

# REFLEXÕES SOBRE TECNOLOGIA, ÉTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL, À LUZ DA TEORIA DA COMPLEXIDADE, DE EDGAR MORIN

Adriana Massaê Kataoka<sup>1</sup>

Daniel Mazurek<sup>2</sup>

Nicole Kataoka Silva<sup>3</sup>

Yuri Kataoka Silva<sup>4</sup>

Daniela de Almeida dos Santos<sup>5</sup>

Ana Lucia Suriani Affonso<sup>6</sup>

Mauricio Camargo Filho<sup>7</sup>

**Resumo:** Diante do atual quadro de degradação socioambiental, faz-se urgente uma reflexão aprofundada sobre o assunto, para que novos caminhos sejam construídos em busca da sustentabilidade ambiental e da justiça social. Apesar da complexidade envolvida quando se trata do ambiente, as discussões voltadas para a solução da problemática ambiental, muitas vezes são polarizadas entre duas perspectivas, sendo uma delas pautada na tecnologia e a outra em discussões críticas, reflexivas e éticas, que se apoiam, portanto, em epistemologias distintas e articuladas, respectivamente, com as ciências naturais e as ciências humanas. Diante desse cenário, este artigo promove uma reflexão sobre os limites e potencialidades das possibilidades apresentadas, apoiados nos princípios da Educação Ambiental e na da Teoria da Complexidade, de Edgar Morin. O princípio dialógico da Teoria da Complexidade abarca que os aspectos, a primeira vista, antagônicos, podem ser, na verdade, complementares, alterando a polaridade das discussões sobre os possíveis enfrentamentos da degradação ambiental. Assim, propomos a integração das duas possibilidades. Defendemos que os avanços tecnológicos, a serem integrados ao contexto socioambiental, devem ser submetidos ao crivo de um olhar crítico, complexo e ético. Dessa forma, possíveis distorções de ordem mercadológica ou oriundas de análises pontuais poderão ser minimizadas, atendendo, assim, a complexidade e a urgência que envolve a temática.

**Palavras-chave:** Complexidade; Criticidade; Ética; Problemas Ambientais; Tecnologia.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E- mail: dri.kataoka@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E-mail: danielmazk@gmail.com.

<sup>3</sup> Faculdade Guairacá. E- mail: nicolekataokasilva@hotmail.com.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E- mail: yuri.kataoka@hotmail.com.

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E- mail: dani\_santos0204@hotmail.com.

<sup>6</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E- mail: analuciabio@gmail.com.

<sup>7</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste. E-mail: mcamargo12@hotmail.com.

**Abstract:** In view of the current situation of socio-environmental degradation, it's urgent to make a depth reflection for the construction of new ways to built environmental sustainability and social justice. Due to the complexity of the environment, discussions aimed at solving this problem are often polarized between two solutions, one of which is based on technology and the other on critical and ethical discussions. So, this article aims to promote a reflection on the limits and potentialities of the possibilities presented, based on the principles of environmental education in the perspective of Edgar Morin's theory of complexity. The dialogic principle of the theory of complexity defends that what is at the first sight antagonistic, can be complementary, changing the polarity of the discussions about the possible confrontations of the environmental degradation. This article proposes the integration of the two possibilities. We defend that the technological advances to be integrated must be submitted to a critical, complex and ethical gaze. Thus, possible distortions of a marketing order or arising from specific analyzes can be minimized, thus meeting the complexity and urgency involved in the theme.

**Keywords:** Complexity; Criticality; Ethic; Environmental Problems; Technology.

## Introdução

Diante do intenso quadro de degradação socioambiental, novos caminhos devem ser construídos na busca da sustentabilidade ambiental e da justiça social. Sob essa ótica, a Educação Ambiental (EA), por sua natureza renovadora de paradigmas, pautada na interdisciplinaridade e na transdisciplinaridade, tem promovido significativos avanços, agregando, ao diálogo, diferentes áreas do conhecimento.

A EA surgiu a partir da percepção do comprometimento dos sistemas que dão sustentação à vida e, conseqüentemente, da sua qualidade. Problematiza as causas da crise socioambiental e, de acordo com Maia (2015), é apontada como uma das mais importantes alternativas de enfrentamento dessa crise. A EA também é considerada um campo do conhecimento que ainda está em construção, agregando contribuições de diferentes epistemologias, o que a torna um campo polissêmico (SAUVÉ, 2005).

