

Abordagem Sistêmica dos Ciclos Biogeoquímicos como estratégia para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica.

Systemic Approach to Biogeochemical Cycles as a strategy for the development of Critical Environmental Education.

Maurício Pires de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mauoliveira7595@gmail.com

José Vicente Lima Robaina

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
joserobaina1326@gmail.com.

Resumo: Esse artigo é uma revisão bibliográfica dos trabalhos, com a temática do Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental Crítica e Ciclos Biogeoquímicos, publicados na Revista de Mestrado em educação Ambiental (REMEA), no Encontro Nacional de Pesquisa e ensino de Educação em Ciências (ENPEC) e no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo desta pesquisa divide-se em duas partes: a) realizar um levantamento bibliográfico de artigos, dissertações e teses com reconhecimento científico, alinhados à visão dos pesquisadores sobre os temas propostos e b) estabelecer as relações e as estratégias didáticas utilizadas nos trabalhos sobre essas temáticas. O objeto da pesquisa é o exploratório de natureza básica e com uma abordagem qualitativa. O instrumento de coleta de dados utilizado foi o levantamento bibliográfico. Para o tratamento dos dados foi utilizado a Análise de Conteúdo. Após as análises dos dados foi possível constatar que o número de trabalhos sobre EAC é bem significativo demonstrando a importância da relação dos temas ambientais com as questões sociais e políticas. Ficou evidente a importância de trabalhar como estratégia didática os temas ambientais relacionados com a realidade em que vivem esses alunos e também estabelecer conexões entre os problemas ambientais locais e os fenômenos globais.

Palavras chave: Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental Crítica, Educação em Ciências e Ciclos Biogeoquímicos.

Abstract: This article is a bibliographic review of works, with the theme of Systemic Thinking, Critical Environmental Education and Biogeochemical Cycles, published in the Journal of Masters in Environmental Education (REMEA), in the National Meeting of Research and Teaching of Education in Sciences (ENPEC) and in the Theses and Dissertations Bank of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The objective of this research is divided into two parts: a) to demonstrate a set of articles, dissertations and theses with scientific recognition, aligned with the researchers' view

on the proposed themes and b) to establish the relations and didactic strategies used in works on these themes. The research object is exploratory of a basic nature and with a qualitative approach. The data collection instrument used was the bibliographic survey. Content Analysis was used for data processing. After analyzing the data, it was possible to verify that the number of works on EAC is very significant, demonstrating the importance of the relationship between environmental issues and social and political issues. It was evident the importance of working on environmental issues relating to the reality in which these students live and also establishing connections between local environmental problems and global phenomena.

Key Words : Systemic Thinking, Critical Environmental Education, Science education and Biogeochemical Cycles.

Introdução

As questões ambientais tornaram-se problemas sociais mundiais de crescente preocupação nas últimas décadas, mais especificamente na década de 1970, quando ocorreu a Convenção das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo em 1972. Essa preocupação global advém principalmente da degradação do meio ambiente; da destruição de habitat; das práticas não sustentáveis de uso dos recursos naturais. Todos esses fatores mencionados acarretam a perda acelerada da diversidade biológica. Essa relação do homem com a natureza baseia-se em uma visão da sociedade ocidental moderna e capitalista, para a qual a natureza é infinita e desprovida de valor, portanto, deve ser explorada ao máximo (LIMA; PORTILHO, 2001; OLIVEIRA, 2002).

Sendo assim, a educação ambiental deve estar, cada vez mais, presente no cotidiano da população na tentativa de conscientizar sobre a preservação do ambiente e não atua somente no plano das ideias e da transmissão de informações, mas também no plano da existência, cujo processo de conscientização se caracteriza pela ação com o conhecimento, pela capacidade de fazer escolhas e pelo compromisso com o outro e com a vida. Conforme Dias (2004, p. 100), “[...] a educação ambiental é um processo por meio do qual as pessoas aprendem como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade”.

