

# **As complexidades do fenômeno “mudanças climáticas”: análise de teses e dissertações de educação ambiental**

## **The complexities of the "climate changes": analysis of thesis and dissertations on environmental education**

**Danielle Aparecida dos Reis**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

[danielle.reis@uftm.edu.br](mailto:danielle.reis@uftm.edu.br)

**Luciano Fernandes Silva**

Universidade Federal de Itajubá

[lufesilv@gmail.com](mailto:lufesilv@gmail.com)

### **Resumo**

Este trabalho apresenta alguns resultados obtidos em uma pesquisa de mestrado. Um dos seus objetivos consistiu em identificar as compreensões sobre o fenômeno das mudanças climáticas elaboradas nas teses e dissertações brasileiras de Educação Ambiental (EA), a fim de analisar que aspectos das complexidades inerentes ao fenômeno são enfatizados nestes trabalhos. Para delimitação do *corpus* documental, foi realizado um levantamento bibliográfico das teses e dissertações de EA defendidas no período de 1987 a 2010, constantes no Banco de Teses e Dissertações da CAPES, o que resultou em 17 dissertações de mestrado. Posteriormente, realizou-se a análise dos textos completos, tomando como referência teórico-metodológica a “análise de conteúdo”. Desse conjunto, 4 dissertações apresentam considerações que remetem às complexidades do fenômeno das mudanças climáticas, destacando que o clima pertence a um sistema complexo, sujeito à interferência de inúmeras variáveis tanto naturais, quanto antrópicas.

**Palavras chave: ensino de ciências, educação ambiental, mudanças climáticas, complexidade.**

### **Abstract**

This paper presents some results obtained in a master's research. One of its objectives was to identify the understandings elaborated in the Brazilian theses and dissertations of Environmental Education (EE) on climate changes, in order to analyze which aspects of the complexities inherent to the phenomenon are emphasized in these works. The documental corpus is constituted by dissertations and thesis in the field of EE concluded between 1987 and 2010 selected from the CAPES Thesis and Dissertation Database. Seventeen dissertations have been selected and analyzed having as reference the “Content Analysis” procedures. This set, four dissertations present considerations that refer to the complexities of the phenomenon of climate changes, emphasizing that the climate belongs to a complex system, subject to the interference of innumerable natural and anthropic variables.

**Key Words: science teaching, environmental education, climate changes, complexity.**

## Introdução

Atualmente, a emergência dos problemas ambientais tem contribuído para o surgimento de várias propostas que visam minimizar o quadro de degradação ambiental com o qual convivemos. Dentre as diferentes sugestões, destaca-se o processo educativo como um caminho promissor para o enfrentamento da chamada “crise ambiental”.

Independente dos posicionamentos políticos-ideológicos ou das compreensões teóricas sobre a temática ambiental, “[...] a educação é sempre vista como um processo fundamental nas buscas de soluções para os problemas relacionados com os impactos ambientais e suas consequências para as diferentes formas de vida, incluindo a humana” (CARVALHO, 2007, p. 2).

Neste sentido, entende-se que a Educação Ambiental (EA) articulada ao processo educativo pode contribuir para o conhecimento mais abrangente sobre a Temática Ambiental e para a formação de sujeitos críticos e que atuem reflexivamente frente aos problemas ambientais (CARVALHO, 2007; GUIMARÃES, 2013), possibilitando o consequente enfrentamento dessa crise.

De maneira especial, nossa atenção volta-se para aqueles argumentos que destacam a necessidade de que as propostas educativas que abarcam questões voltadas para a temática ambiental a façam segundo uma visão complexa. Isso ocorre, já que a questão ambiental se caracteriza por sua complexidade, que envolve diretamente aspectos de natureza científica, política, econômica e social. Ou seja, os fenômenos ambientais abrangem, além da dinâmica climática terrestre, a interação entre o ser humano e a natureza, as concepções políticas dos governantes envolvidos nas tomadas de decisão sobre o assunto, os ganhos econômicos que estão por trás das medidas de mitigação propostas e tantas outras questões.