A problemática socioambiental, devido a sua abrangência e gravidade, tornou-se uma preocupação contemporânea, que vem se destacando dentre inúmeros outros problemas. Esse aspecto tem produzido calorosos debates, entre os mais variados setores da sociedade, na busca por caminhos que levem à mitigação ou solução dessa problemática. Esses caminhos, em sua maioria, acabam sendo polarizados entre soluções técnicas (pautadas na Ciência Moderna/Aplicada/Tecnologia) e discussões críticas e éticas (pautadas nas Ciências Humanas), sustentadas por Karl Marx, Max Weber, Hans-Georg Gadamer, Martin Heidegger e Edmund Husserl. Ambos os caminhos merecem ser problematizados pela EA, a partir do entendimento de que o ambiente é complexo.

Diante desse cenário, este artigo visa promover uma reflexão sobre os limites e potencialidades das duas possibilidades apresentadas, a partir dos princípios da EA, na perspectiva da Teoria da Complexidade, de Edgar Morin

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 1: 433-447, 2022.

(2015a; 1997). Entendemos que cada um dos caminhos citados se pauta em epistemologias distintas e, em alguns aspectos, até mesmo, antagônicas, sendo que a primeira adota uma perspectiva de ciência objetiva (explicativa), pautada em grandes referências, como Rene Descartes, Francis Bacon, Auguste Comte; enquanto que a segunda, uma ciência compreensiva, definida como Ciências Humanas, é baseada em outros grandes nomes, como Karl Marx, Max Weber, Hans-Georg Gadamer, Martin Heidegger, Edmund Husserl.

Consideramos que a Teoria da Complexidade, de Edgar Morin (2015a), propicia uma condição diferenciada para a abordagem dessa problemática teórica e conceitual, pois, além de entender a realidade e o ambiente em sua complexidade, propõe o diálogo entre as Ciências Naturais e as Ciências Humanas. Do mesmo modo, a EA promove esta aproximação, visto que, enquanto campo do conhecimento, agrega, especialmente, as Ciências Naturais e as Ciências Humanas. Ao inserimos Morin nesse debate, acreditamos que este possa transcender a polarização, que vem ocorrendo na EA.

O presente artigo é, portanto, um ensaio teórico e reflexivo, tendo como foco as possibilidades de enfrentamento dos problemas socioambientais vivenciados por nossa sociedade.

Para tanto, abordaremos, em um primeiro momento, os princípios da EA e a sua articulação com a Complexidade. Em seguida, a discussão será conduzida no sentido de problematizar os dois caminhos apontados como alternativa de mitigação ou solução para a crise ambiental, passando por discussões de ordem epistemológica e política, trazendo luz para as origens dessa polarização. Finalmente, adentramos às contribuições da Teoria da Complexidade para esse debate.

## **Princípios da EA e contribuições da Complexidade para esse campo do conhecimento**

A busca por uma visão mais complexa do ambiente e das relações entre sociedade e natureza perpassam, necessariamente, as dimensões econômica, social, política, cultural, ética e histórica. A EA, ao adotar essa perspectiva, integra diferentes áreas do conhecimento e busca melhores condições para compreender os processos de degradação socioambiental e as possibilidades de enfrentamento de tais problemáticas.

Maia (2015) define a EA como um processo em que, por meio dela mesma, a sociedade resgata os valores que, segundo o autor, “[...] foram perdidos na relação histórica dos seres humanos com o meio natural” (MAIA, 2015, p. 109). Esse resgate de valores pressupõe a integração das diferentes dimensões que fazem parte dessa relação, contudo, é preciso sempre levar em consideração o carácter crítico que a EA apresenta, pois é com base nesse princípio que é possível estabelecer as reflexões necessárias sobre tal relação,

problematizando o modelo de desenvolvimento socioeconômico capitalista, bem como o papel da Ciência e da Tecnologia.

Entretanto, a EA nem sempre teve esse caráter crítico. Em um primeiro momento, esse campo do conhecimento se apresentava com uma visão simplista e ingênua, que, posteriormente, voltou-se para a resolução das problemáticas ambientais. Somente posteriormente a essa condição a EA passou a apresentar um olhar mais integrador e reflexivo sobre as relações socioambientais.

Layrargues e Lima (2014) descrevem os três momentos da EA a partir da elaboração das *Macrotendências Político-Pedagógicas da Educação Ambiental*. Para os autores, uma visão ingênua e conservadora é aquela que não consegue identificar a influência das dimensões política e econômica na sociedade e, conseqüentemente, na degradação socioambiental. Esse tipo de visão, para os autores, é incapaz de promover uma efetiva mudança de postura do ser humano para com o ambiente. Já um pensamento pragmático, que busca a resolução das problemáticas como o lixo e o desmatamento, está intrinsecamente ligado às soluções derivadas de uma corrente mais conservacionista e que, também, não considera os fatores históricos, sociais, políticos e econômicos, adaptando-se a uma ideologia neoliberal. Assim, a EA na vertente crítica se diferencia das outras duas tendências por focalizar a formação de cidadãos críticos, capazes de olhar para o seu passado, compreender a situação do seu presente e trabalhar para a construção do seu futuro, baseando-se no seu papel enquanto membro de uma sociedade que tem íntima relação com a natureza, em concreto, e que dela depende. Esse papel, a nosso ver, precisa ser mais bem compreendido e aprofundado, tomando como princípio o entendimento de que todas as dimensões humanas, já citadas anteriormente, fazem parte desse despertar de consciência.