O ensino e a aprendizagem de ciclos biogeoquímicos são fundamentados em concepções tradicionais. Nesses modelos de abordagem, há a predominância da transmissão de resultados advindos de conhecimentos científicos, acumulados ao longo da história da humanidade e repassados nas salas de aulas para que os alunos memorizem e reproduzam com exatidão nos exames avaliativos. Desse modo, para Teixeira (2003), o ensino é caracterizado pela cultivação de conhecimentos abstratos e fragmentados, que são incapazes de condizer com os problemas da sociedade.

Com efeito, “a ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo a que, necessariamente, diz respeito” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, p. 368). Percebe-se, diante dessas premissas, que o professor tende a realizar a transmissão mecânica de ciclos biogeoquímicos, limitando-se somente às terminologias, definições, leis e teorias apresentadas no livro didático e ignorando os processos históricos, filosóficos e sociais, que justificam a construção do conhecimento, bem como seus aspectos práticos na sociedade.

Uma análise dos problemas socioambientais requer uma visão sistêmica do meio que permita entender a dinâmica existente e, a partir desses elementos, estabelecer as inter-relações entre a população e o espaço natural e social no qual vivem.

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico de artigos, dissertações e teses com reconhecimento científico, alinhados à visão dos pesquisadores sobre os temas propostos e estabelecer as relações e as estratégias didáticas utilizadas nos trabalhos sobre essas temáticas que possibilitem aos alunos o entendimento das relações ambientais e sociais da comunidade, a fim de que eles se tornem agentes de transformação da realidade na qual se situam por meio da apropriação do conhecimento socioambiental.

Referencial Teórico

Educação Ambiental Crítica (EAC)

A EAC é resultado do pensamento crítico frente à realidade do mundo no qual o indivíduo está inserido. É um desdobramento da educação crítica (de Paulo Freire) nas questões relacionadas ao meio ambiente. O mundo é mediador dos processos educativos; é nele que os homens encontram as realidades concretas para a análise e para o aprendizado, pois é, no diálogo com o mundo, com outros seres humanos e com outros seres que o habitam que o homem pode construir a sua consciência crítica (FREIRE, 2004).

O paradigma crítico em educação ambiental fundamenta-se na crença de que a pesquisa deve ser aplicada com o propósito de emancipar as pessoas por meio da crítica às ideologias que promovem a iniquidade e da promoção de mudanças no conhecimento e nas ações das pessoas, com vistas à melhoria das condições sociais (PHILLIPI JR., 2005).

Portanto, para a construção e para a disseminação desse saber ambiental, faz-se necessário a conexão entre a escola e o campo científico da EA, no qual a ciência é produzida pelo ambiente acadêmico, promovendo pesquisas que considerem as práticas pedagógicas e busquem o aperfeiçoamento destas para a formação de indivíduos capacitados para lidar com a crise ambiental.

Sendo assim, a escola tem o compromisso formativo de construir, nos alunos, uma visão socioambiental que:

[...] orienta-se por uma racionalidade complexa e interdisciplinar e pensa o meio ambiente não como sinônimo de natureza intocada, mas como um campo de interação entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos dessa relação se modificam dinamicamente e mutuamente. Tal perspectiva considera o meio ambiente como espaço relacional, em que a presença humana, longe de ser percebida como extemporânea, intrusa ou desagregadora, aparece como um agente que pertencem à teia de relações da vida social, natural e cultural e interage com ela. (CARVALHO, 2012, p. 37).

Segundo Mariotto e Coraiola (2009), o processo de não compartimentalização do conhecimento condiciona a pensar no Planeta como um “todo integrado”, que considera o homem como uma das partes desse todo, pelo qual todas as ações realizadas podem alterar esse equilíbrio: o simples fato da separação dos resíduos nas casas, o consumo sustentável, o amor ao próximo, o respeito à natureza, etc. É possível vincular o pensamento sistêmico do mundo natural com a educação ambiental crítica, uma vez que segundo a teoria já descrita no presente artigo, tudo está conectado, e essas relações perpassam do mundo físico para o social, no qual o pensamento sistêmico também gera implicações. Essas relações sociais, que se manifestam pela economia e pela política, interferem no mundo natural.

