$\frac{E}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 = 81\ u.a. = 9^2$$

$$\frac{F}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 = 121\ u.a. = 11^2$$

Nesse momento, a observação para a qual os estudantes devem ser orientados é para a possibilidade de elaboração de algumas inferências matemáticas, com base em conhecimentos já elaborados no processo escolar:

a) Os números ímpares têm como notação algébrica 2n-1;

b) A representação genérica do quadrado de um número ímpar é $(2n-1)^2$.

A partir daí se apresentam outras configurações de procedimentos matemáticos orientadores de novas notações algébricas para atingir um modelo literal geral, o qual mais adiante será referência para a efetivação da terceira ação de estudo.

Uma possibilidade é o professor orientar os estudantes para que retomem a representação da sequência finita, quando na primeira ação de estudo ocorreu a discussão referente ao finito e infinito, qual seja: $\frac{Z}{A} = 1 + 8 + 16 + 24 + 32 + 40 + ... + (1 + 8n) = p^2$ (A sendo a unidade básica, Z a grandeza área a ser medida e p a soma dos termos da sequência). A partir dela, uma modificação é pertinente: substituir p^2 por $(2n-1)^2$.

Fruto dessas análises, a representação do modelo da relação essencial matemática da construção do painel é: $\frac{Z}{A} = (2n-1)^2$, em que *Z* é grandeza a ser medida em cada etapa da construção do painel, *A* a unidade de medida e n é o número de unidade necessária para construir cada contorno (etapa). Elaborado o modelo revelador da relação matemática essencial – que dá o número de pastilhas utilizadas em cada etapa ou, inversamente, a posição da figura quando se sabe o número de pastilhas utilizadas – a tarefa que pode se desdobrar sugere a comprovação da efetividade do modelo. Para isso, valem algumas situações como exemplos:

Determinar o número de pastilhas gastas na quinta etapa, isto é, n = 5.

De $\frac{Z}{A} = (2n-1)^2$, têm se:

$\frac{Z}{A} = (2n-1)^2$

$\frac{Z}{A} = (2.5-1)^2$

$\frac{Z}{A} = (10-1)^2$

$\frac{Z}{A} = (9)^2$

$\frac{Z}{A} = 81$, ou seja, na quinta etapa foram coladas 81 pastilhas.

A situação inversa seria propor que os alunos resolvessem: Em qual etapa foram usadas 81 pastilhas?

A resolução seria:

$\frac{Z}{A} = (2n-1)^2$

$81 = (2n-1)^2$

Essa situação levaria os alunos a perceberem que teriam de recorrer a conhecimentos algébricos, normalmente desenvolvidos/apropriados no oitavo ano, por envolver um dos produtos notáveis e binômios, mais especificamente, o quadrado da diferença de dois termos algébricos. Com isso, a resolução:

$81 = (2n)^2 – 2.2n.1 + 1^2$

$81 = 4n^2 - 4n + 1$

Daqui em diante, o máximo que os estudantes poderiam acrescentar é:

a) Igualar a zero, o que possibilitaria a junção de -81 + 1, o que resultaria em $4n^2 - 4n – 80 = 0$.

b) Perceber que seus conhecimentos ainda não possibilitariam a determinação do n por se tratar de uma equação do segundo grau.

Chegar a situações de impasse como essa é própria do ser humano em atividade. Elas emergem e trazem consigo motivações para a sua solução. Configuram-se, pois, como a constituição de uma zona de desenvolvimento proximal e, portanto, trazem a necessidade de um ambiente de colaboração – professor, aluno – para atingir um novo nível de elaboração do pensamento conceitual.

Aqui, provavelmente, há alunos que buscariam alternativas, mas com a probabilidade de não chegar ao resultado n = 5. A única chance é pela tentativa de atribuição de valores quaisquer para o n até que satisfaçam a igualdade, o que o professor esclareceria que era um procedimento adotado ainda no fim da Antiguidade e na Idade Média. Porém, é excessivamente demorado e limitado. Na atualidade, existem modelos matemáticos que dão a solução desses tipos de equação com abrangência para todos os tipos de números (naturais, inteiros relativos, racionais, irracionais, reais e complexos). Portanto, essa situação possibilita a emergência de uma necessidade conceitual, a equação do segundo grau, que prescinde de um novo modelo. Por isso, a imersão na terceira ação de estudo em busca de novas tarefas que levam à elaboração dos dois modelos: um relacionado ao conceito no contexto da Educação Ambiental Transformadora e outro da especificidade do referido conceito matemático,

A **terceira ação de estudo** diz respeito à *transformação do modelo de modo que proporcione o estudo de suas propriedades em forma pura*, que requisita a retomada das elaborações das ações anteriores. Em todo o processo de exposição, a preocupação foi evidenciar que a relação do ser humano com a natureza é uma questão ontológica, isto é, de formação da sua humanidade e, por extensão, da própria consciência coletiva e individual (LEONTIEV, 1978). Trata-se, pois, de uma relação mediada por instrumentos – produzidos com elementos da própria natureza – que põe o homem em atividade de trabalho. E, como tal, é movido por um modo de produção que determina seus aparatos objetivos e subjetivos, por decorrência, do motivo que lhe é peculiar. Como visto enfaticamente no decorrer da exposição referente à investigação do objeto de estudo, é uma relação de conteúdo transformativo que gera todo o modo humano de se relacionar, de vida, quer no âmbito da produção intelectual, emocional e material.

Isso significa dizer que as produções humanas são passíveis de superação e transformação. Ou seja, chega num estágio de desenvolvimento que não pára por ali, mas fica em processo de devir, em estado de possibilidade. No dizer de Vigotski (2001), em processo de constituição de nova ZDP, isto é, de condições para atuar cooperativamente, em busca das qualidades

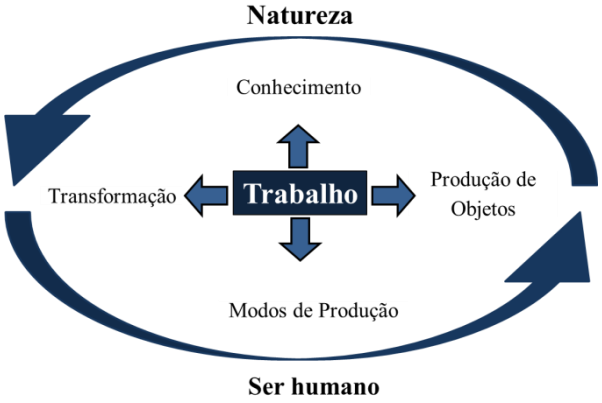
humanas ainda não apropriadas/desenvolvidas para atuar independente, sem perder de vista caráter de dependência.

É com tal compreensão que se apresenta a terceira ação para o desenvolvimento, nos estudantes, da atividade de estudo (DAVÍDOV, 1988). Na especificidade das apropriações conceituais, com base na situação emergente da prática social – painel decorativo –, os modelos produzidos se constituem como meio de interpretar e resolver situações de análise, com base neles por conter inter-relacionados os elementos que foram se apresentando com base de uma gênese. Esta, no caso da Educação Ambiental, é relação de teor transformativo entre ser humano e natureza.

Sendo assim, para a elaboração do modelo transformado – com base naquele produzido na ação anterior – faz-se necessária a análise que aponte a necessidade de acréscimo de outros componentes conceituais e permita a sua adoção em um conjunto de tarefas particulares. Se, até então, o modelo contemplava os componentes ser humano/natureza/trabalho, há que se buscar outros elementos conceituais, que foram elencados nas discussões anteriores. Eles ampliarão as significações dos anteriores, principalmente, no que se refere ao elemento mediador do modelo anterior. Então, a referência analítica é o trabalho que, sem a explicitação do contexto, traria a ideia estática de sua constituição. Numa perspectiva crítica de base materialista histórica e dialética, o trabalho só assume o papel de mediador na relação ser humano/natureza se entendido no âmbito de um modo de produção, que não basta explicitar. O importante é caracterizá-lo como produtor de relações de poder, geradoras ou não de alienação, dependendo do modo de produção (primitivo, escravagista, feudal, capitalismo, socialismo); transformação da natureza e do próprio ser humano, por consequência da produção de objetos físicos e intelectuais.