O despertar de consciência é possível a partir do momento em que a maneira como produzimos e compartilhamos conhecimento deixa de ser tecnicista e pragmática, passando para uma formação em que as pessoas se sintam parte do processo, participando ativamente e contribuindo para a construção de saberes, sobretudo a partir do momento em que se sentem pertencentes e notam a sua influência no ambiente e na tomada de decisão (CARVALHO, 2004).

Para tanto, compreender como ocorreu o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e para quem eles foram produzidos, pode contribuir com o despertar de consciência mencionado. Essa compreensão se faz necessária, quando buscamos a formação crítica possível somente com a melhoria da qualidade de vida das pessoas e, como consequência, da reversão do processo de degradação do ambiente (LOUREIRO, 2012).

O posicionamento assumido por Loureiro (2012) é condizente com o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, documento aprovado durante a RIO 92, e que define

os princípios da EA, destacando-se, dentre eles: o pensamento crítico e inovador; a não neutralidade da EA; a valorização da solidariedade e das diversas formas de conhecimento; e o desenvolvimento da consciência ética.

Ao compreendermos esses princípios, fica ainda mais evidente que a EA vai além das ações pontuais, que visam à mudança comportamental de indivíduos, mas, sim, busca a transformação social por meio da educação, pressupondo, deste modo, que haja um diálogo de saberes em prol de tal transformação. Por outro lado, essa mudança não é possível a partir de uma perspectiva cartesiana e fragmentada.

Cabe lembrar que a organização do conhecimento de maneira fragmentada é herança da filosofia de Descartes e de outros pensadores que deram ao mundo uma visão mecanicista dos fenômenos, ou seja, a natureza e o pensamento poderiam ser reduzidos a processos puramente mecânicos e que impulsionaram a ética antropocêntrica (MAIA, 2015).

Nesse sentido, é importante deixar claro que a EA é muito ampla e que ao se preocupar com a transformação da relação entre sociedade e natureza, para uma relação mais justa e sustentável, é inevitável que suas reflexões perpassem discussões sobre Tecnologia e Ética, até porque esses temas são recorrentes, em especial, quando se pensa em alternativas para a solução da crise socioambiental.

Nesse cenário, a Teoria da Complexidade, de Edgar Morin, amplia os debates e as possibilidades da EA, que é justamente o que defendemos neste texto. A Teoria da Complexidade, proposta pelo filósofo, antropólogo e sociólogo Edgar Morin, fornece-nos os elementos necessários para aprofundarmos tais discussões. Ao fazer uma brilhante análise sobre como o paradigma cartesiano moderno influenciou a sociedade e a disjunção do conhecimento, o autor evidencia a complexidade como algo que compreende as incertezas e oferece espaço aos acasos.

Para ele:

A complexidade surge, é verdade, lá onde o pensamento simplificador falha, mas ela integra em si tudo o que põe ordem, clareza, distinção, precisão no conhecimento. Enquanto o pensamento simplificador desintegra a complexidade do real, o pensamento complexo integra o mais possível os modos simplificadores de pensar, mas recusa suas consequências mutiladoras, redutoras, unidimensionais e finalmente ofuscantes de uma simplificação que considera reflexo do que há de real na realidade (MORIN, 2015a, p. 6).

Nessa tessitura, almejamos uma EA tal qual nos apresenta Loureiro (2012), ou seja, uma EA emancipatória, que leve em consideração a dimensão social, mas que, para além dela, também inclua a dimensão individual de maneira simétrica. Defendemos essa perspectiva de EA por sermos contrários

à simplificação da realidade, pois entendemos que esta é complexa e não pode ser mutilada. Assim, a Teoria da Complexidade, de Morin, contribui sobremaneira com essa perspectiva de EA.

Por se configurar como uma teoria densa, destacamos, aqui, dois aspectos que consideramos contribuir de maneira especial com a EA, que seria a concepção trina de ambiente e de ser humano (MORIN, 2011).

A concepção de ser humano trino, de Morin (2000), enfatiza a complexidade do ser humano, envolvendo suas dimensões biológica, individual e social. O ambiente trino, por sua vez, envolve as dimensões física, biológica e social. Nesse sentido, a perspectiva complexa, ao detalhar a complexidade do ser humano e do ambiente, oferece melhores condições para entender a tão propalada relação sociedade/natureza.

