



QUESTÕES AMBIENTAIS NO ESTUDO DE TEMAS ALGÉBRICOS: UMA POSSIBILIDADE DE ABORDAGEM FENOMENOLÓGICA

ENVIRONMENTAL ISSUES IN THE STUDY OF ALGEBRAIC THEMES: A POSSIBILITY OF A PHENOMENOLOGICAL APPROACH

Tânia Baier¹Eduardo Zimdars²Noelly Susana Goedert de Souza³

Resumo: Este artigo investiga como abordar questões ambientais no estudo de temas algébricos na escola, a partir de uma perspectiva fenomenológica. Essa temática urgente, fundamenta-se na crítica à ciência moderna, que, ao objetificar a natureza e tratar o mundo de forma dicotômica, contribuiu para uma visão fragmentada e exploratória da realidade, culminando em práticas predatórias e de consumismo desenfreado. Contrapondo-se a essa lógica, são apresentados os conceitos de cuidado autêntico e corpo-vivente, com base em Heidegger e Merleau-Ponty, propondo uma compreensão da pessoa como responsável pelo mundo que habita. Na escola, essa atitude cuidadosa pode ser assumida por professores de matemática ao articularem conteúdos algébricos com temas ambientais, promovendo uma mudança de entendimento. Portanto, a integração entre álgebra e questões ambientais é possível quando o ensino se ancora na compreensão da pessoa como cuidado, favorecendo práticas pedagógicas que contemplem dinâmica de populações, função quadrática, processos de iteração e função composta.

Palavras-chave: Fenomenologia; Cuidado heideggeriano; Ecologia; Ensino de álgebra.

Abstract: This article investigates how to approach environmental issues in the study of algebraic topics in schools, from a phenomenological perspective. This urgent topic is based on the critique of modern science, which, by objectifying nature and treating the world in a dichotomous way, has contributed to a fragmented and exploitative view of reality, culminating in predatory practices and unbridled consumerism. In contrast to this logic, the concepts of authentic care and living body are presented, based on Heidegger and Merleau-Ponty, proposing an understanding of the person as responsible for the world they inhabit. In schools, mathematics teachers can foster a caring attitude by articulating algebraic content in relation to environmental issues, thereby promoting a change in understanding. Therefore, the integration of algebra and environmental issues is possible when teaching is anchored in the understanding of the person as care, favoring pedagogical practices that contemplate population dynamics, quadratic functions, iteration processes and composite functions.

Keywords: Phenomenology; Heideggerian care; Ecology; Algebra teaching.

¹ Doutora em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista – Rio Claro (UNESP). Professora da Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, Santa Catarina, Brasil. E-mail: baier@furb.br

² Doutor em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Instituto Federal Catarinense (IFC), Brusque, Santa Catarina, Brasil. E-mail: eduardo.zimdars@ifc.edu.br

³ Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau (FURB). Professora da E. E. B. Carlos Techentin, Blumenau, Santa Catarina, Brasil. E-mail: noellysusana@gmail.com

1 Introdução

Neste artigo, a partir de uma pesquisa bibliográfica na abordagem fenomenológica, inicialmente estão apresentadas reflexões sobre criação da ciência moderna, visão de mundo dicotomizada, modo harmonioso de ser na natureza, consumismo irresponsável e vazio do ser. Trata-se das questões que subjazem o caminho investigativo da pesquisa que é orientado pela interrogação norteadora: como abordar questões ambientais no estudo de temas algébricos? Trata-se da busca em salas de aula de matemática na educação básica de possibilidades de ações pedagógicas. Portanto, o fenômeno focado é a abordagem da álgebra ligada a temas da ciência da ecologia.

Na sequência são explicitados os conceitos heideggerianos de cuidado autêntico e cuidado inautêntico e são expostas compreensões sobre a visão de homem como cuidado, sendo corpo-vivente imerso na natureza. Na seção seguinte, são apresentadas compreensões da atitude cuidadosa no mundo da escola, segundo Joel Martins. Assumindo a atitude cuidadosa, o professor de matemática pode abordar questões ambientais no estudo de temas algébricos e possibilidades pedagógicas são expostas na última seção deste artigo que traz conteúdos curriculares de álgebra envolvendo dinâmica de populações abordada por meio do mapeamento de May.

2 O abuso de toda matéria

Na atualidade, a questão ambiental é um dos desafios em nível global e sua abordagem está determinada como uma meta geral para formação do estudante da educação básica, conforme apresenta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O documento recomenda desenvolver “[...] a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta” (Brasil, 2018, p. 9). Portanto, preocupar-se consigo, com os outros e com o planeta é o cerne da ação pedagógica na sala de aula de matemática que contemple discussões do uso abusivo dos recursos naturais e da vida humana, possibilitando reflexões sobre o movimento de criação da ciência, particularmente da ciência da ecologia.

Diante dos avanços da pesquisa científica na sua época, Heidegger (2001b, p. 121) considera: “À proporção que hoje em dia o efeito e a utilidade da ciência se ampliam, desaparecem cada vez mais a capacidade e a disposição para a reflexão sobre aquilo que acontece na ciência”; questiona “O que acontece com este caminho da ciência quando

deixado ao seu próprio destino?"; e sintetiza: "Nada menos do que a destruição do homem. Este processo já se esboça no início da ciência moderna".