Autores como Reis, Silva e Figueiredo (2015), Watanabe-Caramello (2012) e Watanabe-Caramello e Strieder (2011) indicam que o quadro de “crise ambiental” efetivamente será superado quando os cidadãos tiverem condições de tomar decisões mediante o reconhecimento desta realidade complexa.

Pensando nessas considerações, entendemos que as práticas de EA realizadas na educação básica devem contribuir para a formação de cidadãos aptos a atuarem e tomarem decisões diante uma realidade ambiental complexa. Levando em consideração a transversalidade que a EA deve assumir, assim como Fracalanza (2004), compreendemos que a EA desenvolvida nas diferentes instituições de ensino *deve ter um caráter interdisciplinar e perfil pluridimensional*, já que devido à complexidade e a abrangência que os problemas ambientais alcançam, a Temática Ambiental envolve conhecimentos relativos a diferentes áreas do conhecimento.

Por isso, entendemos que o Ensino de Ciências pode contribuir significativamente para essa formação, já que o mesmo oferece os aportes necessários para o entendimento das complexidades associadas às questões ambientais, principalmente aquelas de caráter científico.

Levando em consideração os argumentos apresentados pelos autores que explicitam sobre a relevância de que a temática ambiental seja explorada no Ensino de Ciências através de um viés complexo, fomos incitados a investigar o quanto essa visão complexa relacionada aos

temas ambientais está sendo reconhecida pelo campo de pesquisa da EA.

Nossa opção por investigar a área da Educação Ambiental justifica-se pelo fato de que a mesma tende a incorporar diversas pesquisas relacionadas ao Ensino de Ciências (visto que a articulação entre a questão ambiental e a área de Ciências da Natureza é frequentemente anunciada). Cabe também destacar que é a produção teórica da EA que irá subsidiar a construção das articulações entre a Temática Ambiental e o Ensino de Ciências, ao mesmo tempo em que essa produção pode ser utilizada pelos professores da educação básica para elaborar suas atividades educativas do Ensino de Ciências que envolvam a Temática Ambiental.

Porém, as complexidades associadas a todos os temas ambientais nos apresentaram uma vasta abrangência, cuja investigação nos colocaria frente a um número elevado de temáticas distintas. Deste modo, esta reflexão nos apresentou a necessidade de delimitar o estudo, ou seja, de que escolhêssemos um tema ambiental específico, o que nos levou ao tema das mudanças climáticas.

Uma das características que nos sugere a complexidade do fenômeno das mudanças climáticas pode ser identificada na interação que se dá entre os diferentes fenômenos naturais que são responsáveis por causar mudanças no clima. Esses fenômenos interatuam de maneira constante, o que caracteriza as mudanças climáticas por sua não linearidade, instabilidade, irreversibilidade. Ao mesmo tempo, essa complexidade também está presente na relação que o ser humano estabelece com o meio ambiente, sendo que a mesma não se institui de maneira linear e é influenciada por diferentes aspectos: os econômicos, os políticos, os sociais e os científicos.

Por isso, entendemos que o fenômeno das mudanças climáticas pode articular-se ao Ensino de Ciências. A Física, por exemplo, apresenta um espaço privilegiado para a abordagem e a discussão dos temas socioambientais, principalmente pelo fato desta área do conhecimento oferecer os subsídios para o reconhecimento e a reflexão sobre as complexidades inerentes ao tema. Conforme destacado por Reis, Silva e Figueiredo (2015), os princípios básicos da Termodinâmica (principalmente os conceitos de dissipação de energia e entropia), por exemplo, possibilitam aos professores de Física o trabalho com a instabilidade, a irreversibilidade, a imprevisibilidade e a interação sistêmica, fatores que caracterizam complexidade do fenômeno em questão.

Levando em consideração a intenção desta investigação, a produção teórica da área se revelou como uma das mais promissoras a serem investigadas, já que a pesquisa em tais documentos nos coloca frente à possibilidade de sistematizar e valorizar o conhecimento já produzido pela EA sobre o tema mudanças climáticas. Ao passo que, identificando as discussões dos autores destes trabalhos sobre o tema, poderemos sugerir pontos que mereçam maior reflexão, bem como apresentar novas construções e articulações entre a EA, o Ensino de Ciências e o tema mudanças climáticas.