### **Problematisando os limites e potencialidades da Ciência, da Tecnologia e das Ciências Humanas para a superação da problemática ambiental**

Neste item problematizamos as soluções técnicas, críticas e éticas que polarizam as discussões quando se trata da crise socioambiental e dos possíveis caminhos para solucioná-la. Sem a pretensão de esgotar o assunto e atingir a profundidade que o tema evoca, para não fugir ao que nos propomos, faremos uma breve incursão sobre os aspectos de ordem epistemológica e política, almejando dar alguma clareza para o debate.

Tanto as discussões de ordem epistemológica, quanto políticas, serão confrontadas com as Macrotendências de Layargues e Lima (2014), como forma de ancorar a discussão na EA.

Iniciamos a discussão de ordem epistemológica, partindo do entendimento de que a EA é considerada um campo do conhecimento que agrega, em especial, duas grandes áreas do conhecimento: as Ciências Naturais e as Ciências Humanas. Para tanto, nos apoiamos em Chauí (2008), para retomar o conceito de ciência e de como ela é subdividida.

Para a referida filósofa, a ciência se refere a uma forma e a um ideal de conhecimento, e que hoje é subdividida em: Ciências Matemáticas, Ciências Naturais, Ciências Humanas ou Sociais e Ciências Aplicadas. Os critérios utilizados para essa subdivisão, por sua vez, referem-se ao tipo de objeto que se estuda, tipo de método empregado e resultados obtidos. No âmbito deste texto, restringimo-nos a diferenciar as Ciências Humanas das outras, uma vez que as últimas compartilham a epistemologia cartesiana, quantitativa e positivista, diferentemente das Humanas.

Ao retornar um pouco no tempo, à época do humanismo, duas concepções de ciência sempre estiveram presentes, uma conhecida como ideal do conhecimento desinteressado e a outra como utilitarista (CHAUI, 2008). A segunda defende que o valor da ciência é pautado na quantidade de aplicações práticas, que pode ser traduzida em objetos tecnológicos, técnicos,

utensílios, máquinas e medicamentos. Fique claro que as soluções para a crise socioambiental pautadas na Tecnologia se relacionam, portanto, com a visão utilitarista de ciência, que, conforme se percebe, remonta ao humanismo até os dias de hoje, como ideia ainda hegemônica.

Passamos, a partir daqui, a nos referir às Ciências Naturais e Aplicadas conjuntamente, distinguindo-as das Ciências Humanas e Sociais. Essa opção se justifica em função do tipo de objeto e, principalmente, do método empregado. As Ciências Naturais e Aplicadas são pautadas na fragmentação do conhecimento e na objetividade, em abordagens quantitativas e ditas explicativas, ou seja, conhecidas como Ciência Moderna. Já as Ciências Humanas e Sociais visam à compreensão, abrangendo a subjetividade humana, a reflexão, a criticidade e são pautadas em abordagens qualitativas.

As soluções técnicas/tecnológicas, segundo Leandro e Neffa (2014), possuem grande aderência em empresas e em instâncias governamentais, buscando conciliar o progresso material com a conservação e preservação ambiental. Essa perspectiva é reforçada pela crença na Ciência e, conseqüentemente, na Tecnologia, também conhecida como cientificismo. Fica evidente que esse caminho de solução se articula com a macrotendência pragmática da EA. Uma condição preocupante, pois muitas pesquisas no campo da EA têm apontado que a macrotendência pragmática tem sido predominante nos mais variados meios, inclusive no escolar. Essa preocupação está relacionada a sua adequação ou a sua maior aderência ao modelo de desenvolvimento neoliberal, em expansão em diferentes países.

Por outro lado, as soluções pautadas na ética e na criticidade se articulam com as Ciências Humanas e com a macrotendência crítica da EA. Os autores da macrotendência crítica (LOUREIRO, 2012; MAIA, 2015; GUIMARÃES, 2004), além de pensadores e pesquisadores das Ciências Humanas, vem problematizando as soluções técnicas/tecnológicas, entre eles Edgar Morin (2014), que afirma que o conhecimento científico moderno trouxe fabulosos avanços para a humanidade, entre eles a Tecnologia, mas considera que todos esses avanços contribuíram para provocar entusiasmo e, ao mesmo tempo, ilusão sobre as suas possibilidades de solucionar os problemas socioambientais, além de causar cegueira em relação as suas limitações.