Abordando o método das ciências naturais modernas, Heidegger (2001b, p. 159-160) esclarece que método não significa procedimento, "Método é a maneira como o ente, no caso a natureza, é tematizado. Isto acontece ao ser representada como ob-jeto [Gegen-stand], como objeto [Objekt]. Nem a Antiguidade nem a Idade Média representaram o ente como ob-jeto [Gegen-stand]"

No nascimento da ciência moderna, Galileu determina os princípios da pesquisa científica quantitativa fundamentados na repetição sistemática de experiências e na apresentação dos resultados em linguagem matemática. Resumidamente, neste modo de pesquisar um experimento é repetido muitas vezes, obtendo-se uma coleção de dados que são descritos por meio de leis matemáticas. "Os passos decisivos para o desdobramento deste projeto da natureza para a dominabilidade foram realizados por Galileu e Newton" e no movimento de criação da ciência moderna, "a representação moderna da natureza, sua objetivação é dirigida pela intenção de representar os processos da natureza de modo que eles sejam pré-mensuráveis em seu decorrer e assim possam ser controláveis" (Heidegger, 2001b, p. 160).

A partir do entendimento dos processos da natureza como possíveis de dominação e controle, a utilização das pesquisas da área da física e da química, tendo a matemática quantitativa como arcabouço, durante o decorrer de aproximadamente três séculos, produziu o desenvolvimento de tecnologia, gerando poder, riqueza e esgotamento dos recursos naturais. Heidegger (2001a, p. 83) aponta o "abuso de toda matéria", sendo o humano também considerado pelas massas matéria-prima para incrementar a produção, apontando o "vazio do ser" e destacando o entendimento vigente no cotidiano:

Nunca se perder a oportunidade de reivindicar maiores 'espaços vitais' para as grandes massas. Para a sua institucionalização, a grandeza desses espaços exige uma massificação ainda maior dos homens. Essa circularidade entre o abuso e o consumo é o único processo que caracteriza o destino de um mundo que deixou de ser mundo.

Refletindo sobre a ameaça que paira sobre a pessoa ao retirar recursos naturais até o esgotamento, Heidegger (2001a) apresenta exemplos do modo de ser harmonioso que predomina na natureza: a bétula e as abelhas.

Aqui cabe uma breve apresentação da bétula, não existente no Brasil, um gênero de árvores da família *Betulaceae*, nativas do Hemisfério Norte, encontradas principalmente na Ásia, Europa e América do Norte. A árvore desse gênero cresce

rapidamente, pode alcançar 15 ou 20 metros de altura, vive cerca de 100 anos, é resistente às geadas e ao frio intenso, se adapta à altitude, é pouco exigente quanto à qualidade dos solos, tolera solos pobres em nutrientes, ácidos e arenosos, melhora as características do solo e cria condições de instalação futura de outras espécies. A madeira clara, coloração branco a branco amarelado, é homogênea e apresenta boas características mecânicas para o torno e a marcenaria. Fornece grande quantidade de produtos úteis como bebida, produz substâncias com propriedades medicinais, sua seiva é diurética e antirreumática e tem propriedades exploradas pela medicina tradicional para tratar inflamações. A partir desse exemplo, Heidegger (2001a, p. 85) explicita:

A lei inaparente da terra a resguarda na suficiência sóbria do nascer e perecer de todas as coisas, no círculo comedido do possível a que tudo segue e ninguém conhece. A bétula nunca ultrapassa o seu possível. As abelhas moram no seu possível. [...] Uma coisa é usar a terra, outra acolher a sua bênção e familiarizar-se na lei desse acolhimento.

Ao contrário da embriaguez humana exaurindo a terra, a bétula, como toda a vida animal e vegetal, vive na natureza comedidamente. Ao entender o mundo como dicotomizado, é possível o controle completo dos fenômenos da natureza, os quais são entendidos como previsíveis visto que é aceita na pesquisa científica apenas a existência de relações lineares, da causa para o efeito, entre todos os fenômenos da natureza. Durante o desenvolvimento da ciência moderna, disseminou-se o entendimento de que um imenso conjunto de objetos, separados entre si, constitui o universo e tudo poderia ser previsto, que toda causa produziria um efeito previsível por meio de leis exatas descritas pela matemática. Entendendo-se como dissociado de todos os outros objetos, o humano assume atitudes predatórias por entender a natureza como recipiente repleto de objetos em quantidade inesgotável (Heidegger, 2001a).

Capra (1998) esclarece que, desde os momentos iniciais da ciência da ecologia, as comunidades ecológicas têm sido concebidas como reuniões de organismos ligados à maneira de rede. Gradualmente, cientistas de várias áreas da ciência têm adotado um novo entendimento de problemas que não podem ser investigados isoladamente, que estão interligados e são interdependentes. Essa concepção, na ciência do século XX, recebe diversas denominações: visão de mundo *holística*, *organísmica*, *ecológica* ou *sistêmica*, constituindo “[...] uma certa maneira de pensar, uma nova linguagem, novas concepções e todo um clima intelectual que tem levado a avanços científicos significativos em anos recentes” (Capra, 1998, p. 76).

A palavra *ecologia* foi cunhada, no século XIX, pelo biólogo alemão Ernst



Haeckel, para conceituar a ciência das relações entre o organismo e o mundo externo circunvizinho. *Ecologia* é uma expressão derivada do grego *oikos*, significa lar e expressa interações entre animais e seu ambiente orgânico e inorgânico que constituem ecossistemas, também denominados sistemas ecológicos. No início do século XX, a palavra *Umwelt*, que pode ser traduzida por *meio ambiente*, foi utilizada pela primeira vez pelo biólogo Jakob von Uexküll. O conceito *Umwelt*, criado pelo biólogo e filósofo Jacob Johann von Uexküll, é apresentado por Merleau-Ponty (2000, p. 285) esclarecendo que, na produção do *Umwelt*, “cada sujeito tece suas relações como os fios de uma teia de aranha com certas características das coisas e os entrelaça para fazer uma rede que mantém sua existência”.

