

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DANILO IRINEU DE SOUSA CARRIJO

O ENSINO DA MATEMÁTICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO TRANSDISCIPLINAR

CURITIBA

2022

DANILO IRINEU DE SOUSA CARRIJO

O ENSINO DA MATEMÁTICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO TRANSDISCIPLINAR

Mathematics teaching in the context of transdisciplinary education

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Licenciado no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Silvana Stremel.

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DANILO IRINEU DE SOUSA CARRIJO

O ENSINO DA MATEMÁTICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO TRANSDISCIPLINAR

Trabalho de conclusão e curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Licenciado no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 8 de dezembro de 2022.

Silvana Stremel
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Flávia Dias de Souza
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

João Carlos Pereira de Moraes
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA

2022

AGRADECIMENTOS

Andrea e Bernardo, mulher e filho adorados, minhas fontes inesgotáveis de amor, companheiros da jornada da vida, sempre com palavras de incentivo, sorrisos plenos de ternura e abraços que acalentam a minha existência.

Solange e Vanderlei, pais amados que me trouxeram ao mundo, generosos e acolhedores, de quem sempre recebo os melhores conselhos e as mais gentis advertências.

Meus professores, incansáveis na missão de iluminar o mundo, semear o conhecimento e manter viva e vibrante a esperança de um país mais justo e solidário.

Professora Silvana Stremel, minha orientadora, docente vocacionada e pesquisadora exemplar, que compartilhou comigo a sua experiência e contribuiu decisivamente para tornar este trabalho possível.

Professora Flávia Dias de Souza e professor José Carlos Pereira de Moraes, que gentilmente aceitaram o convite para compor a banca.

A todos, o meu muito obrigado!

O advento de uma cultura transdisciplinar, que poderá contribuir para a eliminação das tensões que ameaçam a vida em nosso planeta, é impossível sem um novo tipo de educação, que leve em conta todas as dimensões do ser humano.
(NICOLESCU, 1999)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral investigar as condições necessárias ao ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar. Os objetivos específicos foram: (a) descrever os fenômenos da organização disciplinar do conhecimento, da hiperdisciplinarização e da complexidade, bem como as correlações deles decorrentes; (b) analisar os princípios e o ideário da transdisciplinaridade e (c) examinar a compatibilidade do ensino da Matemática à educação transdisciplinar. A metodologia envolveu pesquisa bibliográfica em fontes divididas em dois grupos: textos fundamentais e textos incrementais. Os textos fundamentais consistiram em obras representativas de autores e pensadores que pioneiramente se ocuparam de estudar e descrever os fenômenos que permeiam a nossa pesquisa – Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Ubiratan D'Ambrosio e Pierre Weil –, selecionados por critério de notoriedade. Os textos incrementais, selecionados por critério de relevância para a pesquisa, desdobram ou ampliam o conhecimento, descrevem fenômenos decorrentes e buscam soluções para novos problemas. A título propedêutico, examinamos como a humanidade tem adquirido o conhecimento ao longo da história, da fase pré-disciplinar (Idade do Ouro) até o atual momento de crise epistemológica, caracterizada pela hiperdisciplinaridade e pela hegemonia do pensamento simplificador, que têm impedido a humanidade de enfrentar os problemas, cada vez mais transversais, multidimensionais e transnacionais, que põem em risco a existência humana. Nesse caminho, visitamos os fenômenos da multidisciplinaridade e da transdisciplinaridade e constatamos a necessidade de desenvolver o paradigma de pensamento complexo, o único com aptidão para compreender o mundo fenomênico. Para tanto, vislumbramos a transdisciplinaridade como elemento central desse novo paradigma de pensamento. Caracterizamos a transdisciplinaridade como uma nova visão de mundo que se encontra entre as disciplinas, através das disciplinas e além de qualquer disciplina. Tratamos da educação transdisciplinar à luz dos Sete Saberes necessários à educação do futuro, formulados por Edgar Morin. Ao final, concebemos três condições necessárias para o ensino transdisciplinar da Matemática: (1ª) levar a Matemática das ruas para a escola; (2ª) afastar da sala de aula o rigor matemático excessivo e (3ª) promover a abertura da Matemática aos fenômenos que a atravessam e a ultrapassam.