Sendo assim, neste trabalho optamos por analisar as dissertações e as teses de EA que tratam do tema mudanças climáticas de maneira central em seus propósitos investigativos.

Nossa opção pela escolha destes documentos justifica-se pela baixa circulação desses trabalhos e pela falta de incentivo à sua divulgação (FRACALANZA *et al.* 2005), sendo que entendemos essa como uma oportunidade de reunir o que vem sendo produzido pelas teses e dissertações de EA sobre o tema mudanças climáticas.

Cabe, ainda, destacar a articulação desta investigação ao Projeto de Pesquisa “A educação ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica (dissertações e teses)” (CARVALHO *et al.*, 2009). Esse projeto de pesquisa, também conhecido pelo termo “EArte”, possui o objetivo

de mapear a produção das teses e dissertações brasileiras de EA e caracteriza-se por propor a realização de uma pesquisa do tipo estado da arte ou estado do conhecimento.

Diante dessas considerações, um dos objetivos dessa pesquisa foi o de identificar as compreensões sobre o fenômeno das mudanças climáticas elaboradas nas teses e dissertações brasileiras de EA, a fim de analisar que aspectos das complexidades inerentes ao fenômeno são enfatizados nestes trabalhos.

## Aspectos Metodológicos

No presente estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico de dissertações e teses brasileiras de EA, do período de 1987 a 2010, constantes no Banco de Teses e Dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Optamos por essa delimitação temporal, já que 1987 foi o ano de criação do referido Banco de teses e dissertações e 2010 foi o ano anterior ao do ingresso da primeira autora do trabalho no curso de pós-graduação em Educação.

Para elaboração do *corpus* documental, utilizamos o *site* da CAPES como ferramenta de busca. No referido *site*, no campo específico para busca de trabalhos, utilizamos as seguintes palavras-chave: “mudanças climáticas e educação ambiental”, “aquecimento global e educação ambiental” e “efeito estufa e educação ambiental”, selecionando a opção de busca por “todas as palavras”. Com estes critérios, identificamos inicialmente 45 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado.

Na leitura atenta e minuciosa dos resumos dos 47 trabalhos selecionados, buscamos identificar aqueles que fizessem referências ao tema mudanças climáticas (aparecendo de maneira explícita no título, resumo ou palavras-chave) e que, ao mesmo tempo, fosse de EA. Para definir se o trabalho era de educação ambiental, foram utilizados os critérios determinados no âmbito do projeto “EArte”<sup>1</sup>. A partir dessa etapa, selecionamos 22 dissertações de mestrado.

Entretanto, alguns trabalhos selecionados deixavam dúvidas se de fato eram de EA e/ou se apresentam discussões sobre o fenômeno mudanças climáticas. Dessa maneira, realizamos a busca e leitura dos 22 textos completos e concluímos que, até o ano de 2010, foram produzidas 17 dissertações de EA que abordam o tema mudanças climáticas de maneira central em seus propósitos de investigação.

Desses trabalhos, nossas leituras indicaram que 4 apresentam o fenômeno das mudanças climáticas a partir de suas complexidades. A Tabela 1 mostra as principais informações sobre essas dissertações.

Para sistematizar e analisar os dados coletados, foram elaboradas fichas de leitura para identificar o trabalho e registrar as passagens ou excertos dos textos que apontassem os elementos que eram importantes para a pesquisa. Escolhemos aqueles excertos que respondiam as indagações feitas, visto que os critérios para a escolha dos mesmos estavam diretamente relacionados com os objetivos desse trabalho.

A análise dos dados coletados foi realizada através da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009). Dentre as diferentes técnicas de análise de conteúdo, este trabalho se apoia naquela reconhecida por análise temática ou categorial. As categorias foram construídas *a posteriori*, ou seja, foram elaboradas após a leitura das dissertações que constituem o *corpus* documental.