O movimento de criação da ciência da ecologia demanda atitude cuidadosa, cuidando de si, dos outros e do lugar que habitamos. Essa atitude requer o rompimento de uma concepção de mundo na qual é imperante o entendimento dicotômico sujeito/objeto, no qual o sujeito compreende-se entre uma coleção de objetos, incluindo o meio ambiente. Por outro lado, na visão de mundo fenomenológica é superada essa dicotomia, com o entendimento de corpo-vivente, explicitado na próxima seção.

3 Corpo-vivente como cuidado autêntico

Considerando criações da ciência contemporânea, particularmente da ciência da ecologia, a visão de mundo dicotomizado é paradoxal diante da constatação da interdependência dos fenômenos da vida. Desde sua origem, a ecologia revela que não existe “outro meio de pensar a Natureza finalmente senão através da Natureza percebida [...] o corpo humano só pode ser compreendido como corpo percipiente: é a percepção e o percebido que são a chave [...]” (Merleau-Ponty, 2000, p. 347).

Naquele período da criação da ciência moderna, a pessoa era entendida como um corpo separado dos demais corpos. No entanto, um outro entendimento emerge na postura fenomenológica, na qual *corpo* é assumido como corpo-vivido ou corpo-vivente, que percebe, se sente ligado com os outros e engajado em uma situação. “O corpo é o veículo do ser no mundo, e ter um corpo é, para um ser vivo, juntar-se a um meio definido, confundir-se com certos projetos e empenhar-se continuamente neles” (Merleau-Ponty, 1999, p. 122). Corpo-vivente não se caracteriza meramente como *eu penso que*, mas como *eu posso*. “Entre os movimentos do meu corpo e as *propriedades* da coisa revelada por eles emerge uma relação do *eu posso* com as maravilhas que tem o poder de suscitar.

Entretanto, é preciso que meu próprio corpo esteja engrenado no mundo visível” (Merleau-Ponty, 1989, p. 194-195, destaques do autor). Interpretando filosoficamente a concepção de *Umwelt*, denominação adotada por Uexküll, Merleau-Ponty (2000, p. 337, destaques do autor) esclarece que “o corpo é não somente coisa, mas relação com um *Umwelt* [...]. O corpo humano, portanto, é corpo que se move e isso quer dizer corpo que percebe – Aí está um dos sentidos do *esquema corporal* humano”.

Quando a pessoa se percebe separada do mundo, um dos modos de experienciar as coisas é competitivo e predatório. Nessa perspectiva, o planeta é visto como uma simples máquina fornecedora de recursos para sustentar atividades econômicas cada vez mais intensas, sem considerar os limites naturais desses bens. Com isso, o meio ambiente é negligenciado, contribuindo para a sua degradação e gerando desequilíbrios que se manifestam, por exemplo, na instabilidade do clima e na dinâmica das populações (Capra, 1998).

Por outro lado, quando a pessoa se compreende junto-ao-mundo, isto é, compreende-se por meio da ideia de meio ambiente integrado, pode modificar a sua visão de mundo e entender-se junto aos outros com os quais convive. Capra (1998) apresenta o conceito ecologia profunda e, assumindo esse entendimento, tem-se a possibilidade de repensar o consumismo desenfreado, buscando pelo desenvolvimento de ações que contribuam com a preservação e regeneração do planeta.

Entendemos que essa possibilidade se mostre mediante a compreensão da pessoa como cura. Heidegger (2005), em sua célebre obra, *Ser e Tempo*, apresenta essa ideia recorrendo à mitologia grega. Embora o ser humano contemporâneo costume compreender o mito como um conjunto fantasioso de narrativas, por meio delas, os gregos procuraram revelar o mistério da existência. O mito narra uma história que expressa profundamente o modo de ser das pessoas. Heidegger (2005, p. 263-264, destaques do autor) apresenta o mito da Cura para explicar o ser do ente autêntico.

Certa vez, atravessando um rio, “Cura” viu um pedaço de terra argilosa: cogitando, tomou um pedaço e começou a lhe dar forma. Enquanto refletia sobre o que criara, interveio Júpiter. A Cura pediu-lhe que desse espírito à forma de argila, o que ele fez de bom grado. Como a Cura quis então dar seu nome ao que tinha dado forma, Júpiter a proibiu e exigiu que fosse dado o nome. Enquanto “Cura” e Júpiter disputavam sobre o nome, surgiu também a terra (tellus) querendo dar o seu nome, uma vez que havia fornecido um pedaço de seu corpo. Os disputantes tomaram Saturno como árbitro. Saturno pronunciou a seguinte decisão, aparentemente equitativa: “Tu, Júpiter, por teres dado o espírito, deves receber na morte o espírito e tu, terra, por teres dado o corpo, deves receber o corpo. Como, porém, foi a “Cura” quem primeiro o formou, ele deve pertencer à “Cura” enquanto viver. Como, no entanto, sobre o nome há disputa, ele deve se chamar ‘homo’, pois foi feito de humus (terra)”.