Com base nessa análise e num ambiente de diálogo e cooperação, estudantes e professores proporão o modelo transformado (Figura 15).

Figura 15 - Modelo transformado da relação essencial de Educação Ambiental.



Fonte: Elaboração nossa.

O novo modelo caracteriza-se pela inclusão de componentes geradores de propriedades que tornam sua abrangência mais ampla para o entendimento da essência de conceitos relacionados

às vinculações: ser humano e natureza, ser humano e ser humano, que produzem a vida, a humanidade. Desse modo, é possível que os estudantes extrapolem o entendimento de que essas complexas inter-relações não ocorrem somente na situação de produção do painel, mas em qualquer atividade humana.

E, no que diz respeito à Educação Matemática (que também traz subjacentemente a mesma relação), os componentes conceituais iniciais se constituíram na relação entre grandezas e a contagem com ideia aditiva de múltiplos de oito que se acrescem à unidade. O modelo anterior, $\frac{Z}{A} = (2n-1)^2$ ou $\frac{Z}{A} = 4n^2 - 4n + 1$, só possibilitou o cálculo do número das pastilhas usadas em cada etapa da construção do painel, pois bastava substituir a incógnita n pelo seu valor, o que recairia numa expressão apenas aritmética. Portanto, desaparecia o teor algébrico. A situação inversa, a determinação da etapa em que foi usada uma certa quantidade de pastilha, faz com que a base algébrica permaneça, o que evidencia a presença do conceito de equação do segundo grau à mercê de um modo geral de resolução.

Contudo, ainda importa levantar questionamentos aos alunos, para que destaquem dois elementos conceituais essenciais que caracterizaram a equação do segundo grau: o quadrado geométrico, uma vez que as figura do painel – inclusive aquelas formadas em cada etapa de sua construção – apresenta uma superfície de um quadrado; e o quadrado algébrico, no caso, $(2n - 1)^2$. Portanto, a equação do segundo grau tem como base genética o quadrado. Esta surge com mais ênfase no contexto histórico da Idade Média, em meio à preocupação de produzir uma fórmula resolutiva da equação do segundo grau. Naquele momento, se apresentaram dois métodos de resolução: o de completar quadrados e o aditivo. Esses dois métodos serão imprescindíveis para proceder a transformação do modelo, que se resumirá na fórmula resolutiva de equação do segundo grau.

Os dois métodos, ambos com teor algébrico, aritmético e geométrico, eram manifestações de uma álgebra bem desenvolvida entre egípcios, babilônios, gregos e hindus (os chineses também resolviam algebricamente a equação, mas por tentativas, pois atribuíam valores aleatórios até chegar à solução).

Por exemplo, os hindus (500 a.C) resolviam a equação pela interpretação geométrica e algébrica de completar quadrados, o que não fazia sentido falar em raízes negativas. A título de ilustração, considera-se a notação genérica: $\mathbf{ax^2 + bx = c}$. Para completar o quadrado algébrico, é necessário que se multiplique o termo independente c pelo coeficiente de x^2, a, ou seja: a.c. Como se trata de uma igualdade, o mesmo processo deve ser feito ao termo $ax^2 + bx$, resultando em:

$$a^2x^2 + abx = ac$$

Posteriormente:

Adicionar o quadrado da metade do termo em x.

$$a\,.\,c + (\frac{b}{2})^2$$

Extrair a raiz quadrada da soma anterior e subtrair a metade do termo em x.

$$\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac} - (\frac{b}{2})$$

Dividir pelo coeficiente de x^2.

$$\frac{\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac} - \frac{b}{2}}{a}$$

Isso resultaria em $x = \frac{\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac} - \frac{b}{2}}{a}$

Geometricamente, a explicação ocorre com base na figura 16.

Figura 16 - O método de resolução hindu.

$^1/_2\,abx$	$\left(^b/_2\right)^2$
a^2x^2	$^1/_2\,abx$

Fonte: Elaboração nossa com base no método hindu.

Como $ax^2 + bx = c$, substituindo $a^2x^2 + abx$ por $a.c$: $a\,.\,c + (\frac{b}{2})^2$ *

Por sua vez, a área total do quadrado é $(ax + \frac{b}{2})^2$ e seu lado $ax + \frac{b}{2}$ **

De * deduzimos que o lado do quadrado será: $\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac}$ ***

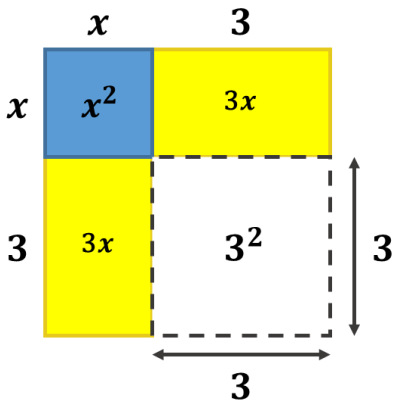
Igualando ** e ***, resulta: $ax + \frac{b}{2} = \sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac}$

Separando a incógnita x, resulta: $\frac{\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + ac} - \frac{b}{2}}{a}$

Também, a título de ilustração, tomamos uma situação particular para exemplificar o método aditivo: $x^2 + 6x + 9 = 0$. Isso significa que se trata de um quadrado constituído de partes, como um quadrado de lado x e área x^2, mais um retângulo de dimensões x por 6 de área 6x e mais

um quadrado de área 9, lado 3. Para obter um quadrado perfeito, requisita a divisão do retângulo 6x por dois, que se transformaria em duas áreas iguais a 3x. Logo, a representação geométrica se resumiria na figura 17.

Figura 17 - Método de resolução aditivo.



Fonte Elaboração nossa.

Resolução: $x^2 + 6x + 9 = 0$

Como o lado do quadrado é x + 3, sua área é: $(x + 3)^2 = 0$.

Com a extração da raiz quadrada de ambos os membros da igualdade,

$$\sqrt{(x+3)^2} = \sqrt{0}$$

$$x + 3 = 0$$

$$x = -3$$

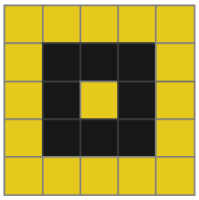
O resultado -3 significa o valor que torna a igualdade igual à zero. E, geometricamente, o valor que faria desaparecer aquela superfície quadrada.

Todo o aparato conceitual e as limitações do modelo anterior constituem-se em possibilidade de teorizar ainda mais a relação do modelo anterior para a necessária modificação. Isso requer a superação dos procedimentos matemáticos seguidos, em conformidade com a pressuposta ordem adotada pelos trabalhadores na construção. Como diz Davýdov (1982), é necessário que, aos poucos, os estudantes sintam a necessidade de buscar outros métodos de contagem. Isso, segundo os estudos de Madeira (2012), acontece, no modo desenvolvimental de organização de ensino davydoviano, a partir do segundo ano do ensino fundamental, com a adoção uma unidade intermediária para a contagem. Tal unidade é constituída de duas ou mais unidades básicas.

A proposta, para estudantes, é que tomem uma unidade intermediária e sigam a ideia central do conceito, quadrado. Só assim, é possível chegar a uma nova leitura do painel e atingir a transformação do modelo anterior para que se atinja o modelo da relação geral, universal, que em matemática é denominado de fórmula de Bháskara.