---

<sup>1</sup> Esses critérios estão disponíveis para consulta no *site* do projeto: <http://www.earte.net/?page=criterios-selecao>

ANO	AUTOR	TÍTULO	CÓDIGO
2003	Lilian Cristiane Almeida dos Santos	A Física na Educação Ambiental: A Questão do Efeito Estufa	D1
2009	Miguel Jorge Neto	Física ambiental e teoria da complexidade: possibilidades de ensino na educação básica	D7
2009	Arnaldo Telles Ferreira	A inconveniência de uma verdade: representações sociais de estudantes universitários sobre o aquecimento global	D11
2010	Luis Gustavo D'Carlos Barbosa	O debate sobre o aquecimento global em sala de aula: o sujeito dialógico e a responsabilidade do ato frente a um problema sócio-científico controverso	D13

Tabela 1: Informações referentes às dissertações que apresentam as complexidades relativas ao fenômeno mudanças climáticas

Uma dessas categorias de análise e que será destacada neste trabalho foi denominada “mudanças climáticas: fenômeno ambiental complexo”. No próximo item apresentamos os detalhes da análise dos excertos agrupados na mesma.

### **Complexidades relativas ao tema mudanças climáticas: considerações elaboradas a partir de teses e dissertações de Educação Ambiental**

Dentre os trabalhos selecionados para realização dessa pesquisa, foi possível identificar alguns argumentos que apresentam o fenômeno mudanças climáticas por meio de uma visão complexa. Embora sejam poucas as dissertações que apresentam esta característica do fenômeno (4 dos 17 trabalhos analisados), constatamos que as principais complexidades apresentadas se relacionam com o entendimento do clima enquanto um sistema complexo, sujeito à interferência de variáveis tanto naturais quanto antrópicas.

De acordo com Morin (2007), a complexidade pode ser concebida como “um tecido de constituintes heterogêneos e inseparavelmente associados”, sendo que a interação entre estes componentes gera distintos acontecimentos, ações, retroações, determinações e acasos. Essa associação, que é chamada de sistema, é caracterizada como interdependente, ou seja, pequenas modificações em um dos seus elementos podem causar grandes modificações no sistema como um todo.

O sistema climático terrestre é um sistema complexo composto por diversos sistemas heterogêneos, caracterizados por suas composições químicas e por propriedades físicas distintas. Esse sistema envolve elementos variados (que se agrupam em subsistemas) e que, embora apresentem comportamentos particulares, estão em constante interação, o que é responsável por formar novas estruturas que são capazes de gerar mudanças significativas no clima.

Por isso, cabe destacar que o clima sofre interferências de muitas organizações sistêmicas, com propriedades e processos de níveis locais e globais, como: disposição geográfica dos continentes, oceanos e geleiras, ecossistemas terrestres, constituintes atmosféricos, força gravitacional e rotação terrestre, radiação solar, etc. Ao mesmo tempo, este também sofre influências das atividades antrópicas. De acordo com Camargo (2005, p. 189):

Para o arcabouço teórico do acaso, da auto-organização e da complexidade, o clima não é um elemento que atua isoladamente no conjunto planetário. Nesse contexto, todos os elementos interagem e perdem sua antiga



hierarquia vertical, reintegrando-se em uma nova postura de relações e de organização, que observa a essência da interconectividade dos elementos e de sua atuação (CAMARGO, 2005, p. 189).

Na dissertação D7, por exemplo, o autor considera a complexidade associada às mudanças climáticas ao apresentar que o fenômeno ocorre em um sistema aberto que interfere e sofre interferências de outros sistemas, conforme explanamos anteriormente. Dessa maneira, o autor apresenta a Teoria da Complexidade como uma abordagem que nos daria grandes contribuições para o estudo do meio ambiente e a compreensão do fenômeno em questão, conforme destacamos abaixo:

[...] devido ao quadro das mudanças climáticas globais, o estudo do meio ambiente tem sido considerado particularmente importante pela comunidade científica. Os ecossistemas são sistemas abertos que estabelecem trocas de energia, matéria e quantidade de movimento com o entorno. A compreensão de como se dão os principais processos que regem a dinâmica dos ecossistemas ainda está engatinhando e a Teoria da Complexidade tem sido considerada uma abordagem promissora para a melhoria da compreensão desses sistemas, uma vez que esses têm as características fundamentais dos objetos de estudo da teoria (D7, p. 4).