Para o filósofo, a fábula expõe o sentido do ser do ente que somos, isto é, *Dasein* ou ser-aí ou pre-sença. Embora formado por corpo e espírito, enquanto viver, o ente é indivisível e o seu ser é a sua própria cura. Bicudo (1998, p. 22, inserções da autora), ao interpretar Heidegger, diz que neste mito mostra-se “a realidade do homem (homo), desnudada como corpo (humus) e espírito (Júpiter), porém não retendo a dicotomia corpo-espírito e, sim, desvelando o que é essencial à vida mundana desse ente feito de terra e de espírito, que é a cura”.

Para Heidegger (2005), *Dasein* é entendido como cuidado com o seu próprio ser, com a sua possibilidade de ser. Assim,

não se trata de pensar e falar *sobre* o cuidado como objeto independente de nós. Mas de pensar e falar *a partir* do cuidado como é vivido e se estrutura em nós mesmos. Não *temos* cuidado. *Somos cuidado*. Isto significa que o cuidado possui uma dimensão ontológica que entra na constituição do ser humano. É um modo-de-ser singular do homem e da mulher. Sem cuidado deixamos de ser humanos (Boff, 1999, p. 89, destaques do autor).

Durante um seminário ocorrido em Zollikon, surgiu a indagação pelo significado de *Dasein* e Heidegger (2001b, p. 182) esclareceu:

O *Dasein* deve ser visto sempre como ser-no-mundo, como ocupar-se com coisas e cuidar de outros, como ser-com as pessoas que vem ao encontro, nunca como um sujeito existente para si. Além disso, o *Dasein* deve ser visto sempre como um estar na clareira, como estada junto ao que vem ao encontro, isto é, como desvelamento para aquilo que vem ao encontro nela.

Dessa forma, ao sermos abandonados ao mundo, o cuidado com o poder-ser não pode ser delegado aos outros, ele é de cada *Dasein* consigo mesmo. Portanto, *Dasein* é sempre cuidado. Embora esse cuidado possa se manifestar de diferentes formas – o que é central na compreensão heideggeriana da pessoa. Assim, pode ser vivenciado “[...] imerso nas facticidades existenciais encontrados no cotidiano: violência, mesquinhez, verdades impostas, uso e manipulação do humano, palavras vazias de sentido e de significado, mas também, encontro, diálogo, pensar autêntico, solidariedade, solicitude” (Bicudo, 1998, p. 22).

Heidegger chama esses modos de ser cuidado de próprio e impróprio, pessoal e impessoal ou autêntico e inautêntico. Portanto, sendo cuidado impróprio, impessoal ou inautêntico, a pessoa permanece ocupada com as suas atribuições, por exemplo, sendo professor, estudante, etc., e não se preocupa com o seu próprio ser. Nesse sentido, a compreensão sobre ser, isto é, o que se mostra como abertura constitutiva, é possibilitada pelos outros. O outro define aquilo que ontologicamente se pode ser.

O próprio da pre-sença cotidiana é o próprio-impessoal [...] que distinguimos do si mesmo em sua propriedade, ou seja, do si mesmo apreendido como próprio. Enquanto o próprio-impessoal, cada pre-sença se acha dispersa na impessoalidade, precisando ainda encontrar a si mesma. Essa dispersão caracteriza o “sujeito” do modo de ser que conhecemos como a ocupação que se empenha no mundo que vem imediatamente ao encontro. O fato de a pre-sença estar familiarizada consigo enquanto o próprio-impessoal significa, igualmente, que o impessoal prelineia a primeira interpretação do mundo e do ser-no-mundo [...]. De início, “eu” não “sou” no sentido do propriamente si mesmo e sim os outros nos moldes do impessoal. É a partir deste e como este que, de início, eu “sou dado” a mim mesmo (Heidegger, 2005, p. 182, destaques do autor).

Nesse modo de expressão, explica Inwood (2002), retira-se o cuidado do outro. Porém, não quer dizer que ele o deixa de ser, mas é de modo deficiente. Entretanto, de outro modo, *Dasein* pode ser cuidado autêntico, refletindo e se pro-jetando a novas possibilidades constitutivas, compreendidas como possibilidades, e não determinações de ser. É a preocupação da pessoa consigo mesma (Inwood, 2002; Heidegger, 2005; Doro, 2019).

Embora numa primeira análise possa parecer que o filósofo, ao falar da preocupação da pessoa consigo mesma, expresse um isolamento em relação ao mundo e aos outros, ele explica:

a cura não indica, portanto, primordial ou exclusivamente, uma atitude isolada do eu consigo mesmo. A expressão “cura de si mesmo”, de acordo com a analogia de ocupação e preocupação, seria uma tautologia. A cura não pode significar uma atitude especial para consigo mesmo porque essa atitude já se caracteriza ontologicamente como preceder a si mesma; nessa determinação, porém, já se acham também colocados os outros dois momentos estruturais da cura, a saber, o já ser-em e o ser-junto a (Heidegger, 2005, p. 257, destaques do autor).

Os dois modos estruturais destacados pelo autor tornam-se centrais para compreensão de que sempre estamos-junto-com-as-coisas e sendo-com-os-outros-no-mundo. Portanto, nunca isolados no sentido ontológico. Mundo e *Dasein* são igualmente originários e assumem uma relação constitutiva, isto é, mundo e *Dasein* constituem-se sendo.

[...] ser-no-mundo não é uma “propriedade” que a pre-sença às vezes apresenta e outras não, como se pudesse ser igualmente com ela ou sem ela. O homem não “é” no sentido de ser e, além disso, ter uma relação com o mundo, o qual por vezes lhe viesse a ser acrescentado. A pre-sença nunca é “primeiro” um ente, por assim dizer, livre de ser-em que, algumas vezes, tem gana de assumir uma “relação” com o mundo. Esse assumir relações com o mundo só é possível porque a pre-sença, sendo-no-mundo, é como é. Tal constituição de ser não surge do fato de, além dos entes dotados do caráter da pre-sença, ainda se darem e depararem com ela outros entes, os simplesmente dados. Esses outros entes só podem deparar-se “com” a pre-sença na medida em que conseguem mostrar-se, por si mesmos, dentro de um mundo (Heidegger, 2005, p. 95-96, destaques do autor).