Ciclos biogeoquímicos (CBGQ)

Os ciclos biogeoquímicos são processos naturais que, por diversos meios, reciclam vários elementos em diferentes formas químicas para o meio ambiente e para os organismos e, na sequência, fazem o processo inverso, ou seja, trazem os elementos desses organismos para o meio ambiente. Dessa forma, o carbono, a água, o oxigênio, o nitrogênio, o fósforo, o cálcio, entre outros vários elementos, percorrem esses ciclos, unindo todos os componentes vivos e não vivos da terra (ROSA; MESSIAS; AMBROSINI, 2003).

Os ciclos biogeoquímicos, também chamados de ciclos da matéria, podem ser definidos como processos naturais nos quais ocorre a ciclagem dos elementos, ou seja, a sua passagem do meio ambiente (componentes físico-químicos) para os organismos vivos e destes de volta para o meio. O estudo dos ciclos biogeoquímicos é um dos principais conteúdos abordados no Ensino Fundamental e Médio, e serve como fundamento para a compreensão de processos químicos, físicos e biológicos, responsáveis pela manutenção da vida de todos os organismos vivos na Terra. Assim como o estudo dos CBGQ, o estudo desses ciclos auxilia na compreensão das questões ambientais atuais, seja em âmbito local, como a falta de água e a poluição de rios, seja em âmbito planetário, como o aquecimento global e as mudanças climáticas (SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. 2017).

Os ciclos biogeoquímicos compõem a organização e a manutenção do sistema terrestre como o conhecemos. Na natureza, átomos de diferentes substâncias, como nitrogênio, hidrogênio, carbono e oxigênio não são criados ou destruídos, tampouco transformados uns nos outros. A matéria, que constitui os componentes do nosso Planeta, é constantemente reciclada. Ao contrário da energia, que se desloca em sentido único (como a energia solar), os nutrientes têm movimento cíclico no ecossistema. É o que acontece com a água, o carbono, o nitrogênio, o cálcio, o potássio, o fósforo e o enxofre, entre outros. A partir disso, pode-se falar em fluxo de energia e ciclo da matéria.

Segundo Barros (2011), o estudo dos ciclos biogeoquímicos é imensamente complexo e fascinante, demandando, porém, esforço singular de diferentes disciplinas no intuito de entendê-los e significar sua importância para a continuidade dos ciclos e do sistema terrestre como conhecemos. A Natureza e seus fenômenos foram considerados, por algum tempo, uma febre mundial e lucrativa, tanto em sua pesquisa quanto em sua divulgação. Assim, coube somente aos educadores, em cada nível, mostrarem aos seus educandos que a abrangência desses acontecimentos seriam amplos e fariam parte de um sistema complexo e constante, no qual o tempo adotado deveria ser pensado para muito além do que estamos acostumados em nosso cotidiano.

Pensamento sistêmico (PS)

Segundo Vasconcellos (2002), o pensamento sistêmico é uma forma de abordagem da realidade que surgiu, no século XX, em contraposição ao pensamento "reducionista-mecanicista", herdado dos filósofos da Revolução Científica do século XVII, como Descartes, Francis Bacon e Newton.

O ponto central do pensamento tradicional cartesiano é a concepção de que os fenômenos podem ser analisados e compreendidos, se forem reduzidos às partes que os constituem. Ao conhecer uma parte de um sistema, o pesquisador chegará ao conhecimento de seu funcionamento.

O pensamento sistêmico não nega a racionalidade científica, mas acredita que ela não oferece parâmetros suficientes para o desenvolvimento humano e para a descrição do universo material, e por isso deve ser desenvolvida conjuntamente com a subjetividade das artes e das diversas tradições espirituais. Isso se deve à limitação do método científico e da análise, quando aplicadas aos estudos de física subatômica (nos quais se encontram as forças que compõem todo o universo), biologia, medicina e ciências humanas. É visto como componente do paradigma emergente, que tem, como representantes, cientistas, pesquisadores, filósofos e intelectuais de vários campos.

Segundo Capra (2003), na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Em consequência disso, o pensamento sistêmico não se concentra em blocos de construção básicos, mas em princípios de organização básicos. O pensamento sistêmico é "contextual", o que é o oposto do pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo.