São diversos os fatores que interferem no sistema climático, causando modificações no clima terrestre como um todo. Devido essa complexa interação entre os componentes desse sistema, não é possível apresentar com exatidão quais são as causas do fenômeno e nem prever quais serão suas consequências.

O autor da dissertação D11, por exemplo, afirma que “[...] as causas e efeitos das mudanças climáticas são sistêmicas, resultando grandes alterações no ecossistema terrestre” (D11, p. 52). A autora da dissertação D1 apresenta o mesmo posicionamento ao indicar que, “[...] nosso planeta é um sistema complexo e dinâmico. Os domínios orgânicos, gasosos, líquidos e sólidos da Terra são intimamente interligados. Uma mudança em uma das partes do sistema provavelmente afetará outras partes” (D1, p. 36).

Sendo assim, uma pequena mudança nas condições iniciais de um dos componentes deste sistema pode gerar grandes e inesperados efeitos em longo prazo. Prigogine (1996) afirma que quando um dos componentes de um sistema é modificado ou um novo elemento passa a compor o sistema, sua complexidade será ampliada. Essa característica nos indica claramente que não devemos levar em consideração apenas um único ponto de vista ou fenômeno que interfira diretamente nas mudanças do clima.

Segundo a Teoria da Complexidade, os produtos e as consequências são produtores e originadores daquilo que produzem, o que significa que a causa age sobre o efeito, e o efeito age sobre a causa, assim como Morin (2007, p. 77) apresenta: “Junte a causa e o efeito, e o efeito voltar-se-á sobre a causa, por retroação, e o produto será também produtor”.

A autora da dissertação D1 discute sobre as complexidades envolvidas nos próprios modelos climáticos, o que dificulta a apresentação de causas e previsões sobre as consequências das mudanças climáticas. Nas palavras da autora:

Uma séria questão na verificação de qualquer hipótese relativa à causa da mudança na temperatura média, além da dificuldade de fazer previsões, é sobre a tomada de medidas no tempo e no espaço. Há pouco mais de um século que temos dados de temperatura, e mesmo esses dados não são todos os locais que medimos atualmente. O conhecimento sobre essa parcela do clima terrestre está em andamento, mas não completamente definida. Por

mais que os modelos climáticos estejam avançados, ainda não atingem toda a complexidade da questão em estudo (D1, p.49).

Diante essa complexidade, podemos elencar diferentes causas para as mudanças de clima. O autor da dissertação D7, por exemplo, apresenta que: “[...] reconhecendo o clima em nosso planeta como um fenômeno complexo, assumimos que deve existir uma rede de mecanismos que o regulem. Um destes é o efeito estufa” (D7, p. 37). Enquanto isso, na dissertação D11 apresenta-se que:

A questão das mudanças climáticas denota aqui o fenômeno associado aos desequilíbrios sistêmicos ocasionados também pelos impactos destrutivos gerados pela ação antrópica sobre o funcionamento dos sistemas ecossociais numa escala planetária (D11, p. 48).

Ou seja, ao mesmo tempo em que ambos os excertos caracterizam o fenômeno a partir de sua complexidade, apresentam diferentes fatores que podem ser considerados como suas causas. Devemos levar em consideração que tanto fenômenos naturais quanto fenômenos antrópicos modificam constantemente o clima do nosso planeta, do mesmo modo que as mudanças climáticas interferem no curso destes fenômenos naturais e na vida do ser humano, ou seja, aqui existe uma interação mútua, sendo válida a constatação de que a causa age sobre o efeito e o efeito age sobre a causa.

Este aspecto complexo das causas das mudanças climáticas é destacado na dissertação D11. De acordo com o autor deste trabalho, essas causas:

[...] não podem ser problematizadas apenas pelo constante aumento dos gases de efeito estufa, mas compreendido dentro de uma complexa trama de processos históricos, sociais, biológicos, das múltiplas inter-relações de todos os fenômenos com a realidade global e local (D11, p. 23).

Por isso, ao tratarmos sobre possíveis causas das mudanças climáticas não podemos levar em consideração apenas uma única variável constituinte do sistema em que se enquadram, já que os fatos relativos ao fenômeno devem ser abordados em uma visão sistêmica, buscando compreender “[...] todos os ângulos de um mesmo fato, compreendendo as mudanças climáticas tanto na sua totalidade quanto na sua particularidade” (D10, p. 79).