Assumindo tal postura é possível, juntos aos estudantes, analisar modos de preservação e manutenção da vida das pessoas, dos outros seres e do próprio meio ambiente que se habita. Assim, ao dar-se conta de outras possibilidades constitutivas que se mostram a cada pessoa pode-se modificar a relação com o meio ambiente. Sendo cuidado autêntico, *Dasein* sempre é conexão com os outros e com o mundo, atitude que requer o rompimento de uma visão mecanicista de causas e efeitos. Desse modo, ao nos preocuparmos com o meio ambiente, sendo-professores-de-matemática, indagamos: como abordar questões ambientais no estudo de temas algébricos? Compreendemos que a abordagem dessas questões ligadas a conteúdos curriculares algébricos solicita que o professor assuma a atitude cuidadosa – discutida na próxima seção.

4 Atitude cuidadosa no mundo da escola

Retomando os temas abordados nas seções anteriores, compreendemos que ensinar matemática frente aos desafios contemporâneos, principalmente de manutenção da vida e recuperação do planeta, é possível assumindo uma atitude cuidadosa. Nesse sentido, “ao trabalhar fenomenologicamente no âmbito da educação escolar, a postura é a de buscar pelo sentido e pelo significado do que se faz e do que se escolhe” (Bicudo, 1999, p. 13). Portanto, são importantes ações pedagógicas que promovam discussões para que o estudante se compreenda, para dar-se conta de si, do seu modo de ser e agir frente a realidade vivida vislumbrando outras possibilidades.

Nos dizeres de Bicudo (2023, p. 118), nas relações entre corpo-vivente e corpos presentes no mundo físico

se encontram os germens do conhecimento que se tem do mundo em termos de causa e efeito, de cálculos aproximativos e suposições de acontecimentos. Entendo que nisso está a sustentação para que sejam propostas atividades de ensino, principalmente de ciências, visando que as pessoas trabalhem com sensações, sentidos e intuições que constituem princípios válidos de conhecimento para o sujeito.

Nas propostas de atividades de ensino, a possibilidade de integrar uma visão de mundo ecológica à educação matemática está vinculada à superação de uma concepção dicotômica de corpo, abrindo espaço para uma compreensão fenomenológica do corpo-vivente. Assim, entendemos que uma dessas possibilidades seja dar-se conta do modo inautêntico de ser, que é pautado em ideais de consumismo e lucro máximo, causando a degradação ambiental e explorações do outro e dos recursos naturais. Então, ao dar-se conta desse modo de ser, é possível modificar atitudes em direção ao modo de ser cuidado

autêntico. Assim procedendo se está assumindo uma concepção de educação como

cuidado (sorge), que significa zelo em não permitir que os talentos permaneçam emperrados, de forma oxidada, ou seja, que não venham a se expressar [...] que a partir do conhecimento e dos sentimentos sejam formadas atitudes, que como um todo deverão fluir harmoniosamente para a abertura do Ser em sua plenitude (Martins, 1992, p. 75).

Na atitude fenomenológica, o professor ao colocar o currículo em ação, considera a visão de mundo dos estudantes. Essa forma de conceber as atividades desenvolvidas junto aos estudantes considera a subjetividade da pessoa, o seu modo constitutivo de ser. Portanto,

considerando-se educar como *cuidado* para que o ser possa viver na plenitude de sua existência [...] o Currículo deverá ser enfatizado como construção cultural, pois toda cultura se caracteriza por ter acumulado, no processo de seu desenvolvimento histórico, um acervo de conhecimento (Martins, 1992, p. 76, destaque do autor).

A concepção de currículo proposta por Joel Martins não desconsidera os conhecimentos desenvolvidos historicamente pela humanidade, mas entende que

cada ser humano está sempre engajado no processo de educação e no prosseguir para além do seu estado natural, pois o mundo no qual cresce e se desenvolve é um mundo constituído de linguagem, de costumes e de corpo de conhecimentos. É nesse mundo que os indivíduos assumem a sua existência. A educação, nessa perspectiva, não é apenas um processo de elevação histórica da mente, do natural para o universal, mas é a condição na qual o homem se humaniza (Martins, 1992, p. 77).

O processo de humanização pode se desenvolver por meio da educação em situações nem sempre promissoras. Heidegger (2001a, p. 86) questiona: “tanto a essência da dor como a essência da alegria fechou-se para o homem. Ou será que a desmesura da dor pode ainda provocar aqui uma transformação?” E, na sequência, o filósofo nos traz um lampejo de esperança, nos fala da possibilidade da “essência humana, num chamado e numa convocação [...] olhe com profundidade e, nesse olhar, traga os mortais para o caminho de uma construção pensante, poética”.

Para Martins (1992, p. 91, destaques do autor) a educação é *poíesis*, palavra que, no sentido grego original, significa ato de poder e de fazer, criar, pensar, construir. “Resgatar na educação o sentido de *poíesis* exige que [...] as instituições estejam aí auxiliando na possibilidade de transformação deste ser-aí”. Educação matemática é *poíesis* no planejamento de ações pedagógicas que possibilitem aos estudantes a atribuição de significados aos temas estudados. O autor (Martins, 1992, p. 88, destaques do autor) esclarece ainda que “Heidegger põe em evidência que “*habitamos aquilo que construímos*”. Este é, realmente, o sentido do termo “poesia” quando ele está se referindo à educação, sendo também usado pelo artista que habita aquilo que constrói através de



sua imaginação”.