Entende-se que a abordagem sistêmica é imprescindível para a compreensão do planeta, que é composto por inúmeros ciclos. Mesmo que a Terra seja considerada um sistema quase fechado, deve-se levar em consideração que parte da energia recebida por nosso Planeta é refletida, retornando ao espaço. Essa abordagem, apesar de possibilitar um melhor entendimento de questões ambientais – sendo este conceito usado em várias disciplinas – tem aplicação mínima junto ao contexto escolar, comprometendo o desenvolvimento e a capacidade crítica frente a fenômenos ambientais por parte dos alunos (BARROS, 2011).

De importância crucial para a compreensão contemporânea da ciência é a constatação de que todos os modelos científicos e teorias científicas são limitados e aproximados. A ciência do século XX mostra, repetidas vezes, que todos os fenômenos naturais estão, em última análise, interconectados e que suas propriedades essenciais, de fato, derivam de suas relações com outras coisas. A nova concepção emergente da vida pode ser vista como parte de uma mudança de paradigma mais ampla, que vai de uma visão de mundo mecanicista para uma visão de mundo holística e ecológica. Em seu próprio âmago, encontramos uma mudança de metáforas que hoje está se tornando, cada vez mais, evidente. Conforme Capra (2003), trata-se de uma mudança em que o mundo deixa de ser visto como uma máquina e passa a ser compreendido como uma rede.

No contexto do ensino de ciências para o tempo atual, reflexões sobre metodologias de ensino e aprendizagem têm proposto alterações importantes no ensino. Valoriza-se a participação ativa dos alunos, em sala de aula, como fundamental para a construção do conhecimento. O aluno não pode ser considerado uma tábula rasa, mas um detentor de conhecimentos já obtidos no ambiente escolar e fora dele (SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. 2017).

Metodologia

Esta pesquisa tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca das produções científicas sobre os temas Visão Holística/ Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental e Ciclos biogeoquímicos. Quanto à natureza da pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa de acordo com Bogdan e Biklen (2003). O conceito de pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo: (1) ambiente natural; (2) dados descritivos; (3) preocupação com o processo; (4) preocupação com o significado; e (5) processo de análise indutivo do caráter da pesquisa.

O tipo de pesquisa aplicado será o exploratório. Segundo Malhotra (2001), a pesquisa exploratória é usada em casos nos critérios de compreensão, e é caracterizada pelas informações definidas ao acaso e pelo processo de pesquisa. A análise dos resultados será fundamentada na análise de conteúdo. Segundo Bardin (1977) conceitua análise de conteúdo como: Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

Nesse sentido, a importância de nosso estudo justifica-se pela necessidade de explorar e atualizar as relações existentes entre Visão Holística /Pensamento sistêmico, que aborda o conhecimento de forma global e Educação Ambiental crítica, que aborda o conhecimento de uma forma questionadora e transformadora utilizando para isso o tema Ciclos biogeoquímicos que são os fundamentos de toda a constituição do mundo vivo com o mundo inanimado e estabelece as relações entre os dois e essa relação, objetivando assim fornecer um panorama mais atual sobre as principais teses, dissertações e artigos relacionados aos referenciais teóricos Educação Ambiental Crítica, Abordagem Holística/Pensamento Sistêmico, e Ciclos Biogeoquímicos com base na pesquisa em diferentes base de dados.

A escolha das bases de dados se deu a partir da relevância em relação aos referenciais teóricos contidos neste trabalho. Foi utilizado REMEA (Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental) por considerarmos como uma das principais fontes de referência para a área de Educação Ambiental no Brasil. A BDTB foi selecionada pois é um grande base de dados referente a teses de mestrado. Outra plataforma importante utilizada foram os artigos do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências) por se tratar de uma base referência no ensino de ciências. Devido a um número baixo de publicações relacionadas a VH/ PS e Ciclos biogeoquímicos foi necessário procurar trabalhos em outras bases como Scielo e Google acadêmico.

No que refere a Ciclos Biogeoquímicos e Visão Holística/ Pensamento Sistêmico foi importante acrescentar o termo educação nas plataformas google acadêmico, Scielo e BDTB pois os resultados de busca apresentaram um número muito grande de resultados vinculados a outras áreas do conhecimento como engenharia, e outras áreas mais técnicas que não se relacionam diretamente com a educação.