Os estudantes, em comum acordo com o professor, podem pegar qualquer figura formada em cada etapa da construção do painel e dela estabelecerem uma unidade intermediária. Para efeito demonstrativo, por exemplo, adota-se a figura C correspondente à terceira etapa de produção do painel (Figura 18).

Figura 18 - Recorte C da terceira etapa de construção do painel.



C

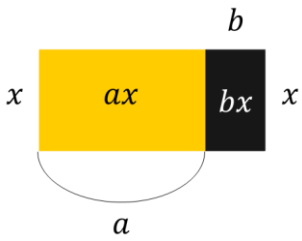
Fonte: Elaboração nossa

Dela, toma-se o recorte .

Adota-se a seguinte configuração .

A partir daí, abandona-se a ideia de unidade básica, para um contexto puramente algébrico, geral. Retira-se uma pequena parte desta configuração, para adotar a parte maior como unidade intermediária, o que genericamente se configura como:

Figura 19 - Unidade intermediária



Fonte: Elaboração nossa.

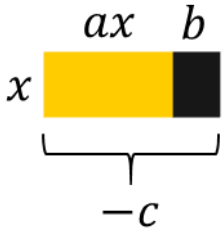
A unidade intermediária é o componente conceitual de referência para atender a base genética inicial da equação do segundo grau, isto é, a formação de um quadrado perfeito. Com isso, é possível desencadear o processo de elaboração de transformação do modelo – por via de procedimentos algébricos e geométricos, concomitantemente – para tornar-se próprio para a resolução de qualquer equação do segundo grau, pois se obterá a fórmula de Bháskara.

Antes, porém, vale salientar que todo o processo de modelação – que se inicia na primeira ação de estudo com a identificação dos elementos que a constituirão, na segunda se constrói o modelo e na terceira a sua transformação – interconecta o caráter visual com as vinculações teóricas. Nesse sentido, Rosa (2012, p. 61) afirma:

> A modelação está ligada ao caráter visual, amplamente utilizado pela didática tradicional. Porém, no (sistema educacional Elkonin - Davydov) de ensino de Davídov, o caráter visual tem um conteúdo específico, pois reflete as relações e as vinculações essenciais ou internas do objeto. Na didática tradicional, o visual concreto reflete apenas as propriedades externamente observáveis.

A sequência para a transformação do modelo parte da notação algébrica da equação do segundo grau: $ax^2 + bx + c = 0$. Por procedimentos algébricos, é possível isolar a constante c, $ax^2 + bx = -c$. Por consequência, transforma-se o primeiro membro da igualdade em um produto de dois termos: $x\ (ax+b) = -c$, que caracterizam as dimensões de um retângulo (x e ax+b), conforme figura 20.

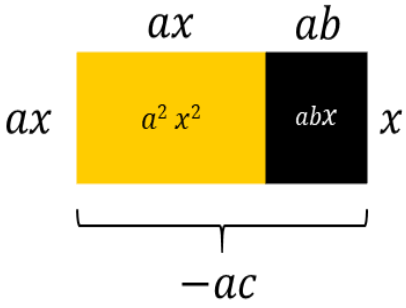
Figura 20 - Representação geométrica genérica da unidade intermediária.



Fonte: Elaboração nossa.

Com base na demonstração dos hindus, anteriormente explicitada, faz-se necessário a multiplicação dos dois membros da igualdade por a (coeficiente de x^2), obtendo-se a seguinte igualdade: $a^2x^2 + abx = -ac$. Em termos geométricos, a unidade intermediária passa a ter a configuração a seguir:

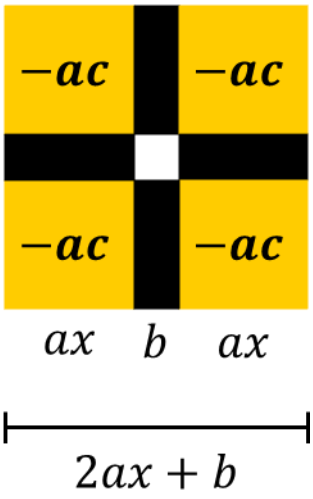
Figura 21 - Aumento da unidade intermediária pela multiplicação por a



Fonte: Elaboração nossa.

A questão que se apresenta é a formação de um quadrado perfeito com essa unidade intermediária de área igual a *-ac* , o que só é possível com quatro vezes ela. Por decorrência, a suas representações, respectivamente, algébrica e geométrica (Figura 22) são: $4(a^2x^2 + abx) = 4(-ac)$

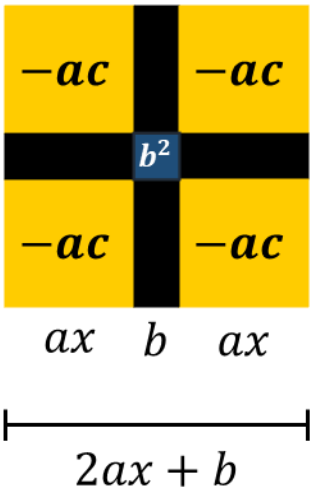
Figura 22 - Adoção de quatro unidades intermediárias no processo de formação de um quadrado perfeito



Fonte: Elaboração nossa com base em MATSUSHITA, 2001.

Observa-se, na figura 22, que a junção das quatro unidades intermediárias deixa uma lacuna central, isto é, ainda não se formou o quadrado perfeito. No entanto, percebe-se que a dimensão da área faltante corresponde a b^2, o que é necessário acrescentá-la. Desse modo, a nova configuração algébrica é: $4(a^2x^2 + abx) + b^2 = 4(-ac)$. Geometricamente, figura 23, forma um quadrado de lado 2ax + b.

Figura 23 - Representação geométrica do quadrado perfeito



Fonte: Elaboração nossa com base em MATSUSHITA, 2001.

A partir daí, deduz-se que a área do quadrado será: $(2ax + b)^2$ que é igual ao $b^2 - 4ac$. Ou seja:

$$(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac$$

Extraindo a raiz quadrada de ambos os termos, obtém-se:

$$2ax + b = \pm\sqrt{b^2 - 4ac}$$

O raciocínio seguinte é o isolamento do termo com a incógnita x, pois é o valor dela que se busca.

$$2ax = -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Com o isolamento do x, atinge-se o modelo com todas as propriedades, isto é, a relação essencial que possibilita a resolução de qualquer equação do segundo grau.

Para chegar a esse modelo, fórmula, ocorreu um processo de movimento de pensamento por trânsito de vários componentes do sistema conceitual, isto é, um processo de análise e síntese com base no painel, em que se extrapolou a ideia de contagem e medição para outros conceitos, entre eles: expressões numéricas e algébricas, sequências de números, igualdade, trinômio quadrado perfeito, a determinação genérica da área, equivalências, formulações algébricas, entre outros.

Ao atingir o modelo transformado, o modo desenvolvimental de organização do ensino postula por uma **quarta ação de estudo**, que se volta à *resolução de tarefas particulares que concretizam o modo generalizado de revelar a relação de múltiplos.*

Uma das tarefas a propor é aquela da primeira ação que não foi possível resolvê-la, pois o modelo anterior era insuficiente para a finalidade proposta. A situação pendente era: em qual etapa foram usadas 81 pastilhas?

A resolução seria:

$\frac{Z}{A}$ = $(2n-1)^2$

$81 = (2n-1)^2$

$81 = (2n)^2 – 2.2n.1 + 1^2$

$81 = 4n^2 - 4n + 1$

$4n^2 - 4n - 80 = 0$, por ser os coeficientes múltiplos de quatro, podemos dividir por 4, assim: $n^2 - n - 20 = 0$.