Portanto, como compreendemos, o professor que assume a atitude fenomenológica e entende a educação como poíesis pode trazer para as aulas de matemática conteúdos curriculares ligados com questões ambientais contemporâneas. Uma possibilidade é promover discussões sobre informações científicas relacionadas com recentes dados numéricos advindos das pesquisas focadas nas drásticas modificações climáticas. Desse modo, os professores podem desenvolver, junto com seus estudantes, temas que possibilitam a atribuição de significado para os conteúdos curriculares de matemática. Assim, pode atender um chamado, uma convocação e contribuir para a constituição do caminho apontado por Heidegger (2001a, 2001b). Considerando questões ambientais na ação educativa podem ser desenvolvidas atividades que possibilitem aos estudantes atribuir significado para conteúdos algébricos. Na sala de aula, a abordagem focada unicamente em procedimentos algébricos é dicotomizada do entendimento contemporâneo da matemática que fundamenta a ciência da ecologia. Na próxima seção apresenta-se brevemente ideias da matemática não linear, desenvolvida durante o século XX.

5 Possibilidades pedagógicas para o estudo de temas algébricos

Capra (1998, p. 107) explicita que, durante as últimas décadas do século XX, dissemina-se o entendimento de que, na natureza, proliferam os fenômenos não lineares, os quais “[...] constituem um aspecto essencial dos padrões de rede dos sistemas vivos. A teoria dos sistemas dinâmicos é a primeira matemática que permite aos cientistas lidar com a plena complexidade desses fenômenos não-lineares”. Essa teoria dos sistemas dinâmicos, popularmente conhecida como teoria do caos, fundamenta a ciência da ecologia. No entanto, uma atitude “[...] ecológica somente surgirá quando aliarmos ao nosso conhecimento racional uma intuição da natureza não-linear de nosso meio ambiente” (Capra, 2000, p. 39). O autor esclarece a característica dos sistemas que apresentam dependência sensível às condições iniciais, característica também conhecida como efeito borboleta:

Nos sistemas lineares, pequenas mudanças produzem pequenos efeitos, e grandes efeitos se devem a grandes mudanças ou a uma soma de muitas pequenas mudanças. Em sistemas não-lineares, ao contrário, pequenas mudanças podem ter efeitos dramáticos, pois podem ser amplificadas repetidamente por meio de realimentação de auto-reforço (Capra, 1998, p.107).

A matemática envolvida nos estudos dos sistemas complexos não é acessível no



Ensino Médio; no entanto, um estudo pioneiro em dinâmica de populações envolve a função quadrática. Na década de 1960, o ecologista matemático Robert May realizou as primeiras investigações em dinâmica de populações. Lorenz (1996, p. 181) apresenta o entendimento de May:

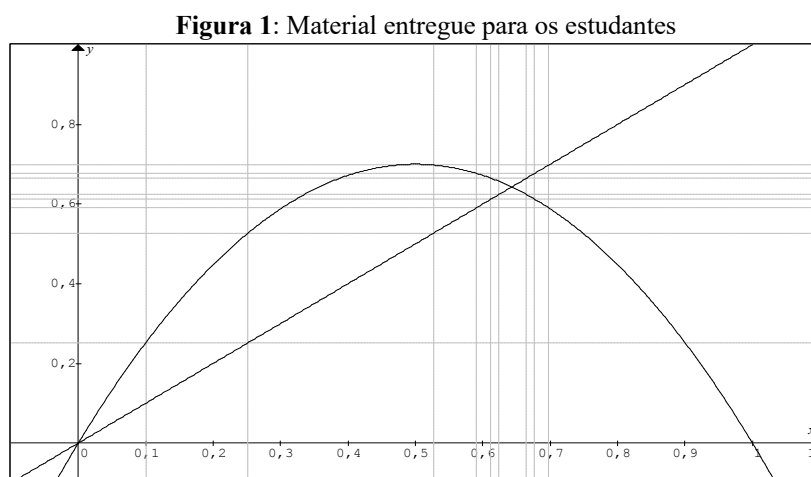
A hipótese convencional é que, se a população é muito pequena, ela se multiplicará livremente, produzindo uma população bem maior, mas ainda bastante pequena, no próximo ano. Se ela é muito grande, ela irá se reproduzir ainda mais, mas não haverá alimento suficiente para mantê-la viva, e novamente no próximo ano a população será pequena. Então, um ano com população maior deverá ser sucedido por um ano com uma população de tamanho médio. May achava que, para uma taxa adequada de multiplicação e morte por inanição, o tamanho da população flutuaria caoticamente.

No estudo do tema *função quadrática* usualmente são traçados os gráficos com a forma de parábolas e realizados cálculos para a determinação das coordenadas do vértice e dos pontos de intersecção com os eixos cartesianos. A abordagem da pesquisa de May, durante aulas de matemática no Ensino Médio, possibilita um entendimento da *dependência sensível das condições iniciais*, denominação técnica do *efeito borboleta*, uma propriedade essencial dos fenômenos caóticos.