Resultados e discussão

No estudo citado, estiveram no foco da análise realizada 20 artigos submetidos e aceitos nas atas do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC) no período de 2013 a 2020, 12 artigos submetidos e aceitos na Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA) no período de 2017 a 2020 e 22 trabalhos depositados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) no período de 2015 a 2020. Também foram feitas pesquisas na plataforma Scielo com 2 trabalhos e Google Acadêmico com 11 trabalhos. A iniciativa de pesquisar em 5 veículos de divulgação científica se deve ao baixo número de artigos relacionados à AH/PS e CBGQ.

Na primeira etapa, foram identificados, 67 trabalhos que foram analisados a partir do seu título que elencaram a Educação Ambiental Crítica, Ciclos Biogeoquímicos e Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico como temáticas considerados aqui como o nosso corpus documental, que para Bardin (1977) é um conjunto dos documentos tidos em conta para

serem submetidos aos procedimentos analíticos. Desses trabalhos 48 foram referentes a EAC, 13 relacionados a CBGQ e 7 relacionados a AH/PS.

Muitos artigos encontrados trabalhavam apenas um dos vários ciclos biogeoquímicos existentes, dessa maneira não contava no título e no resumo o termo biogeoquímico, dessa maneira não sendo selecionado para leitura. Também em relação ao baixo número de trabalhos citando o unitermo CBGQ, houve a necessidade de procurar termos similares ou correspondentes, como “ciclagem de nutrientes e ciclos da matéria”.

Após a leitura dos resumos foram selecionados sobre CBGQ dois artigos na plataforma Scielo, um artigo na plataforma BDTB, um artigo na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma Google Acadêmico. No que se refere ao unitermo AS foram selecionados um artigo na plataforma BTDB, nenhum artigo na plataforma ENPEC, nenhum artigo na plataforma Scielo, e três artigos na plataforma Google acadêmico. Já no unitermo EAC, foram selecionados sete artigos na plataforma BTDB, seis artigos na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma REMEA.

Devido ao baixo número de artigos encontrados sobre AS e CBGQ quase não houve relação pelo cruzamento dos unitermos. As relações existentes foram 1 artigo citando Visão Sistêmica e Educação Ambiental na plataforma BDTB, 1 artigo relacionando Abordagem Sistêmica e Educação Ambiental e 2 artigos relacionando Ciclos Biogeoquímicos e Educação Ambiental.

O número de artigos encontrados com a temática EAC foi consideravelmente maior em relação às outras duas temáticas, mas ainda pouco significativa se comparada com o termo Educação Ambiental.

Após a leitura dos resumos foram selecionados 3 artigos com a temática dos ciclos biogeoquímicos, que foram escolhidos devido a relação existente entre o tema abordado e a construção de um conhecimento sistêmico e significativo para os educandos.

Na etapa seguinte foram realizadas a leitura dos resumos dos artigos relacionados a fim de se estabelecer conexão e relevância com o foco da pesquisa. Após essa leitura foram então selecionados os artigos que estão listados para leitura completa.

É preciso destacar que tanto em Capra 2014 quanto em Vasconcelos 2002, consideram Pensamento Sistêmico e visão holística como sinônimos, tendo o mesmo sentido epistemológico. Desta maneira consideramos importante para consistência na pesquisa utilizar os dois termos.

Quadro 1. Trabalhos com tema Educação Ambiental Crítica.

Base de Dados	Ano	Autores	Título
BNTD	2017	Pedroso, E.M.M.M.	Abordagem da práxis educativa em dissertações e teses em educação ambiental crítica.
BNTD	2018	Freitas, Renata Gomes Abreu	Representações de meio ambiente e abordagem temática freireana: Caminhos metodológicos para educação ambiental crítico- transformadora no IF/ AC.
BNTD	2018	Lopes, Talita Mazzini	Ações de formação continuada, baseadas na pedagogia dialógica, para a inserção da Educação Ambiental crítica em escolas públicas VB