Diante dessas considerações, podemos afirmar que existem posicionamentos distintos sobre as causas das mudanças climáticas. Enquanto alguns o consideram um fenômeno natural, outros o apresentam como consequência da interferência antrópica sobre a natureza. Esta perspectiva esteve presente de maneira muito consistente na dissertação D13. Sobre o assunto, o pesquisador concorda que até mesmo os cientistas que compõem o IPCC “[...] ponderam influências complexas e consideram as incertezas” (D13, p. 36).

A complexidade deste fenômeno impede que também sejam feitas afirmações categóricas sobre suas consequências. Como é questionado pelo pesquisador da dissertação D13 (p. 61): “Como se constrói acordos quando os problemas são complexos e podem ser abordados a partir de diferentes especialidades e recortes?”.

Por constituir um sistema aberto, o clima está sujeito à interferência de diversas variáveis que podem agir conjuntamente na promoção de diversas consequências possíveis, mas não exatas. O autor da dissertação D11 apresenta considerações que vão ao encontro desse posicionamento, ao afirmar que “[...] os modelos globais de clima projetam para o futuro, ainda com algum **grau de incerteza, possíveis mudanças** em extremos climáticos” (D11, p.50, grifos nossos).

Essa discussão é apresentada por alguns pesquisadores, como Kerr (2012, p. 10), ao indicar que “[...] essas tendências [climáticas] estão indicadas como bastante prováveis, mas não são

certezas absolutas”. Como indicado pela dissertação D1, “nossa compreensão do assunto ainda não nos possibilita fazer previsões devido à complexidade do sistema em estudo” (D1, p. 47 e 48).

Ao tratar sobre a imprevisibilidade das mudanças climáticas, Watanabe-Caramello (2012, p. 215) apresenta que não podemos elencar com qualquer grau de certeza quais serão as principais consequências do fenômeno e se as medidas de mitigação propostas de fato alcançarão sucesso em “deter” as mudanças no clima, já que “[...] os sistemas sofrem influências incontáveis e de naturezas distintas, de modo que não será possível prever com exatidão como o planeta deverá estar daqui algumas dezenas de anos”.

Porém, um aspecto importante que deve ser destacado a partir dessas considerações é que, embora a ação antrópica possa ser considerada apenas uma dentre uma diversidade de causas para as mudanças climáticas, a mesma não deve ser desprezada. A autora da dissertação D1 considera que, embora a complexidade dos fenômenos climáticos nos impeça de fazer afirmações certas sobre o futuro das mudanças no clima, não podemos deixar de adotar algumas medidas preventivas, já que a probabilidade de não se consumarem as catástrofes climáticas é a mesma de que esses fenômenos possam acontecer. Nas palavras da autora:

Por estarmos ainda iniciando nossa pesquisa nessa área, é importante tomarmos medidas para controlar as mudanças, como reduzir as emissões de gases estufa [...] essas medidas devem ser tomadas por conta da *incerteza do conhecimento dos impactos que a atividade antropogênica pode causar*. O planeta Terra existe há aproximadamente 4,6 bilhões de anos e estudamos o clima mais profundamente há menos de 200 anos. Não podemos ter uma conclusão definitiva nesse assunto, ainda tão pouco explorado, muito embora os modelos e dados sejam bastante consistentes dentro do estágio atual de nosso desenvolvimento científico (D1, p. 53, grifos da autora).

Nesse sentido, quando buscamos caracterizar as mudanças climáticas a partir de suas complexidades, destacando principalmente que não é possível apresentar causas ou consequências para o fenômeno, não tentamos nos eximir da responsabilidade de buscar soluções para minimizar a nossa interferência sobre o clima. Enquanto cidadãos, devemos conhecer essa característica do fenômeno para que possamos agir e tomar decisões diante uma realidade complexa.