Em sua investigação sobre a dinâmica populacional de limântrias, May verifica que, de modo similar a outros insetos, o número de indivíduos de um determinado ano depende do seu número no ano anterior. Variações anuais são significativas, uma vez que tais insetos se limitam a uma única época do ano para reproduzirem-se, de modo que as gerações ficam diferenciadas, não acontecendo gerações que se sobrepõem. Modelos gerais discretos da dinâmica de populações podem ser formulados por meio de $P_{n+1} = f(P_n)$. Por meio da modelização apresentada detalhadamente em Baier (2005, 2016), a população relativa é representada por x_n em $x_{n+1} = k \cdot x_n (1 - x_n)$. Conhecendo-se a constante ambiental k e a população relativa x_n em certo período de tempo, pode-se calcular a população relativa x_{n+1} nos períodos seguintes, iterando-se sucessivamente, para investigar a variação da população ao longo do tempo. Para mostrar como o *caos* acontece no *mapeamento logístico* é utilizado o processo de *iteração*. Investigar uma população que varia com o passar do tempo, por meio de um processo iterativo, equivale a aplicar uma mesma função repetidamente. Em outras palavras, o conceito de *iteração* está relacionado com o tema do currículo do Ensino Médio denominado *função composta*.

Como exemplo, para uma constante ambiental $k = 2,8$ e valor inicial $x_0 = 0,1$ (população inicial correspondente a 10% da população que o ambiente em estudo suporta), tem-se $x_{n+1} \rightarrow 2,8 \cdot x_n \cdot (1 - x_n)$. Para agilizar o tempo da aula, os estudantes

recebem o material mostrado na Figura 1 correspondente aos cálculos das primeiras sucessivas iterações.



Fonte: dos autores (2025)

Se $x_0 = 0,1$ então $x_1 = 2,8 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0,1) = 0,252$

Se $x_1 = 0,252$ então $x_2 = 2,8 \cdot 0,252 \cdot (1 - 0,252) = 0,5277$

Se $x_2 = 0,5277$ então $x_3 = 2,8 \cdot 0,5277 \cdot (1 - 0,5277) = 0,6978$

Se $x_3 = 0,6978$ então $x_4 = 2,8 \cdot 0,6978 \cdot (1 - 0,6978) = 0,5904$

Se $x_4 = 0,5904$ então $x_5 = 2,8 \cdot 0,5904 \cdot (1 - 0,5904) = 0,6771$

Se $x_5 = 0,6771$ então $x_6 = 2,8 \cdot 0,6771 \cdot (1 - 0,6771) = 0,6121$

Se $x_6 = 0,6121$ então $x_7 = 2,8 \cdot 0,6121 \cdot (1 - 0,6121) = 0,6648$

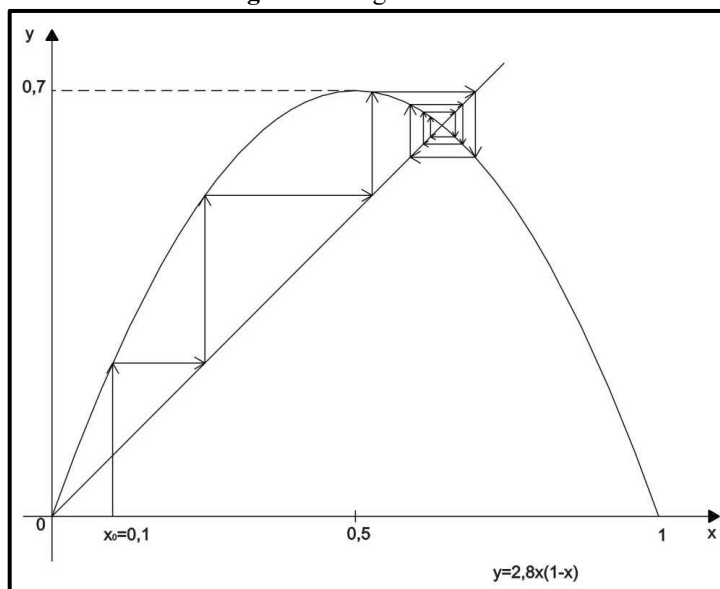
Se $x_7 = 0,6648$ então $x_8 = 2,8 \cdot 0,6648 \cdot (1 - 0,6648) = 0,6239$

Se $x_8 = 0,6239$ então $x_9 = 2,8 \cdot 0,6239 \cdot (1 - 0,6239) = 0,657$

Se $x_9 = 0,657$ então $x_{10} = 2,8 \cdot 0,657 \cdot (1 - 0,657) = 0,6309$

O processo de iteração pode ser representado geometricamente por meio da construção de um *diagrama de rede*, também denominado *diagrama de teia de aranha*. As vivências em sala de aula têm mostrado que a adoção da simbologia x no lugar de x_n e y no lugar de x_{n+1} possibilita a visualização do modo como a função quadrática se mostra nos livros didáticos, ou seja, $y = 2,8x(1-x)$. Os estudantes tendem a assinalar os pontos situados nos eixos vertical e horizontal, e as retas desenhadas conforme a Figura 1 facilitam a obtenção do diagrama de teia mostrado na Figura 2.