BNTD	2019	Barbosa, Renan de Almeida.	Sequência didática em educação ambiental crítica: Tendências da produção acadêmica, análise epistemológicas e reflexões para uma proposta na educação em ciências.
Enpec	2015	Cruz, A.C.S. Zanon, A. M.	Ensino de Ciências e educação ambiental crítica: Uma conexão necessária para a cidadania.
Enpec	2015	Vinicius Ferreira Pinto	Educação Ambiental Crítica através de uma Aula de Campo sobre Recursos Hídricos
Enpec	2017	Rua, M.B. , Silva, L. L.	Biomassas no Ensino de Ciências: uma abordagem através da Educação Ambiental Crítica e Modelo de Investigação na Escola
Enpec	2017	Chagas, E. Marques, M. L. L., Araújo S. D. , Lobino, M. G. F.	Potencialidades para a Educação Ambiental Crítica em uma atividade de campo no Parque Natural Municipal Vale do Mulembá: Um olhar para as contradições socioambientais
Enpec	2017	Figueira, M. R. , Selles, S. E., Lima, j. G. S.	Interfaces entre Educação Ambiental crítica e ensino de Ciências
Remea	2018	Heloisa Giron, José Luís Schifino Ferraro	Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica
Remea	2018	Ziegler, S. S. Lima, C. F. G.	Contribuições da pedagogia Waldorf para uma Educação Ambiental Crítica: O processo pedagógico na Escola Waldorf Rural Dendê da Serra em Uruçuca- BA SERRA EM URUÇUCA-BA
Remea	2019	Ângelo Francklin Pitanga	A Educação Ambiental Crítica como fundamentação teórica da pedagogia 4CS: Criticidade, Cientificidade, Colaboração e Criatividade
Remea	2020	Antônia Adriana Mota Arrais, Marcelo Chimenez Aguiar Bizerril	A Educação Ambiental Crítica e o pensamento Freireano: Tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto Brasileiro

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a leitura completa dos artigos foi possível identificar uma demanda constante de trabalhos em Educação Ambiental Crítica a partir do ano de 2015 e que a maior parte dos trabalhos desenvolve temas de estudo relacionados ao ensino de Ciências aos educadores/ professores, seja em relação ao seu trabalho e formação, seja em relação às suas concepções, representações e percepções ambientais. Verificou-se ainda um número considerável de artigos relacionados ao ensino de Ciências evidenciando a estreita relação que existe nessas duas áreas.

No trabalho de Pedrosa (2013) foi possível identificar uma demanda crescente de trabalhos em EA crítica a partir do ano de 2007 e que a maior parte dos trabalhos desenvolve temas de estudo relacionados aos educadores/ professores, seja em relação ao seu trabalho e formação, seja em relação às suas concepções, representações e percepções ambientais. Esse crescente

aumento foi constatado também na atual pesquisa evidenciando a preocupação dos docentes com as relações socioambientais que estão presentes no ensino de ciências.

Na dissertação de Barbosa (2019) constatou-se a necessidade de aprofundamento, ressignificação e popularização do ensino e aprendizagem crítico-investigativos de conhecimentos científicos com enfoque na relação sociedade-natureza para superação da crise socioambiental. A abordagem da sequência didática investigativa no ensino de ciências tem sua importância baseada na capacidade de provocar no aluno a curiosidade e o interesse pelos temas abordados através da observação e experimentação dos temas abordados.

No artigo de autoria de Giron e Ferraro (2018) se propõe a discutir as relações entre o conceito antropológico de cultura e as características da consciência crítica, proposto por Paulo Freire, com a visão socioambiental de natureza e a atitude ecológica, discutidos por Isabel Carvalho. Tem-se, com isso, o intuito de estabelecer relações entre a práxis de Freire e uma proposta de EA Crítica. Essas relações são muito significativas visto que as conexões entre a consciência crítica e a EA podem favorecer o surgimento do Pensamento Sistêmico nas ciências.

Quadro 2. Trabalhos em Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico.