Palavras-chave: transdisciplinaridade; complexidade; pensamento complexo; educação matemática.

ABSTRACT

The general objectives of this scientific work was to investigate the necessary conditions for mathematics teaching in the context of transdisciplinary education. The specific objectives were: (a) to describe the of the knowledge disciplinary organization phenomena, hyperdisciplinarization and complexity, as well as the resulting correlations; (b) to analyze the transdisciplinarity principles and (c) to examine the compatibility of mathematics teaching with transdisciplinary education. The methodology consisted of bibliographical research in sources of two groups: fundamental texts and incremental texts. The fundamental texts are by authors and thinkers who originally studied our research topic – Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Ubiratan D'Ambrosio e Pierre Weil –, selected by notoriety. Incremental texts were selected by relevance to the search. They deploy or extend knowledge, describe consequential phenomena, and seek solutions to new problems. Preliminarily, we examined how humanity has developed the knowledge throughout history, from the pre-disciplinary phase to the current moment of epistemological crisis. The crisis is characterized by hyperdisciplinarity and the simplifying thinking hegemony, which have prevented humanity from facing the transversal, multidimensional and transnational problems that endanger human existence. In this way, we studied the multidisciplinary and the transdisciplinarity phenomena and we considered it necessary to develop the complex thinking, because it is the only one capable of understanding the world phenomena. Therefore, we considered transdisciplinarity as a central point of this new thought paradigm. We described the transdisciplinarity as a new vision of the world that is found between disciplines, though disciplines and beyond any discipline. We described transdisciplinary education based on Morin's Seven Knowledges. Finally, we presented three necessary conditions for mathematics teaching in the context of transdisciplinary education: (1st) to take the street math to school; (2nd) to remove mathematical rigor from the classroom; (3rd) to link math to the phenomena that cross and surpass it.

Keywords: transdisciplinarity; complexity; complex thinking; mathematics education.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Repositórios utilizados na busca das fontes bibliográficas.....	25
Quadro 2 – Fontes bibliográficas encontradas.....	26
Quadro 3 – Quesitos para seleção de fontes bibliográficas.....	28
Quadro 4 – Análise dos quesitos para a seleção das fontes bibliográficas.....	28
Quadro 5 – Fontes da pesquisa bibliográfica.....	31
Quadro 6 – Fichas de conceitos.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	ITINERÁRIO DE PESQUISA.....	23
3	A ORGANIZAÇÃO DISCIPLINAR DO CONHECIMENTO.....	34
3.1	A crise epistemológica.....	36
3.2	A fase pré-disciplinar (Idade do Ouro).....	36
3.3	A fase de fragmentação multidisciplinar.....	39
4	INTERDISCIPLINARIDADE: REAÇÃO À FRAGMENTAÇÃO.....	43
4.1	O olhar extradisciplinar.....	44
4.2	Multi e interdisciplinaridade: movimentos simultâneos e correlacionados.....	46
4.3	Interdisciplinas.....	47
4.4	A força geratriz das interdisciplinas.....	49
4.4.1	Migrações disciplinares.....	49
4.4.2	Novos esquemas cognitivos.....	50
5	A CRISE EPISTEMOLÓGICA E ALGUMAS POSSÍVEIS MANEIRAS DE ENFRENTÁ-LA.....	51
5.1	O pensamento simplificador e o pensamento complexo.....	51
5.2	A transdisciplinaridade como elemento central do novo paradigma de pensamento complexo.....	54
5.3	A evolução transdisciplinar da educação.....	58
5.3.1	Os sete saberes necessários à educação do futuro, segundo Edgar Morin. 58	
5.3.1.1	Primeiro saber: reconhecer o erro e a ilusão.....	59
5.3.1.2	Segundo saber: conjugar o conhecimento das partes e do todo.....	59
5.3.1.3	Terceiro saber: reconhecer a unidade e a complexidade humanas.....	59
5.3.1.4	Quarto saber: reconhecer a identidade terrena.....	60
5.3.1.5	Quinto saber: enfrentar as incertezas.....	60
5.3.1.6	Sexto saber: saber compreender.....	60
5.3.1.7	Sétimo saber: a ética do gênero humano (antropoética).....	61
6	O ENSINO TRANSDISCIPLINAR DA MATEMÁTICA.....	62
6.1	A Primeira condição: levar a Matemática das ruas para a escola.....	62
6.2	A segunda condição: afastar da sala de aula o rigor matemático excessivo.....	64
6.3	A terceira condição: promover a abertura da Matemática aos fenômenos que a atravessam e a ultrapassam.....	66

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho é o ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar¹.