Figura 2: Diagrama de teia



Fonte: Baier (2005, p. 107)

Por meio da atribuição de diferentes valores para o parâmetro k e diversas populações iniciais relativas, efetuando iterações sucessivas, pode ser observada a evolução de uma população durante longos períodos. Em sala de aula, a atividade desenvolvida à mão possibilita o entendimento do processo iterativo; no entanto, somente grande quantidade de cálculos efetuados com o auxílio de computador revela a emergência de padrões caóticos. O computador não é um recurso, não é uma mera ferramenta auxiliar para a aprendizagem da matemática conforme Rosa (2020, p. 6, tradução nossa⁴): “Um ambiente rico em tecnologia é entendido como um mundo digital, que muda a maneira de pensar de alunos e professores”. No exemplo apresentado neste artigo, o recurso papel e lápis possibilita o entendimento do processo iterativo; no entanto, somente a imersão do mundo tecnológico possibilita sucessivas mudanças numéricas que conduzem ao entendimento da dependência sensível das condições iniciais, ou seja, “o processo matemático muda conforme a tecnologia difere” (Rosa, 2020, p. 8, tradução nossa), sendo as tecnologias digitais “participantes do processo de aprendizagem” (Rosa, 2020, p. 13, tradução nossa⁵).

⁴ “Mathematics process changing as technology differs” (Rosa, 2020, p. 8).

⁵ Digital Technologies - “DT as a participant of the learning process” (Rosa, 2020, p. 13).



6 Algumas considerações

Resumidamente, o modelo de May, apresentado na seção 5, pode ser desenvolvido por meio do uso de lápis e papel em sala de aula, conforme exemplo mostrado na Figura 1, ou com recurso computacional. Desse modo, é possível abordar questões ambientais no estudo dos temas algébricos, particularmente da *função quadrática*, ou seja, o caminho pedagógico exposto neste artigo constitui reflexão e práxis seguindo a interrogação norteadora apresentada no início deste trabalho: *como abordar questões ambientais no estudo de temas algébricos?*

Dessa forma, é possível que a educação matemática orientada por uma atitude fenomenológica desvele uma prática educativa comprometida com a formação da pessoa e com os desafios contemporâneos de cuidado com a vida e com o planeta. Ao reconhecer a subjetividade dos estudantes e considerar suas experiências vividas, o professor pode propor atividades que articulem os temas algébricos com questões socioambientais presentes nesse contexto. Essa perspectiva rompe com uma abordagem fragmentada e descontextualizada do conhecimento, permitindo que os temas algébricos deixem de ser apresentados como construções abstratas e distantes da realidade, para se tornarem significativos no modo como se inscrevem no mundo. Assim, o currículo passa a ser considerado como *poíesis*, isto é, em constante atualização, favorecendo uma educação matemática que, ao atender ao chamado da contemporaneidade, contribui para a constituição de modos de ser mais autênticos, atentos ao outro, ao mundo e à própria existência.

Referências

BAIER, T. Visão de Mundo Ecológica na Educação Matemática: tópicos de Teoria do Caos no estudo da função quadrática. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 11, Edição Especial: Filosofia da Educação Matemática, p. 244 - 255, 2016.

BAIER, T. **O nexo “geometria fractal – produção da ciência contemporânea” tomado como núcleo do currículo de matemática do ensino básico**. 2005. 147 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

BICUDO, M. A. V. O Papel do Educador. **Nuances – Revista do Curso de Pedagogia**, Presidente Prudente, v. 4, n. 4, p. 20 - 24, set. 1998.

BICUDO, M. A. V. A Contribuição da Fenomenologia à Educação. In: BICUDO, M.A.V.; CAPPELLETTI, I. F. (org.) **Fenomenologia: uma visão abrangente da Educação**. São Paulo: Olho d' Água, 1999. p. 11 - 51.



- BICUDO, M. A. V. A constituição do conhecimento matemático no corpo-vivente. In: BICUDO, M. A. V.; PINHEIRO, J. M. L. (orgs.). **Corpo-vivente e a constituição de conhecimento matemático**. São Paulo: Livraria da Física, 2023, p. 109-128.
- BOFF, L. **Saber cuidar: Ética do Humano – Compaixão pela Terra**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- CAPRA, F. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos**. 3. ed. São Paulo: Cultrix, 1998.
- CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: a Ciência, a Sociedade e a Cultura emergente**. 21. ed. São Paulo: Cultrix, 2000.
- DORO, M. J. **Cuidado e formação em Heidegger: bases filosóficas para uma resignificação da Bildung**. 2019. 132 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- HEIDEGGER, M. **Ensaio e Conferências**. Tradução de Emanuel Carneiro Leão, Gilvan Fogel e Marcia Sá Cavalcante Schuback 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001a.
- HEIDEGGER, M. **Seminários de Zollikon**. Tradução de Gabriella Arnhold e Maria de Fátima de Almeida Prado. Petrópolis: Vozes, 2001b.
- HEIDEGGER, M. **Ser e tempo**. 13. ed. Tradução de Marcia Sá Cavalcante Schuback. Petrópolis: Vozes, 2005.
- INWOOD, M. **Dicionário Heidegger**. Tradução de Luísa Buarque de Holanda. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.
- LORENZ, E. N. **A Essência do Caos**. Brasília: Ed. da UnB, 1996.
- MARTINS, J. **Um Enfoque Fenomenológico do Currículo: Educação como Poíesis**. São Paulo: Cortez, 1992.
- MERLEAU-PONTY, M. **Textos selecionados**. Tradução de Marilena de Souza Chauí. São Paulo: Nova Cultural, 1989. Coleção Os Pensadores.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. Tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- MERLEAU-PONTY, M. **A Natureza**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- ROSA, M. Mathematics Education in/with Cyberspace and Digital Technologies: What Has Been Scientifically Produced About It? In: BICUDO, M. A. V. **Constitution and Production of Mathematics in the Cyberspace**. Cham, Switzerland: Springer, 2020. p. 3-15.

Recebido em: 17 de maio de 2025.

Aceito em: 29 de agosto de 2025.