Base de Dados	Ano	Autores	Título
BDTB	2016	Mendes, M.	O jogo Probio e a visão sistêmica em educação ambiental
BDTB	2016	Gusmão, M. B. R.	Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas.
Enpec	2011	Palácios, C. M., Dal Farra, R. A., & Geller, M	Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental.
Google acadêmico	2005	In: SATO, Michele; CARVALHO, Isabel. Grun, M.	O conceito de holismo em ética ambiental e em educação ambiental. Educação ambiental – pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed, p.45-50.
Google acadêmico	2009	Sandra Carla Mariotto., Márcio Coraiola.]	Educação Ambiental na concepção do Pensamento Sistêmico.
Google acadêmico	2014	Lauren Beltrão Gomes; Simone Dill Azeredo Bolze ; Rovana Kinas Bueno; Maria Aparecida Crepaldi.	As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo

Fonte: elaborado pelo autor

O artigo de autoria de Palácios, Dal Farra e Geller (2011) permitiu inferir que as atividades realizadas contribuíram para que os estudantes refletissem sobre o ambiente buscando desenvolver concepções mais amplas voltadas às temáticas relacionadas com a sua comunidade e com as questões globais, apontando para a importância das práticas pedagógicas que valorizam a construção dos conteúdos em rede.

No artigo de autoria de Mariotto e Coraiola (2009) é premente a práxis da Educação Ambiental no âmbito formal e não formal, através de planejamentos e desenvolvimentos de projetos que levem a ações efetivas e transformadoras Este texto traz algumas considerações

sobre a importância de uma Educação Ambiental diferenciada, na concepção do pensamento sistêmico, e alguns recursos que podem ser utilizados para sua efetividade.

Os ciclos biogeoquímicos são abordados de maneira mais abrangente, referindo-se desde o ensino em espaços formais e não formais na educação básica e ensino superior. Os ciclos biogeoquímicos possuem a característica de poder ser trabalhado em diversas áreas das Ciências de maneira tradicional ou através de projetos interdisciplinares.

Quadro 3. Trabalhos com o tema Ciclos Biogeoquímicos.

Base de Dados	Ano	Autores	Título
Enpec	2015	Gondin, C.M.M., Machado, V.M.	Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os Ciclos Biogeoquímicos.
Google acadêmico	2003	Rogério da Silva Rosa, Rossini, Amarin Messias, Beatriz Ambrozini	A importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável
Google Acadêmico	2004	Roberto Engel Aduan, Marina de Fátima Vilela, Fábio Bueno dos Reis Júnior.	Os grandes ciclos biogeoquímicos do Planeta.
Google acadêmico	2014	Teodoro, Priscila Gualberto.	Escolha dos livros didáticos de ciências no município de Santo Antônio da Platina: uma análise na abordagem dos ciclos biogeoquímicos
Google acadêmico	2017	<i>Bruna Rodrigues da Silva, Tiago Rodrigues da Silva</i>	Reflexões sobre a abordagem de Ciclos Biogeoquímicos no ensino em Ciências: considerações para um enfoque em CTS.
Google acadêmico	2020	Wagner Moisés Costa, André Peticarrari	A contribuição do texto de divulgação científica no processo de ensino e aprendizagem dos Ciclos Biogeoquímicos.

Fonte: elaborado pelo autor

No artigo de Gondin e Machado (2015) os resultados possibilitaram a compreensão de como os professores de Ciências trabalham os ciclos biogeoquímicos, bem como os recursos utilizados. Esse trabalho evidenciou que esses professores apresentam dificuldades relacionadas à falta de recursos e falta de domínio do conteúdo nos processos bioquímicos.

O artigo de autoria de Silva, B.R., Silva, T. R. (2017) parte da descrição e caracterização dos estudos que investigaram metodologias alternativas para o ensino de ciclos biogeoquímicos, a partir de uma revisão no campo de pesquisa do ensino de ciências. Surgiu do delineamento das discussões e reflexões da prática docente sobre abordagem em torno da temática e as dificuldades dos professores em trabalhar com esses conteúdos. As análises, portanto, evidenciam que o ensino de ciclos biogeoquímicos deve superar sua ênfase no conteúdo compartimentalizado entre as ciclagens dos elementos naturais, nas memorizações de seus termos e definições, e na passividade dos discentes durante os processos de ensino e aprendizagem. Para valorizar o enfoque em CTS, indispensável na atual prática docente, uma vez que se constitui como o ponto de ligação entre a realidade dos alunos com as complexas

relações das problematizações que envolvem aspectos ambientais, políticos, tecnológicos e sociais.