As ilusões e cegueiras foram provocadas, ou ao menos reforçadas, pelo paradigma cartesiano, que sustenta a Ciência Moderna e que promoveu ou reforçou as polaridades entre sujeito/objeto, sociedade/natureza e Ciências Naturais/Ciência Humanas. Também é importante destacar que um paradigma não se restringe à Ciência, como explica Morin (1997). Os paradigmas são estruturas de pensamento que, de modo inconsciente, comandam o nosso discurso. Assim, entendemos que a percepção de que a Ciência e a Tecnologia sozinhas podem dar conta da crise socioambiental se sustenta nesse paradigma disjuntivo. Além disso, esse mesmo paradigma se apoia na crença da neutralidade da Ciência e da Tecnologia e no ideal de que estas estão a serviço da humanidade.

Por outro lado, a perspectiva de uma ciência compreensiva, reflexiva e crítica não nega os avanços propiciados pela ciência moderna, mas os questiona, lançando um olhar ético e crítico sobre esses mesmos avanços pautados nessa ciência elucidativa e que tem causado graves problemas. Esse olhar reflexivo e crítico nos permite ver além dos benefícios promovidos pela Ciência e pela Tecnologia; como, por exemplo, entender que os avanços da Tecnologia e da Ciência não promovem apenas benefícios, mas também trazem consequências sociais, ecológicas e econômicas.

Muitos riscos são apontados por cientistas, que desde o advento da Biotecnologia passaram a manifestar essa preocupação, no que diz respeito aos organismos geneticamente modificados, destacando os riscos de evasão e proliferação de novas formas de vida, além da preocupação epidemiológica do que pode acontecer em função da disseminação acidental ou deliberada desses organismos (SHIVA, 2003). De acordo com Harms (2002), ao ensinar biotecnologia no ambiente escolar, é imprescindível compreender que esta temática é complexa e que necessita de uma abordagem interdisciplinar, perpassando questões relacionadas aos aspectos éticos, sociais, ambientais e econômicos.

Entendemos que os dois caminhos apresentados para o enfrentamento da problemática socioambiental, de certa forma, encontram-se presentes em vertentes distintas da EA. A vertente conservadora e, mais ainda, a pragmática, revelam uma grande aderência ao caminho de enfrentamento pautado na Ciência e na Tecnologia, ao mesmo tempo que carece da dimensão social e de uma reflexão mais aprofundada sobre as determinações políticas e econômicas, que envolvem a exploração, a degradação dos sistemas naturais e sua relação com o acirramento das diferenças sociais. Por outro lado, a vertente crítica, que se articula com as Ciências Humanas, propõe exatamente o que falta na conservadora e pragmática, mas polariza a discussão, de tal forma, que acaba por praticamente desconsiderar a dimensão da natureza e do indivíduo, que são muito enfatizadas na conservadora. A abordagem crítica tece críticas contundentes ao olhar da Ciência Moderna e da Tecnologia, argumentando que mudanças individuais e tecnológicas, por não contribuírem com a transformação social, não atuam nas causas.

Percebe-se que a polarização supracitada está presente na EA, promovendo intensos debates de ordem epistemológica. Conforme problematiza Sauv  (2005), a EA   poliss mica, chegando a formar verdadeiras igrejinhas, que lutam pela hegemonia desse campo do conhecimento tão recente, que   a EA. Diante disso, em nosso ponto de vista, essa luta pela hegemonia acaba por intensificar as diferenças entre as abordagens, tornando-as quase excludentes.

De qualquer forma, a EA tem contribuído de maneira contundente com as reflexões em torno da problemática socioambiental, ao problematizar o papel da Ciência e da Tecnologia, evidenciando os seus limites. Porém, para tanto, também tem se apoiado nas Ciências Humanas e, especialmente, na

abordagem crítica da educação. Essa vertente da EA evidencia os diversos aspectos que devem ser considerados para a reflexão sobre a crise socioambiental.

De qualquer forma, não poderíamos deixar de mencionar que não somente a EA vem abordando a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas o ensino também tem empreendido esforços no sentido de trazer essas questões para a sala de aula, diminuindo a distância entre elas e a sociedade. A alfabetização científica é um desses esforços, com um enfoque muito mais relacionado às ciências duras, ou seja, pautado na ciência moderna, que, embora tenha suas limitações e por isso seja questionada pelas Ciências Humanas, nesse momento, emerge com uma necessidade a ser defendida, haja vista que, diferentemente da crítica construtiva promovida pelas Ciências Humanas, em relação às suas limitações, o que presenciamos é a ciência sendo negada, em seus princípios, avanços e benefícios à saúde humana. Assim, faz-se urgente que o real significado e objetivos da ciência sejam difundidos na sociedade, algo largamente defendido pela alfabetização científica.