Com o uso do modelo, temos: $n = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$n = \frac{1 \pm \sqrt{(-1)^2 - 4.1.(-20)}}{2.1}$$

$$n = \frac{1 \pm \sqrt{81}}{2}$$

$$n = \frac{1 \pm 9}{2}$$

$$n = 5$$

Por se tratar de uma quantidade de objetos, desconsidera-se só importa o valor positivo. Contudo, vale observar que o modelo também chega a números negativos e fracionários.

A presente ação é propícia para análise de situações com teor problemático em busca de solução/explicação que interagem Educação Ambiental e Matemática (com aplicação da equação do segundo grau) em uma perspectiva transformadora. Por exemplo, a análise da seguinte situação emergente da prática social:

Um produtor dispõe de um terreno retangular de dimensões x por x + 2. Dele, utilizaria uma superfície também retangular de 10m x 12m para fazer um canteiro para o plantio de cenouras e o restante da área para o cultivo de rabanetes. A partir da situação, um leque de questões poderia ser resolvidas/discutidas, tais como:

A elaboração do modelo matemático que expressaria a área destinada ao plantio de rabanete.

A produção total de cada espécie, se cada muda for plantada em espaços regulares de 5cm, caso todas germinassem, normalmente.

Considerar que há uso de agrotóxico, pesquisar a quantidade necessária para as dimensões do terreno.

Pesquisar a absorção individual de cada planta do agrotóxico.

Simular o consumo, por uma pessoa, de determinada quantidade desses alimentos e a correspondente quantidade e agrotóxico.

Pesquisar, com profissionais da área da saúde, o efeito no organismo humano por ingerir tal quantidade de agrotóxico,

Estudar as relações de lucro e perdas na venda e compra da colheita,

Outras.

Tarefas como estas são propícias para as outras ações de estudo, a seguir apresentadas: controle e avaliação.

A **quinta ação de estudo** trata do *controle que revele evidências do cumprimento das ações até então executadas.* Porém, não acontece em momento específico para tal finalidade. Ocorre simultaneamente às demais ações anteriores, principalmente, a partir da elaboração do modelo por colocar o estudante diante de circunstâncias que exigem a comparação dos dados de uma situação com a possibilidade interpretativa com o uso do modelo.

Por exemplo, uma criança que forma um grupo de amigos para, espontaneamente, conscientizar, por meio do diálogo, as pessoas do seu bairro ou comunidade sobre o consumo exacerbado. E que este consumo impacta negativamente o meio ambiente, principalmente as áreas urbanas com maior densidade demográfica. E neste diálogo, apresentar os problemas oriundos do consumo em excesso, como enchentes, poluição do ar, poluição sonora, despejo de esgoto sanitário nos rios, produção demasiada de resíduos sólidos e o descarte indevido, que frequentemente ocorre em terrenos baldios e ruas, entre outros mais. E a partir deste diálogo, destacar qual o tema prioritário que está intrinsicamente relacionado àquela comunidade e buscar uma solução que será construída

em um processo educativo. Pois, de acordo com Loureiro (2003), a educação ambiental tratada no ambiente escolar deve levar em conta o cotidiano da comunidade. O autor referido faz uma crítica à ênfase dos projetos escolares no tema reciclagem de resíduos sólidos, quando pode haver outro tema mais relevante para esta comunidade. Assim, ao padronizar o tema gerador (reciclagem de resíduos sólidos), e tratá-lo de modo superficial, só se reproduz um viés conservador de educação e sociedade, um "erro pedagógico elementar ao predefinirem como prioridade absoluta um problema que não é entendido desse modo por todos homogeneamente". (LOUREIRO, 2003, p.39)

Traz-se a questão do consumo para a discussão do grupo, pois seu exagero é típico do modo de produção capitalista, principal causador dos problemas relacionados ao meio ambiente.

> En lo que sigue, tomamos partido por la interpretación que adjudica a las relaciones de producción la causa más profunda de la manera como el ser humano se relaciona con la naturaleza y, por tanto, también de la responsabilidad de tales relaciones económicas en la problemática o crisis ambiental contemporánea. (FOLADORI, 2018, p.49)

Assim, o intento desse grupo é atuar em prol da educação ambiental dita transformadora, por meio da atividade consciente, da relação teoria-prática, e pela mudança da materialidade e revolucionando a subjetividade dos sujeitos. (LOUREIRO, 2003)

> A práxis educativa transformadora é, portanto, aquela que fornece ao processo educativo as condições para a ação modificadora e simultânea dos indivíduos e dos grupos sociais; que trabalha a partir da realidade cotidiana visando a superação das relações de dominação e de exclusão que caracterizam e definem a sociedade contemporânea. (LOUREIRO, 2003, p.42)

Ao analisar a situação – típica da terceira ação de estudo – o controle se caracteriza se os estudantes perceberem que nem todos os componentes do modelo da relação essencial estão presentes naquela atuação das crianças. Existe a relação deles com a natureza, mas não é mediada pelo trabalho produtor de mais valia e lucro. Não há, pois, uma relação de poder e opressão entre as crianças e nem uma divisão social de classe.

Segundo Davídov (1988), o controle se caracteriza pela impossibilidade de sobreposição direta com o modelo produzido, por não contemplar o todo de um modo de ação. Portanto, é um ato de aprendizagem de um modo de ação, que propicia a comparação com a ação subsequente. A questão do trabalho parece se dissolver no decorrer da tarefa, porém ela está presente, não de modo aparente, direto. Pois ao tratar do consumo o grupo traria os elementos constituintes da transformação do modelo, dentre eles os modos de produção e a conotação do trabalho em cada um deles.

No âmbito das apropriações matemáticas, um exemplo é propor que os alunos resolvam a equação $2x + 5 = 9$ (primeiro grau) e eles recorram à fórmula de Bháskara. Isso significa que ainda não dominam o modo de ação peculiar da equação do segundo grau.

A **sexta ação de estudo** se refere à *avaliação da assimilação do modo de ação generalizado, por consequência da solução da tarefa de estudo*. A avaliação é indicadora do nível de apropriação conceitual. O conjunto de tarefas particulares desenvolvido pelo estudante se constitui em referência para promover ou não a assimilação do modo de ação a ser aplicado corretamente na resolução de outras tarefas com teor similares àquelas. Conforme Davídov (1988), ela se constitui no componente indicador da influência da Atividade de Estudo no estudante observável por ele mesmo.

Apresentadas as seis ações de estudos tornam-se importantes algumas reflexões sínteses para o fechamento da presente seção. A exposição delas é anunciativa do desenvolvimento da atividade de estudo, nos escolares, em consonância com os princípios da Teoria do Ensino Desenvolvimental. Vale o destaque para o princípio do caráter objetal da atividade – em vez do princípio tradicional do caráter visual – por mover o pensamento do geral para o particular.

O pressuposto é de que o contexto proposto pelas tarefas particulares oportuniza que os estudantes expliquem "o caráter universal das ações humanas" (DAVÌDOV, 1988, p.84), pertinentes ao processo de formação do pensamento conceitual que extrapola o simples modo aparente da construção do painel. Por conseguinte, aprendam os conceitos teóricos que requerem a explicitação da conexão dos seus componentes geradores da relação essencial dos modelos. É a partir daí que pode se apresentar o sentido materialista histórico e dialético de Educação Ambiental, com o interesse transformador das relações sociais predominantes na atualidade. Superar o conhecimento empírico, predominante na educação brasileira, e propiciar a reflexão teórica a fim de compreender plenamente a realidade (SAVIANI, 1996). Os problemas considerados como preocupantes atinentes às questões ambientais podem ser entendidos como consequência do modo pelo qual o homem busca sua fonte de sobrevivência, mais especificamente, a mediação feita pela atividade do trabalho e suas atividades decorrentes. Assim também, os conceitos matemáticos não ficam restritos a componentes aritméticos (contagem, adição, multiplicação), ou noções empíricas visuais de geometria, especificamente a fórmula.