Quanto aos métodos de ensino, chegou-se à conclusão de que as práticas devem ligar o conteúdo ao contexto sócio-cultural do aluno e não devem transformar-se em uma rotina didática. Pode-se dizer ainda que as estratégias metodológicas não são independentes nem dos conteúdos propostos, nem dos objetivos e tampouco das concepções de aluno e de educação do professor; elas andam interligadas ao ensino como um todo, por isso, são diversas e podem ser utilizadas de forma combinada na abordagem dos conteúdos. Sem falar da transposição didática, Freire (2004) aconselha que a leitura do aluno sobre o mundo deve ser levada para a sala de aula como ponto de partida do professor ao ensinar. Segundo este pedagogo:

Respeitar a leitura do mundo do educando significa tomá-la como ponto de partida para a compreensão do papel da curiosidade, de modo geral, e da humana, de modo especial, como um dos impulsos fundantes da produção do conhecimento. É preciso que, ao respeitar a leitura do mundo do educando para ir mais além dela, o educador deixe claro que a curiosidade fundamental à inteligibilidade do mundo é histórica e se dá na história, se aperfeiçoa, muda qualitativamente, se faz metodicamente rigorosa. (FREIRE, 2004, p. 123).

Considerações finais

Em relação aos conteúdos utilizados neste trabalho, considera-se que a abordagem dos conteúdos relacionados aos ciclos biogeoquímicos deva ocorrer de forma contínua e que o professor deva estabelecer as relações entre eles e as mudanças climáticas pois é importante a compreensão dos processos que tornam os ecossistemas dinâmicos.

Considera-se que o Pensamento Sistêmico e a Educação Ambiental Crítica podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de novas estratégias no processo de ensino aprendizagem para além do que já foi exposto neste artigo, pois essas abordagens conectam o conhecimento e contextualizam as perspectivas ecológica, social, econômica e política, permitindo a apropriação do conhecimento de forma integral.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós- graduação em Ensino de Ciências- PPgECi/ UFRGS e ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde- ICBS/ UFRGS..

Referências

BARROS, C. O. Discursos escolares sobre o ciclo do carbono. 2011. 207f. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra)-Universidade Estadual de Campinas Instituto de Geociências, Campinas, 2011.

BOGDAN, R. S.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. 12. ed. Porto: Porto, 2003.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em Ciência às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 3, p. 363-381,2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dJV3LpQrsL7LZXykPX3xrwj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2020. 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CAPRA, F. A. Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2012. DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

LIMA, G. F. C.; PORTILHO, F. Sociologia Ambiental no Contexto Acadêmico Norte Americano: Formação, Dilemas e Perspectivas. **Teoria & Sociedade**, Belo Horizonte, n. 7, p. 241-276, jun./2001.

OLIVEIRA, L. P. S. **Globalização e soberania**: o Brasil e a biodiversidade na Amazônia. Brasília: Fundação Milton Campos, 2002. MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARIOTTO, S.C., CORAIOLA, M., Educação Ambiental na Concepção do Pensamento Sistêmico. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient, Curitiba**, v. 7, n. 2, p. 237 - 243, abr./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/9933>. Acesso em: 18 set. 2020.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Educação**, v. 29, n. 2, p. 33-50, 2011.

PHILIPPI JR., A.; PELICIONI, M. da C. F. (ed.). Educação ambiental e sustentabilidade. Barueri: Manole, 2005.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável. 2003. 52 f. Monografia (Curso de Ciclos Biogeoquímicos) -Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://fernandosantiago.com.br/bgquitexto.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. da. Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque em CTS. **Form@re**, Teresina, v. 5, n. 2, p.5-18, jul./dez.2017. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/parfor/article/view/6234>. Acesso em: 8 out. 2019.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.9,n.2,p.177-190,2003.Disponívelem:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274164>. Acesso em: 22 set. 2020.

VASCONCELLOS, M. J. E. Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência. Campinas: Papirus, 2002.