Duas ideias conduziram-nos a esse tema: a primeira delas é uma alegoria; a segunda, uma maldição. Vamos explicar como isso aconteceu.

A alegoria é o “Jardim do Matemático”, uma interessante abstração criada pelo professor Romulo Campos Lins². Na formulação de Lins (2012, p. 95), o Jardim do Matemático é o local onde os matemáticos praticam a Matemática *deles*, ou seja, a Matemática acadêmica, formal, rigorosa. No Jardim, habitam monstros. Para os matemáticos, são monstros de estimação; para as demais pessoas, são monstros monstruosos.

O Jardim é um local de deleite para os matemáticos, e o fato de existirem monstros no Jardim não é nenhum problema. Ao contrário: os matemáticos adoram os monstros!

Mas os monstros se tornam um grande problema quando a Matemática do Jardim é levada à escola. E isso acontece com muita frequência. A escola costuma ensinar aos estudantes não a Matemática das ruas (do cotidiano, da vida real), mas a Matemática dos matemáticos (LINS, 2012, p. 93). Com isso, os monstros do Jardim passam a habitar também a escola, e os estudantes, que os veem como monstros monstruosos, nem sequer se aproximam deles, não tentam entendê-los. Segundo Lins (2012, p. 95, grifo do autor):

[...] o fracasso de tantos com relação à Matemática escolar não é um fracasso de quem não consegue aprender embora tente, e sim um sintoma de uma recusa em sequer se aproximar daquelas coisas. Uma espécie de autoexclusão induzida.

O que Lins denomina *autoexclusão* é o impulso do estudante de repelir (rechaçar) o aprendizado da Matemática por supor, de antemão, que não conseguirá alcançá-lo (uma formulação mental na linha “nem tentarei porque não vou

1 Neste trabalho, por simplicidade, empregaremos o termo *ensino* para nos referirmos ao processo de ensino-aprendizagem, que consiste na interação entre os processos comportamentais de ensinar e aprender. Afinal, segundo a conhecida máxima de Paulo Freire, não existe ensino sem aprendizagem.

2 Romulo Campos Lins (1955-2017) foi livre-docente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Integrou o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e coordenou do projeto de pesquisa “Educação matemática e pessoas: a Academia, o ‘mundo lá fora’ e o fim desta diferença”, ambos na UNESP de Rio Claro (SP).

conseguir”). Esse impulso, todavia, não é inato, mas *induzido* (provocado) pela como, em geral, a Matemática tem sido ensinada nas nossas escolas.

A questão que se impõe é: por que a escola ensina a Matemática dos matemáticos (cheia de monstros) e não a Matemática das ruas (cheia de vida)?

Na verdade, segundo Lins (2012, p. 114), não existem duas matemáticas, mas apenas uma. E existem as coisas da Matemática (ou os *entes matemáticos*, para quem prefere uma nomenclatura mais elegante). As coisas da Matemática são apenas coisas até que algo seja dito sobre elas. O que se diz sobre uma coisa é o seu significado, e ao atribuir um significado, a coisa converte-se em objeto.

Ocorre que é possível atribuir significados distintos a uma mesma coisa, a depender de quem o atribui e do ambiente em que se atribui. Portanto, podemos ter (e frequentemente temos) dois objetos matemáticos vindos de uma mesma coisa. Ou seja: a objetificação, que é a transformação de uma coisa (algo que apenas existe) em um objeto (algo que têm significado) é sempre relativa (LINS, 2012, p. 115).

Na alegoria do Jardim, as coisas são os monstros. Os matemáticos apontam para uma coisa e dizem: “eis um monstro de estimação”; as pessoas de fora do Jardim apontam para a mesma coisa e dizem: “eis um monstro monstruoso”. Um único monstro, mas com dois significados e, portanto, dois objetos distintos.