Uma perspectiva mais ampla do ensino integra a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade e, mais recentemente, o ambiente, conhecida como abordagem CTS ou CTSA. Esse movimento revela a percepção da necessidade de perspectivas mais amplas e integradoras. Segundo Pérez (2012), essa tendência visa a emancipação dos sujeitos por meio da problematização, participação e questionamentos dos próprios envolvidos. Iglesia (1995) integra a alfabetização científica e tecnológica a essa abordagem, auxiliando na construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para as tomadas de decisões de maneira responsável. Ainda segundo Crispino (2017), a abordagem CTS pode ser entendida como uma inovação educativa, que objetiva compreender como a Ciência e a Tecnologia interferem na vida social e natural e de que forma as sociedades constroem, ao longo do tempo, sua própria Ciência e Tecnologia.

Santos, Suriani-Affonso e Kataoka (2020), ao analisarem aproximações e distanciamentos entre a EA Crítica e a Abordagem CTS, concluíram que ambas valorizam o contexto social e histórico. Por outro lado, distanciam-se na forma como abordam a Ciência e a Tecnologia, pois a abordagem CTS tem como foco a Ciência e a Tecnologia e procura integrá-las ao contexto social, enquanto a EA problematiza a Ciência e a Tecnologia.

Entendemos, assim, que a EA em sua perspectiva crítica está um passo à frente quando se trata de problematizar essa relação ambígua e necessária entre a tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ademais, essa discussão vem sendo sistematicamente abordada pela EA. Mesmo assim, consideramos que novos avanços são possíveis no âmbito dessa discussão.

Os avanços que defendemos se referem a ir além da perspectiva crítica, pois, mesmo concordando amplamente com essa perspectiva,

consideramos que, nela, a balança pende para as abordagens das Ciências Humanas, tecendo severas críticas às soluções estritamente científicas e tecnológicas, ou seja, à ciência moderna. Consideramos, portanto, que essa assimetria também traz consequências, como a dicotomia entre as Ciências Naturais e as Humanas e todas as implicações relacionadas à fragmentação do conhecimento. É nesse sentido que a discussão pode avançar no campo da EA, apoiada, principalmente, na Teoria da Complexidade, de Morin.

Ao aproximar as Ciências Naturais das Humanas, a Tecnologia poderá ser problematizada para além de suas limitações e avançar para novas possibilidades a serem criadas.

### **Ciência e Tecnologia apoiadas em uma perspectiva complexa**

Uma perspectiva complexa da EA, não prescinde da crítica, ao contrário, incorpora-a, permitindo problematizar com mais propriedade aspectos que revelam outros desdobramentos do uso da Tecnologia. Em relação à incorporação da crítica, compartilhamos da ideia de Gonçalves (2016), que relata ser unânime entre os autores da EA crítica a concepção de que a lógica de exploração da natureza é a mesma lógica por trás da exploração do homem pelo homem e que, tal lógica, é fruto do distanciamento da humanidade para com a natureza, que, por princípio, é fruto da ciência moderna. É esse, portanto, o uso da tecnologia que aqui é questionado.

Na mesma direção, Loureiro (2012) problematiza que Ciência e a Tecnologia não propiciam benefícios no abstrato e indistintamente, mas produzem conhecimentos e instrumentos que são apropriados desigualmente na sociedade contemporânea. Portanto, o problema não é de acúmulo e quantidade de saber científico disponível, mas de qualidade e de distribuição de seus efeitos. *“No caso de uma sociedade desigual como a nossa, Ciência e Tecnologia acabam gerando bens e processos que reproduzem a situação de exclusão social e a lógica de exploração do patrimônio natural, em vez de serem socialmente apropriadas em bases igualitárias”* (LOUREIRO, 2012, p. 57).

Corroborando com esses problemas, denunciados pela perspectiva crítica, Morin (2014) afirma que a ciência é enriquecedora, mas que, entretanto, nas palavras do autor: *“o desenvolvimento científico comporta um certo número de traços ‘negativos’ que são bem conhecidos”* (MORIN, 2014, p. 16).

Assim, antes de passar propriamente para as contribuições da perspectiva complexa, no que se refere à polarização entre as soluções técnicas/tecnológicas e as soluções compreensivas, é importante entender o que Morin discute sobre a dicotomia Ciências Naturais/Ciências Humanas, linha condutora da nossa reflexão.

Constitui-se grande desligamento das ciências da natureza daquilo a que se chama prematuramente de ciências do homem. De fato, o ponto de vista das ciências da natureza exclui o espírito e a cultura que produzem essas mesmas ciências, e não chegamos a pensar o estatuto social e histórico das ciências naturais. Do ponto de vista das ciências do homem, somos incapazes de nos pensar, nós seres humanos dotados de espírito e de consciência, enquanto seres vivos biologicamente construídos (MORIN, 2014, p. 16-17).