Em vez disso, o caminho da universalidade do conceito é a medição, com base nas grandezas o que permite a indissociabilidade entre álgebra/geometria/aritmética. Assim, por exemplo, é que se apresentarão as diferentes unidades de medida (unidades básicas e intermediárias) basilares das grandezas contínuas e discretas. São elas que, possibilitam a desencadear, entre tantos, o conceito de equação do segundo grau e de um de seus modos de resolução, a fórmula geral resolutiva de equação do segundo grau, comumente conhecida como fórmula de Bhaskara.

Também, oportuniza o esclarecimento de que o painel, em si, não reproduz a referida fórmula e que, as grandezas contínuas e discretas (físicas) têm suas limitações. Por desenvolver o pensamento, mesmo que algébrico, no campo dos números positivos. A extrapolação para os negativos, requer ações do pensamento abstratos e generalizações teóricas com a ideia de grandezas com sentidos (vetoriais). Atingir esse nível, segundo Davídov (1988, p. 1967), no Ensino

Fundamental II, é uma questão de um longo processo que se inicia com a entrada do estudante no primeiro ano escolar. Desde então, deve-se desenvolver nos alunos a “inclinação para o estudo e, ademais, a necessidade de estudar e a capacidade para aprender”.

No âmbito ambiental, o estudo da construção do painel traz a questão de como o ser humano se organizou para a produção de tecnologias (trabalho, relação transformativa da natureza), a fim de melhorar as condições de vida. E, em um olhar crítico, próprio da Educação Ambiental Transformadora, pode-se observar que essa relação com a natureza, à medida que a sociedade assume o modo de produção capitalista, muda drasticamente. A natureza é desvinculada do ser humano e passa a ser algo a fim de prover lucro. Essa relação de exploração do capitalismo é a causa principal da degradação ambiental.

Portanto, uma proposta pedagógica em consonância com a Educação Ambiental Transformadora, tem o intento de promover a formação humana integral a fim de transformar as relações sociais de exploração do modo de produção capitalista. E esta transformação ocorre por meio de um processo educativo reflexivo, que nesse estudo se caracteriza como a situação emergente da prática social, ao problematizar e discutir a questão ambiental, enfatizando as causas e não as consequências dos problemas ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

> *Nós somos senhores desta terra. Somos filhos dela. Deitamos sobre o colo da criação em meio aos braços fortes de um espírito maior que o nosso. O dinheiro que se ganha não vale o preço que estão pagando! [em relação ao desmatamento da floresta e à caça dos animais]. Se pudermos dizer que há certas coisas que não estão à venda, que pertencem a todos nós e às gerações futuras, então talvez outros nos ouçam e comecem a repetir.*
> (Índio Archie, no filme: O guerreiro da paz)

Na subjacência da epígrafe, há a revelação de uma consciência dos efeitos nada alentadores das relações produções da atualidade, que impõe negativamente um modo de ação do homem sobre a natureza. O conteúdo de sua mensagem tem um teor teórico, o que permite o entendimento de que não se trata apenas de um jogo de palavras, mas de uma compreensão das verdadeiras razões do que tem preocupado, por parte da ciência, os efeitos do capitalismo em relação ao meio ambiente. Não trata simplesmente de uma denúncia, como normalmente disseminadas em campanhas referentes aos problemas ambientais. Nem tão pouco, tem a preocupação de somente apontar alguns fatores preocupantes, em relação ao meio ambiente, como, por exemplo, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA – (2000, p. 58), ao se mostrar preocupado com o crescimento dos já altos "custos ambientais da expansão econômica", por consequência dos seguintes problemas: aceleração da superexploração dos recursos da terra; esgotamento de nutrientes; erosão do solo; efeitos da agropecuária que provoca a desertificação, o persistente desflorestamento; diminuição da biodiversidade; degradação de habitats; contaminação e o esgotamento de aquíferos; conflitos referentes ao acesso e à utilização da água; contaminação por metais pesados e o inadequado tratamento dos resíduos sólidos.

A compreensão teórica com fundamentos no materialismo histórico e dialético é determinante para a superação, por incorporação, das preocupações que somente alertam e denunciam os fatores consequentes dos danos ao meio ambiente. Seu foco não é em fatos ou fatores perceptíveis empiricamente, mas na explicação por via das relações entre homem e natureza mediada pela atividade do trabalho com suas facetas alienantes, por consequência de uma sociedade dividida em classes, em que uma explora a outra. De acordo com Loureiro (2009, p. 92),

> [...] partimos do pressuposto de que a tradição dialética histórico-crítica, inaugurada por Marx, é instrumento teórico-metodológico para educadores e educadoras que buscam alternativas ecologicamente viáveis e socialmente justas, por meio de uma práxis educativa exercida com vistas à superação dos dualismos entre cultura, natureza e capitalismo.

Aqui, dado o exposto, é possível sintetizar que o materialismo histórico e dialético não perde sua atualidade e validade teórica, política e metodológica, pois é um dos modos teóricos que explica o modelo de produção capitalista, suas possibilidades tanto de conservação das relações sociais quanto de sua superação. Esta base teórica revela que o modo como a sociedade relaciona-se com a natureza, bem como o uso dos recursos naturais como fator econômico, é um processo histórico e consonante às relações sociais e modos de produção (LOUREIRO, 2009).

Foi nesse âmbito, que a presente dissertação de mestrado foi desenvolvida, isto é, com entendimento teórico da realidade, direcionado pelo pressuposto de que isso ocorreria por um processo educativo, que requer um modo geral de organização do ensino, para atingir tal pretensão. Nesse momento, a preocupação é responder ao leitor se a tarefa e as ações dessa pesquisa foram desenvolvidas nos patamares pensados. Antes de tratar mais especificamente esse pretenso anseio dos leitores vale expressar alguns sentimentos que se afloraram e, provavelmente, é comum numa atividade de pesquisa. Um deles foi a carga de responsabilidade de tratar de uma temática extremamente nova e da própria base teórica. Por isso, o processo de escrita requereu amplo estudo e esmerada reflexão. Afinal, o objetivo a que se propôs – a inter-relação da Educação Ambiental Transformadora com a Educação Matemática nos pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental – se apresentava como pioneiro.

Nesse contexto, um dos desafios foi que a pesquisa ocorreria num programa de pós-graduação interdisciplinar com diversas perspectivas e com certo predomínio de atenção às questões mais pontuais do meio ambiente. Tratar de um objeto de estudo fundamentado em perspectiva teórica crítica – Educação Ambiental Transformadora e Teoria do Ensino Desenvolvimental com a interface com a Matemática – exigiu superações de posicionamentos, de angústias, sensações de não dar conta do recado e de resistência. Foi um começo subsidiado apenas pelas poucas experiências de iniciação científica e de um curso de licenciatura em Matemática que não tratou das duas áreas do conhecimento em foco.

Aos poucos a compreensão teórica e as indicações e sugestões dos dois orientadores se constituíram em motivo para a satisfação das necessidades emergentes desta atividade de pesquisa: a produção de conhecimento referente ao objeto de estudo. Então, para responder ao leitor, torna-se imprescindível a retomada ao problema de pesquisa: “Qual a possibilidade de organização do ensino que estabeleça a interface entre Educação Ambiental Transformadora e a Matemática, tendo por base os pressupostos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, com mediação de uma situação emergente da prática social?”

Sem querer caracterizar que as pretensões foram atingidas a nível tão complexo de modo esgotável, algumas reflexões sínteses manifestam que existe tal possibilidade apontada no problema, bem como aludida no objetivo geral e decorrentes específicos. Particularmente, a leitura do teor crítico da epígrafe desse capítulo expressa que a trajetória de pesquisa foi quem proporcionou tal

compreensão. Caso, contrário, a interpretação ficaria em nível de sentimentalismo de elogios ou repúdio em relação à mensagem do índio.