## **Considerações Finais**

Esse trabalho nos possibilitou investigar se as complexidades do fenômeno das mudanças climáticas são consideradas pelo campo da EA. Constatamos que essas complexidades são pouco enfatizadas pelo campo de pesquisa da EA, tendo em vista que dos 17 trabalhos selecionados apenas 4 apresentam o fenômeno a partir desse enfoque. Nesses trabalhos, a complexidade inerente do fenômeno é destacada, principalmente, através da apresentação de uma realidade climática sistêmica, não linear, probabilística e irreversível.

A nossa intenção não é a de propor um modelo a ser seguido para o trabalho com o tema mudanças climáticas nas práticas de EA desenvolvidas no Ensino de Ciências. Entendemos as especificidades e os objetivos a serem alcançados em cada situação. Não há para a educação ambiental ou para o Ensino de Ciências uma prática que seja ideal ou uma “receita” a ser seguida. A prática educativa é influenciada por diversos fatores e obstáculos, ela desenvolve-se diante nosso aprendizado particular, mediante “erros e acertos” e com aportes teóricos específicos, que guiem nossas reflexões sobre nosso trabalho.



Porém, entendemos que o trabalho com esses conceitos em sala de aula podem contribuir para a reformulação das concepções epistemológicas sobre ciência e produção do conhecimento científico que são pautadas pelo determinismo e linearidade, além de nos auxiliar a evitar tanto o catastrofismo simplista quanto a negação irresponsável dos impactos da ação humana sobre o meio ambiente e de contribuir para que reflitamos sobre as nossas atitudes perante o meio ambiente diante da irreversibilidade dos fenômenos climáticos.

Esse fato possibilita aos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem o entendimento das subjetividades, das incertezas, dos conflitos, dos valores, dos questionamentos metafísicos e políticos relacionados à questão ambiental. Podemos concluir que a articulação entre o ensino de Ciências e a temática ambiental pode contribuir positivamente para a formação de cidadãos aptos a tomar decisões e a agir diante um cenário ambiental complexo ao qual se associam inúmeras incertezas.

## Agradecimentos e apoios

Os autores desse trabalho agradecem o apoio concedido pela CAPES para a realização da pesquisa.

A primeira autora deste trabalho agradece o apoio concedido pela FAPEMIG.

## Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5 ed. Lisboa: Edições 70, 2009. 281 p. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro.

CAMARGO, L. H. R. **A Ruptura do meio ambiente: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 240 p.

CARVALHO, L. M. et al. Projeto A Educação Ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica (dissertações e teses). Rio Claro: UNESP/Unicamp/USP/UFSCar, março/2009.

CARVALHO, L. M. O discurso ambientalista e a educação ambiental: relações com o ensino das ciências da natureza. In: **VI Encontro de Pesquisa em Educação de Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: Universidade Federal de Belo Horizonte, 2007, v. 1. p. 1-15.

FRACALANZA, H. As pesquisas sobre Educação Ambiental no Brasil e as escolas: alguns comentários preliminares. In: TAGLIEBER, J.E. e GUERRA, A.F.S. (orgs.) **Pesquisa em Educação Ambiental: pensamentos e reflexões de pesquisadores em Educação Ambiental**. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2004, p. 55-77.

FRACALANZA, H. e AMARAL, I. A. e MEGID NETO, J. e EBERLIN, T. S. A Educação Ambiental no Brasil: Panorama Inicial da produção Acadêmica. In: **V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, Bauru. Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, v. 1, p. 1-15.

GUIMARÃES, M. **A dimensão Ambiental na educação**. 11 ed. Campinas: Papirus Editora, 2013.

KERR, A. S. Clima global, meio ambiente e justiça social. **Le Monde Diplomatique Brasil**, p. 10-11, 2012.

LOUREIRO, C. F. B. Proposta pedagógica. **Educação Ambiental no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, ano 18, p. 3-9, mar. 2008. Boletim 01.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas**: Tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

REIS, D. A.; SILVA, L. F.; FIGUEIREDO, N. As complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas: desafios e perspectivas para o Ensino de Física. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 3, 2015, p. 535-554.

WATANABE-CARAMELLO, G. Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental. 2012. 246 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WATANABE-CARAMELLO, G. e STRIEDER, R. B. Elementos para inserir as questões ambientais em aulas de física: da prática baseada em temas à complexificação do conhecimento. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 6, n. 2, 2011, p. 101-117.