Morin ainda destaca que adquirimos conhecimentos inauditos sobre o mundo físico, biológico, psicológico e sociológico. Há um predomínio cada vez maior dos métodos de verificação empírica e lógica. *“As luzes da Razão parecem fazer influir os mitos e trevas para as profundezas da mente. E, no entanto, por todo lado, erro, ignorância e cegueira progridem ao mesmo tempo que os nossos conhecimentos”* (MORIN, 2015a, p. 9).

Sobre a Tecnologia, Morin (2014) evidencia a complexidade envolvida neste tema, destacando ser impossível isolar a noção de Tecnologia, pois sabe-se que passa da ciência à técnica, da técnica à indústria, da indústria à sociedade e da sociedade à ciência. Consideramos, portanto, que a base dessa dicotomia se encontra na fragmentação do conhecimento, e que a solução passaria pela integração, a dicotomia entre soluções técnico/científica e éticas, que encontram suas bases na separação entre as Ciências Naturais e as Humanas. É notório que as cegueiras provocadas pela fragmentação, fragmentam também os problemas e, portanto, as soluções.

Dito isso, evidencia-se que o caminho entre as soluções técnicas /tecnológicas e as Ciências Humanas deve se articular, e não se contrapor. Kataoka e Morais (2018) apontam para a necessidade de diálogo entre as Ciências Naturais e as Humanas, evidenciando que a ciência moderna, sob a exigência da especialização, vem dificultando o diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento.

Desafios recentemente vivenciados, como a Pandemia da Covid-19, problematizados por Layaarques (2020), em associação ao antiecológico e ao Colapso Climático, exemplificam as problemáticas socioambientais ocorrentes, bem como a necessidade de diálogo entre as áreas do conhecimento. Na mesma direção, Artaxo (2020) ao discorrer sobre a Crise Climática, o faz associado à saúde e à biodiversidade. A nosso ver, nesse contexto, portanto, as falácias da compartimentalização do conhecimento e as fragilidades de uma perspectiva fragmentada ficam evidentes.

Consideramos que a ética é um dos elementos essenciais para promover a religação do que foi fragmentado, mas que esta, segundo Morin, também se encontra em crise e deve ser regenerada, tornando-se uma ética complexa (MORIN, 2011). O autor explica que a crise da ética é advinda da fragmentação da relação indivíduo/sociedade/espécie e que,

consequentemente, para combatê-la, é necessário a religação. Essa religação significa, para o autor, refundar a ética. Não estamos falando, contudo, aqui, da ética que comumente é citada, da relação mais óbvia entre a ética e a biotecnologia, que possui compromisso mais pontual e específico, ligada à preservação da saúde humana. É da ética ambiental que falamos, baseada em elementos como o respeito e a solidariedade, concebendo o planeta Terra como um espaço que compartilhamos e temos a responsabilidade de conservar (TOBÓN, 2006).

A ética, em Morin (2011), avança até uma ética planetária, pois cabe a ela, segundo o autor, vencer a impotência da humanidade para se constituir como comunidade e combater os quatro motores descontrolados, que impulsionam a humanidade ao abismo, que são a ciência, a técnica, a economia e o lucro. O aprofundamento dessa reflexão levou Morin a produzir a obra *A via para o futuro da Humanidade*, em que o autor radicaliza, por meio do seu pensamento complexo, evocando uma mudança de via do modo de vida, no sentido mais amplo. Afirma que não se trata de encontrar soluções para certos problemas, no caso das nossas reflexões a polarização entre soluções científicas/tecnológicas ou éticas.

Entendemos, portanto, que não se trata, neste ponto, de defender um ou outro caminho para a solução dos problemas socioambientais, mas de combiná-los. Por se tratar de uma problemática tão complexa, não cabem mais soluções disjuntivas, conforme nos esclarece Morin, de forma brilhante:

A cultura das humanidades tende a se tornar um moinho despossuído do grão das conquistas científicas sobre o mundo e sobre a vida, que deveria alimentar suas grandes interrogações; a segunda (cultura científica), privada da reflexão sobre os problemas gerais e globais, torna-se incapaz de pensar sobre si mesma e de pensar os problemas sociais e humanos que coloca (MORIN, 2015b, p.17).

Consideramos que o diálogo entre as Ciências Naturais e a Ciências Humanas é uma condição essencial para a aproximação de soluções técnicas/tecnológicas e soluções críticas e éticas, de forma simétrica. Dessa aproximação poderá emergir o inesperado, como, por exemplo, pensar e criar tecnologias mais coerentes com a sustentabilidade ambiental e a justiça social.

Entendemos que as barreiras que dificultam o diálogo são aparentemente intransponíveis, mas podem e devem se diluir. As gaiolas epistemológicas devem ser afrouxadas a favor do diálogo, para não mais se colocarem em contraposição, mas sim, em complementariedade.