Estabelecer o diálogo entre a Educação Ambiental Transformadora com aquele texto/mensagem, conforme entende Loureiro (2010), só foi possível pelo desencadeamento do processo de pesquisa, em que a matriz teórica foi indutora para, a partir da situação emergente da prática social, desencadear tarefas que anunciam a apropriação de conceitos em nível teórico. Também, é expressão de uma proposição de organização de ensino, como orienta o Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (SANTA CATARINA, 2019), com base no insistente chamamento de Davídov (1988) de que é papel da escola ensinar os estudantes a pensar teoricamente, com a seguinte justificativa:

> O saber contemporâneo pressupõe que o homem domine *o processo de origem e desenvolvimento das coisas* mediante *o pensamento teórico*, que estuda e descreve a lógica dialética. O pensamento teórico tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos de formação dos conceitos e operações com eles. Justamente a formação desses conceitos abre aos escolares o caminho para dominar os fundamentos da cultura teórica atual (DAVÍDOV, 1988, p. 6, grifos no texto original).

As duas seções do terceiro capítulo esboçam o teor pedagógico do painel decorativo para que os estudantes se apropriem e compreendam os conceitos científicos e, por decorrência, desenvolvam o pensamento teórico que, por sinal, é a verdadeira finalidade do ensino na perspectiva desenvolvimental. A preocupação foi com a finalidade dos princípios materialistas históricos e dialéticos, no tratamento do objeto de estudo. Ao adotar a Teoria do Ensino Desenvolvimental o esforço centrou-se em não perder de vista as seis ações de estudo que deram os indicativos para um possível modo de organização de ensino que explicitasse uma concepção crítica transformadora de inter-relação de Educação Ambiental e Educação Matemática.

O receio, predominantemente em todo o processo investigativo e de exposição, foi para não cair nas armadilhas de estudos que criaram expectativa ao leitor da referida concepção teórica, mas que se manifestava apenas no momento de escrita do referencial teórico. No entanto, isso se dispersava quando da escrita da referida relação, pois o que se percebe é basicamente, procedimentos metodológicos de sugestão de ensino com fundamentos de conteúdos empíricos. Tal manifestação pode ser observada nos estudos considerados como críticos por Madeira (2006).

Contrariamente, o desenvolvimento deste estudo transitou por um movimento lógico e histórico dos conceitos em busca da superação das representações das propriedades externas dos objetos, por meio da situação emergente da prática social, a fim de adentrar nas suas bases teóricas, relações e conexões internas, que surgem na transformação mental dos objetos (DAVÍDOV, 1988). A escolha da situação emergente da pratica social está em conformidade à concepção crítica da EAT que defende como importante recurso pedagógico a realidade vivenciada.

> Nesta concepção de educação, a abordagem dos conteúdos programáticos ou dos conhecimentos a serem construídos requer considerarmos, como importante recurso pedagógico, a realidade vivenciada por educadores e educandos com seus locais de estudo, moradia e trabalho, destacando-se a diversidade cultural e a exclusão social que caracterizam a sociedade (LOUREIRO, 2009, p.89).

Para tanto, foi determinante as seis ações de estudo que imprimiram um movimento reflexivo. Vale mencionar o processo de modelação, pela oportunidade de identificar os seus componentes conceituais e as relações entre eles, que inspiraram a superação da fossilizada compreensão empírica tanto dos conceitos matemáticos e de meio ambiente e de análise do trabalho de produção do painel.

Particularmente, por consequência dessas ações de estudos, não é possível olhar para as produções humanas, manifestações de suas práticas sociais, sem a reflexão de que elas são consequências da atividade mediadora da relação de mútua transformação homem/natureza. E, como tal, se insere num contexto de poder, de exploração, de supervalorização de um em detrimento da desvalorização de outro, como se fosse algo natural. Atingir esse nível de compreensão gera a expectativa de também ser possível para os estudantes do Ensino Fundamental, quando lhe for possibilitado o envolvimento nessa organização de ensino, o que é objeto para a continuidade da pesquisa.

Portanto, a situação emergente da prática social, analisada com fundamentos da Teoria da Educação Ambiental Transformadora e do Ensino Desenvolvimental – de matriz materialista histórica e dialética – se apresenta como possibilidade de desenvolvimento do pensamento teórico, o qual permite ao homem sair dos limites da vida cotidiana. Consequentemente, oportuniza que os indivíduos se introduzam no âmbito dos acontecimentos mediatizados e participação consciente na vida sócio-política (DAVÍDOV, 1988). Tal participação é o que espera a Educação Transformadora, aquela comprometida com a formação de sujeitos ambientalmente responsáveis, cujo compromisso social, histórico e político, é a transformação do modo de conceber a relação ser humano e natureza (LOUREIRO, 2009).

Vislumbram-se, pois, possibilidades de formação de consciência crítica/transformativa dos estudantes, com o entendimento de que entendem que a relação mediada/transformada homem e natureza traz uma intenção que pode carregar diferentes motivos e, por consequência, diferentes sentidos antagônicos. Nessa relação, o indivíduo busca meios de:

1- produção das condições objetivas de produção da vida, galgada em princípios sociais que primam pela igualdade de condições e participação de todo o processo.

2- sobrevivência peculiar ao modo de produção capitalista em que as relações entre os indivíduos se objetivam por pressupostos em que a desigualdade social é tanto ponto de chegada

quanto de partida em de toda a vida. O motivo e o sentido da atividade humana é, em parte, o lucro (capitalista) e, de outros, o salário (trabalhador).

Viver um ensino que desenvolva nos estudantes esta concepção da relação homem/natureza possibilita que estes sujeitos invistam, de forma consciente, na luta em prol da transformação social ou até mesmo de manutenção do que vivem na atualidade. Com tal compreensão, a educação ambiental não fica em nível de campanhas de conscientização para o consumo controlado de água (desperdício), produção/destinação/reciclagem de resíduos, destruição exacerbada dos meios naturais (florestas) e poluição. Em vez disso, as causas e efeitos são vistos como decorrentes das relações de exploração entre os homens presentes no modo de produção capitalista, em que a lucratividade é a mola propulsora das suas atividades. Nas palavras de Loureiro (2007, p. 15):

> Por mais difícil que seja (e é) entender as múltiplas relações que nos constituem, até por causa de nossa formação cultural fragmentada e da divisão social do trabalho (que inaugura a ruptura e a hierarquia entre os diferentes trabalhos, principalmente, entre o intelectual e o manual), este é um desafio a ser enfrentado, Principalmente por aqueles educadores e educadoras ambientais que buscam, com uma boa dose necessária e saudável de utopia (e de realismo diante da gravidade da situação vivenciada!), a consolidação de novas formas de nos relacionarmos na natureza.

Vale o acréscimo de que a perspectiva crítica e transformadora de Educação Ambiental e de Educação Matemática, para a organização do ensino, traz uma visão interdisciplinar que extrapola essas duas áreas de conhecimento e componentes curriculares escolares. Ela se apega – para se argumentar e se fundamentar – na pedagogia, na psicologia, sociologia, na filosofia, na economia, na história, na epistemologia, entre tantas.

Contudo, o final do processo de elaboração da dissertação dá aportes para a indicação de novas investigações, uma vez que tem como temática a questão ambiental em seu desdobramento, a Educação Ambiental e a Educação Matemática. O tema prescinde de imersão na relação do homem com a natureza com foco na ótica em que é vista tal relação e na sua influência para a formação de consciência conservadora ou transformadora da realidade social atrelada ao modo de produção. Aquilo que, na atualidade, se constitui como situação-problema imposta pelos impactos ambientais atinge tamanha complexidade e extensão, que conclama por mobilizações de esforços globais para soluções, as quais não serão resolvidas por campanhas pontuais em determinado tempo. O ritmo em que as alterações ambientais se desenvolvem convoca por modelos e regimes de ação social antagônicos ao que são impostos na atualidade. Trata-se, pois, de transformação nas relações sociais que, necessariamente, requer contribuição da educação e do ensino.

Dentre outras necessidades de aprofundamento e continuidade da pesquisa, cita-se um estudo experimental – ou, como propõe Davídov (1988), um experimento formativo – por um período prolongado em que coloque os estudantes em atividade de estudo, cujo seu conteúdo é

conhecimento teórico. Para tanto, na certa, requererá a ampliação do número de tarefas particulares em cada uma das seis ações de estudo. Adentrar no contexto escolar oferece condições objetivas de cunho científico para a reflexão das reais possibilidades pedagógicas da organização do ensino com a temática perseguida no presente estudo.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Maria das Graças de Almeida. Práxis e educação em Vigotski. **Arma da Critica**, p.122-142, dez. 2010.

BOMFIM, Alexandre Maia do; PICCOLO, Fernanda Delvalhas. Educação ambiental crítica: a questão ambiental entre os conceitos de cultura e trabalho. **REMEA**: revista eletrônica do mestrado em educação ambiental, Rio Grande Sul, v. 27, p. 184-195, jul./dez. 2011. Disponível: http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3236/1923. Acesso em: 1 nov. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde.** Brasília: MEC/SEF, 1998, 9.v.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática.** Brasília: MEC/SEF, 1998, 3.v.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental, **Lei 9795**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm > Acesso em: 28 jan. 2019.

BURNHAM, T. F. Educação ambiental e reconstrução do currículo escolar. **Cadernos Cedes**, Campinas, n 29, p.21-30, 1993.

CARAÇA, Bento Jesus. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. 5. ed. Lisboa: Gradiva, 2003.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **A invenção ecológica**. Porto Alegre, EDUFRGS, 2001.

CEDRO, Wellington Lima; NASCIMENTO, Carolina Picchetti. Dos Métodos e das Metodologias em Pesquisas Educacionais na Teoria Histórico-Cultural. In: MOURA, Manoel Oriosvaldo de (Org.). **Educação Escolar e Pesquisa na Teoria Histórico-Cultural.** São Paulo: Edições Loyola, 2017. p.13-45.

COOPER, Emmanuel. **Historia de La Ceramica.** Barcelona: Ceac, 1987.

CORRÊA, Valcionir. **Globalização E Crise: O Sistema Capitalcrático Ultrapassa O Limite Da Exploração Do Trabalho.** 2010. 457 f. Tese (Doutorado) - Curso de Sociologia Política, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

COSTA, Daniana de. **Educação Ambiental com Modelagem Matemática no Ensino Fundamental.** 2017. 210 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Regional, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regiona, Universidade Tecnológica Federal do ParanÁ, Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3036/1/PB_PPGDR_M_Costa%2C%20Daniana%20%20de_2017.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

DAMAZIO, Ademir et al. Possibilidades didáticas para apropriação de conceitos matemáticos: uma análise a partir de painéis decorativos. In: simpósio sobre formação de professores, educação, currículo e escola. 2014, Tubarão. **Anais... .** Tubarão: Unisul, 2014. Disponível em: <http://linguagem.unisul.br/paginas/ensino/pos/linguagem/eventos/simfop/artigos_VI%20sfp/Ademir%20Damazio_Outros%20[2].pdff>. Acesso em: 26 dez 2019.

DAMAZIO, Ademir; ROSA, Josélia Euzébio da; FREITAS, Daiane de. EXPRESSÃO DO MOVIMENTO CONCEITUAL NA PROPOSTA DE DAVÝDOV. In: BERNARDIN, Adriano Michael; CERETTA, Luciane Bisognin; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Org.). **Temas Contemporâneos em Pesquisa.** Curitiba: Multideia, 2016. p. 79-99. Disponível em: <http://www.multideiaeditora.com.br/flip/temas1HTML/files/assets/basic-html/index.html#79>. Acesso em: 30 jan. 2020.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Campinas, São Paulo: Papirus, 1996.

_____. **Educação matemática:** da teoria à prática. 4. Ed. Campinas, SP: Papirus, 1998.

_____. **Da realidade à ação:** Reflexões sobre educação e matemática**.** Campinas, São Paulo: Editora da UNICAMP, 1986.

DAVIDOV, V. Uma nova abordagem para a interpretação da estrutura e do conteúdo da atividade. In: HEDEGARD, Mariane; JENSEN, Uffe J. **Activity theory and social pratice: cultural-historical approvaches**. Aarhus-Dinamarca: Aarhus Universety Press, 1999. Tradução de José Carlos Libâneo.

DAVÍDOV, Vasyly Vasilyevuch. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación teórica y experimental**. Trad. Marta Shuare Moscú: Editorial Progreso, 1988.

_____. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posibles principios de enseñanza en el futuro próximo. In: SHUARE, M. (Comp.). **La psicología Evolutiva y pedagógica en la URSS**. Moscú: Progreso, 1987, p. 143-155.

DAVÍDOV, V. V.; SLOBÓDCHIKOV, V. I. **La enseñanza que desarrolla en la escuela del desarrollo**. In: La educación y la enseñanza: una mirada al futuro. Progreso, Moscú, p. 118-144, 1991.

DAVÝDOV, Vasyly Vasilyevuch. **Tipos de generalización en la enseñanza**. 3ª ed. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982

DUARTE, Newton. (Org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. São Paulo: Autores Associados, 2004.

ENGELS, Friedrich. **A origem da família, da propriedade privada e do Estado.** 13 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática.** Campinas: Unicamp, 2004. 843 p. Tradução: Hygino H. Domingues.

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino de Matemática no Brasil. **ZETETIKÉ**. Campinas: UNICAMP, ano 3, n. 4, 1-36 p., 1995.

FOLADORI, Guillermo. Educación Ambiental en el Capitalismo. **Pesquisa em Educação Ambiental**, São Paulo, v. 13, n. 1, p.48-57, 2018.

FOLADORI, Guillermo. O metabolismo com a natureza. **Crítica Marxista**, Campinas, v. 1, n. 12, p.105-117, 2001. Semestral. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/criticamarxista/arquivos_biblioteca/artigo7505folad.pdf>. Acesso em:

08 fev. 2020.

FRANCO, Maria Ciavatta. Educação ambiental: uma questão ética. **Cadernos CEDES**, Campinas, n.29, p. 11-19, 1993.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

GONÇALVES, Maria da Graça Marchina. O método de pesquisa materialista histórico e dialético. In: ABRANTES, A; SILVA, N; MARTINS, S. (org). **Método histórico-social na psicologia social.** Petrópolis: Vozes, 2005, 86-104.

GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira; FILIPPSEN, Rosane Maria Jardim. Educação Matemática e Educação Ambiental: Educando para o Desenvolvimento Sustentável. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IV ENPEC), 4., 2003, Bauru. **Comunicações Orais.** Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL066.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

HARVEY, David. O direito à cidade. **Lutas Sociais**, São Paulo, n. 29, p.73-89, jul/dez 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/ls/article/view/18497>. Acesso em: 26 dez. 2019.

_____. **17 Contradições e o Fim do Capitalismo.** São Paulo: Boitempo, 2016.

ISOPPO, Keity Kristiny Vieira. **Gênese e Evolução da Indústria Cerâmica na Região de Criciúma - Sc.** 2009. 243 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geofrafia, Desenvolvimento Regional e Urbano, do Centro e Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/92778/275839.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 23 dez. 2019.