## Considerações finais

Discutir limites e potencialidades da tecnologia para a solução da problemática socioambiental é fundamental para o campo da EA. A partir da reflexão realizada neste artigo, evidencia-se a necessidade de um diálogo entre a ciência moderna/aplicada e uma ciência compreensiva, reflexiva e crítica.

Entendemos que cada um dos caminhos citados é pautado em epistemologias distintas e, em alguns aspectos, antagônicas, e que, recorrentemente, são tratados de maneira distinta na produção acadêmica. Por outro lado, a problemática socioambiental, devido à multiplicidade de dimensões envolvidas, não permite abordagens reducionistas. Assim, vemos que a Teoria da Complexidade, de Edgar Morin, fornece melhores condições para essa reflexão, demonstrando que ambos os caminhos são insuficientes, se abordados isoladamente.

Apesar dos avanços científicos e tecnológicos e da consistente e vasta produção nas Ciências Humanas, os problemas socioambientais continuam a avançar a passos largos. A gravidade desse quadro impõe mudanças profundas, ou seja, exige uma ética complexa que tem como missão o “religar”.

Da integração entre a Tecnologia e um pensar crítico e ético podem emergir novas possibilidades de enfrentamento da tão propalada crise socioambiental. Por outro lado, sabemos que muitos obstáculos deverão ser superados para que o diálogo aconteça de maneira simétrica, mas enfrentar o desafio é necessário para que um novo caminho possa ser construído.

## Referências

- ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66. 2020.
- CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2004.
- CHAUI, M. **Convite à Filosofia**. 13 ed. São Paulo: Editora Ática, 2008.
- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e sociedade – na educação e no ensino. **Documentos de trabajo de iberciencia**, n. 4, 2017. 175p.
- GUIMARÃES, M. Educação Ambiental crítica. *In*: LAYRARGUES, P. P. (org). **Identities da Educação Ambiental brasileira**. Brasília: MMA, 2004. p. 25-34.
- GONÇALVES, C. W. P. **Os descaminhos do meio ambiente**. 15 ed. São Paulo. Contexto, 2016.
- HARMS, U. Biotechnology Education in Schools. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 204-2011. 2002.

IGLESIA, P. M. **Ciencia – tecnología – sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales**. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales. p. 7-11, 1995.

KATAOKA, A. M.; MORAIS, M. M. Educação Ambiental e paradigma da complexidade: aproximações entre ciências naturais e ciências humanas. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**. Macapá, v. 11, n. 2, p. 53-65 2018.

LAYARGUES, P. P. Pandemias. Colapso climático, antiecológismo: educação ambiental entre emergências de um ecocídio apocalíptico. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 01-30, 2020.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LEANDRO, L. A.; NEFFA, E. M. Soluções tecnológicas ecoeficientes para o desenvolvimento sustentável: uma análise teórico-conceitual. **REGET**. v. 18, n. 1, p. 566-576. 2014.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetórias e fundamentos da Educação Ambiental**. 4 ed. São Paulo. Cortez, 2012.

MAIA, J. S. S. **Educação Ambiental crítica e formação de professores**. 1 ed. Curitiba. Appris, 2015.

MORIN, E. Complexidade e ética da solidariedade. *In*: CASTRO, G; CARVALHO, E. A. C.; ALMEIDA, Maria C. A. (Orgs.). **Ensaio de Complexidade**. Porto Alegre: Sulina, 1997, p.15-24.

MORIN, Edgar. **O método 1: A natureza da natureza**. Portugal, Publicações Europa-America, 1997.

MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. *In*: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. (org). **Para navegar no Século XXI**. Tecnologias do Imaginário e Cibercultura. Porto Alegre: Sulina/Edipucrs, 2000.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 16 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5 ed. Porto Alegre. Sulina, 2015a.

MORIN, E. **Ensinar a viver: um manifesto para mudar a educação**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015b.

MORIN, E. **O Método VI: Ética**. Porto Alegre: Sulina. 2011.

PÉREZ, L. F. M. A perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) no ensino de Ciências e as questões sociocientíficas (QSC). *In*: PÉREZ, L. F. M. A. **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores** [online]. São Paulo: Editora UNESP, p. 54-61, 2012.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 1: 433-447, 2022.

SANTOS, D. B.; SURIANI-AFFONSO, A. L.; KATAOKA, A.M. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para abordagem CTSA. **Rencima**, v. 11, n. 3, p. 418-435. 2020.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental. *In*: SATO, M.; CARVALHO, I.C.M. (orgs.). **Educação Ambiental**: pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SHIVA, V. **Monoculturas da mente**: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003.

TOBÓN, A. M. La conciencia ecológica un paradigma de la calidad de vida. **Luna Azul**, Colombia, p. 1-2. 2006.