KOPNIN, Pável Vasílievich. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LAROCCA, Priscila; ROSSO, Ademir José; SOUZA, Audrey Pietrobelli de. A formulação dos objetivos de pesquisa na pós-graduação: uma discussão necessária. **Revista brasileira de Pós-Graduação – Capes,** Brasília, v. 1, n.1, p.118-133, 2005. Disponível em: <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/62/59> Acesso em: 13 de março 2019.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. **A natureza da ideologia e a ideologia da natureza:** :elementos para uma sociologia da educação ambiental. 2003. 105 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Sociais, Sociologia do Instituto e Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/LabMatematica/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Layrargues_PhilippePomier_D.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2018.

LEFEBVRE, Henri. **O Marxismo.** São Paulo: Difel, 1974.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

LÊNIN, Vladimir Ilitch. **O estado e a revolução** O que ensina o marxismo sobre o Estado e o papel do proletariado na Revolução. São Paulo: Ed. Global, 1987.

LEONTIEV, Alexis Nikolaevich. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Moraes, 1978.

LIBÂNEO, José Carlos. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, mar. 2012.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. Marra da Madeira. Vasyly Vasilyevuch Davydov: A escola e a formação do pensamento teórico-científico. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Org**.). Ensino Desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos.** Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2013. p. 315-350.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Vygotsky, Leontiev, Davidov – Contribuições da teoria histórico-cultural para a didática. In: SILVA, C. C.; SUANNO, M. V. R. (Org.). **Didática e interfaces**. Rio de Janeiro-Goiânia: Descubra, 2007.

LIMA, G. F.C.; PORTILHO, F.. Sociologia Ambiental no Contexto Acadêmico NorteAmericano: Formação, Dilemas e Perspectivas. **Revista Teoria & Sociedade**, dos Departamentos de Ciência Política e de Sociologia e Antropologia da UFMG. Belo Horizonte, n.7, junho/2001, p.241-276.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo et al (Org.).**A Sociedade e Meio Ambiente: a educação ambiental em debate.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. et al (Org.). **Cidadania e Meio Ambiente.** Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2003. 1 v. Disponível em: <https://guilhardes.files.wordpress.com/2008/08/cidadania_e_meio_ambiente.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

_____. et al. Contribuições da teoria marxista para a educação ambiental crítica. **CEDES**, Campinas. V. 29, n. 77, abril 2009.

_____. Crítica ao fetichismo da individualidade e aos dualismos na educação ambiental. **Educar**, Curitiba, v. 27, p.37-53, jan/jun 2006.

_____. Pensamento crítico, tradição marxista e a questão ambiental: ampliando os debates. In: LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo et al (Org.). **A questão ambiental no pensamento crítico:** Natureza, Trabalho e Educação. Rio de Janeiro: Quartet, 2007. p. 13-68.

_____. Premissas teóricas para uma educação ambiental transformadora. **Ambiente e Educação**, Rio Grande, v. 8, n. 1, p.37-54, jan. 2003.

_____. Problematizando conceitos: contribuição à práxis em educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo et al (Org.). **Pensamento Complexo, Dialética e Educação Ambiental.** São Paulo: Cortez Editora, 2006. p. 104-161

_____. **Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental.** São Paulo: Cortez Editora, 2004.

MADEIRA, Silvana Citadin. **“Prática”: uma leitura histórico-crítica e proposições davydovianas para o conceito de multiplicação**. 2012. 168 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC.

MADEIRA, Marcia Carolina de Araújo. **Educação Ambiental e Educação Matemática: uma busca pela interação.** 2016. 132 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Educação - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP.

MANACORDA, Mario Alighiero. **Marx e a pedagogia moderna**. São Paulo: Cortez, 2007.

MARQUES, Luiz. **Capitalismo e Colapso Ambiental.** 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2016.

MARX, Karl Manuscritos econômicos-filosóficos. São Paulo: Martin Claret, 2001.

_____. **O Capital**: crítica da economia política: Livro I: o processo de produção do capital. 1. Ed. rev. São Paulo: Boitempo, 2015.

_____. **O Capital:** Crítica da Economia Política. Livro 1 Volume 1. 30. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

_____. **O Capital:** Crítica da Economia Política. Livro 1 Volume 2. 25. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.

_____. **O capital**. São Paulo, Nova Cultural. 1985, v. 1, t. 1.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã.** São Paulo: Martins Fontes, 2007.

MATSUSHITA, Kayo. **From monologic to dialogic Learning: A Case Study of Japonese Mathematics Classrooms.** Aarhus: Aarhus University Press, 2001

MÉSZÁROS, István. **Educação Para além do Capital**. São Paulo, Boitempo, 2010.

_____. **Para além do Capital**. São Paulo, Boitempo, 2002.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de; LANNER de MOURA, Anna Regina. **Escola**: um espaço cultural. Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar - um modo de lidar com as dimensões do mundo. São Paulo: Diadema/SECEL, 1998.

POLITIZE, 2015. Disponível em: https://www.politize.com.br/

QUINTAS , José Silva. **Pensando e Praticando a Educação Ambiental na gestão do meio ambiente.** Brasília, Edições Ibama, 2000.

RÍBNIKOV, Konstantin. **Historia de las Matemáticas.** Moscú: Editorial Mir Moscú, 1987. Traduzido del ruso por Concepción Valdés Castro.

RIPPLINGER, Tiéle. **Educação Ambiental::** Possibilidades a partir do Ensino da Matemática. 2009. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/unidadedeapoio/download/TIELERIPPLINGER.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

ROCHA, Kátia Luciane Souza da. **A Modelagem Matemática para o Estudo de Funções no Contexto da Educação Ambiental.** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática e Física, Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria,, 2009. Disponível em: <http://tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/bitstream/UFN-BDTD/389/1/Katia%20Rocha.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ROSA, Josélia Euzébio da; MOURA, Manoel Oriosvaldo de; DAMAZIO, Ademir. Teoria da Modelagem, In: PUENTES, Roberto Valdés; LONGAREZI, Andréa Maturanoi**. Ensino**

Desenvolvimental: Sistema Elkonin-Davidov-Repkin, Uberlândia, MG, Curitiba: Edufu e Mercado da Letras, 2019.

ROSA, Josélia Euzébio da. **Proposições de Davydov para o ensino de Matemática no primeiro ano escolar:** inter-relações dos sistemas de significações numéricas**.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ROSENTAL, Mark Moisyeyevich. **Da Teoria Marxista do Conhecimento.** Rio de Janeiro: Editorial Vitória Limitada, 1956. Tradução de Victor B. Linhares.

RUBTSOV, Vitaly. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C. et al. (Org.). **Após Vygotsky e Piaget**: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense** Secretaria de Estado da Educação, 2019.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: formação integral da Educação Básica. Estado de Santa Catarina: Secretaria de Estado da Educação, 2014.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica.** 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

SIMÕES, Mário F. **Índice das fases arqueológicas brasileiras,** 1950-1971. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1972.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Ed. Atlas, 1987.

VASQUEZ, Adolpho Sanchez. **Filosofia da Práxis**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1977.

VIGOTSKI, Lev Semionovich. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Tradução: Paulo Bezerra

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. A transformação socialista do homem. **Marxists Internet Archive**, Secção em Português, Jul. 2004. Disponível em: <http:/marxists.org/português/Vygotsky/index.htm>. Acesso em: 04 dez. 2019

VYGOTSKI, Lev Semionovich. **A Formação Social da Mente** São Paulo: Martins Fontes. 1991

_____. **Obras Escogidas II.** Madrid: Visor, 1993. Incluye Problemas del desarrollo de la psique.

_____. **Obras Escogidas III.** Madrid: Visor, 1995. Incluye Pensamiento y linguaje Conferências sobre Psicología.

_____. **Obras Escogidas IV.** Madrid: Visor, 1996. Incluye Paidologia del adolescente Problemas de la psicologia infantil.