Vamos aprofundar essa questão oportunamente. Neste momento, em que apenas a introduzimos, um exemplo colhido em Lins (2012, p. 114) ajuda a esclarecê-la. Tomemos a coisa “-1”. Para os matemáticos, trata-se de um número negativo, ou seja, um objeto matemático bastante trivial; para os estudantes, que são apresentados a essa coisa por volta do 7º Ano do Ensino Fundamental, o “-1” jamais poderia ser um número, pois os números servem para contar, e não faz sentido um número ser menos que nada.

Isso cria um estranhamento, pois a Matemática que se manifesta na escola não é a que se vê nas ruas: “na rua, o número negativo não pode nunca se realizar plenamente, na escola ele deve se realizar naturalmente” (LINS, 2012, p. 115). O resultado é que os números negativos são monstros de estimação para os matemáticos, mas monstros monstruosos para os estudantes.

É claro que, aos poucos, o monstro monstruoso vai-se naturalizando. Contudo, para considerável parcela dos estudantes, jamais se tornará um monstro

de estimação, até porque as monstruosidades se renovam a cada tanto. Renova-se, por exemplo, quando os estudantes são apresentados ao novo monstro “ $(-1) \times (-1) = 1$ ”, derivado do primeiro.

Mas essas considerações ainda não respondem à pergunta: por que a escola ensina a Matemática dos matemáticos (cheia de monstros) e não a Matemática das ruas (cheia de vida)?

Vislumbra-se em Lins (2012) uma possível explicação para esse fenômeno, relacionada ao processo de profissionalização da Matemática. Tendemos a considerar que a autonomia da Matemática como disciplina é uma inclinação natural irresistível, uma característica inata. Mas Lins (2012, p. 99) explica que, na verdade, a Matemática do matemático é uma construção deliberada, obstinada e reativa, iniciada no início do século XIX, que teve como objetivo a profissionalização e a depuração da Matemática.

Esse processo foi marcado pelo *internalismo*, que é o conjunto coordenado de ações que têm como propósito *purificar* a Matemática de tudo que não fosse estritamente matemático³ (LINS, 2012, p. 97). Antes disso, a Matemática “servia a quem dela precisasse, astrônomos, comerciantes, diletantes, gente querendo ganhar dinheiro em duelos ‘matemáticos’ com outros” (LINS, 2012, p. 99).

Esse movimento de purificação da Matemática por meio do internalismo coincidiu historicamente com o processo de disciplinarização do conhecimento, cujo auge deu-se também no século XIX (FLORENTINO; RODRIGUES, 2015). O internalismo e a organização disciplinar do conhecimento, combinados, forjaram a Matemática como a conhecemos hoje: a Matemática dos matemáticos.

Ao se reservar a Matemática exclusivamente aos matemáticos, estes se tornaram os únicos legitimados a falar sobre ela, inclusive nas questões relativas à Educação Matemática. A esse respeito, Lins (2012, p. 99) cita uma fala do matemático francês Jean Dieudonné⁴:

Não é à toa que Jean Dieudonné [...] disse que se deveria perguntar aos matemáticos o que é realmente importante ali e de que modo, pois apenas assim poderíamos aspirar a uma instrução Matemática com alguma qualidade, do primário à universidade.

3 Não por acaso, a Matemática fechada em si mesma é atualmente denominada *Matemática pura*.

4 Jean Dieudonné (1906-1992) foi um matemático e historiador da Matemática francês, muito atuante nas áreas da álgebra abstrata e análise funcional. Dieudonné foi um dos integrantes do Grupo Bourbaki, um coletivo de matemáticos que editou diversos livros de Matemática sob o pseudônimo coletivo Nicolas Bourbaki.

Uma outra possível explicação é que, à diferença do que se poderia pensar à primeira vista, o Jardim do Matemático é frequentado não apenas por matemáticos (no sentido estrito do termo), mas por todas as pessoas que têm alguma aptidão para a Matemática praticada no Jardim. Portanto, além dos profissionais da Matemática pura e aplicada (acadêmicos, bacharéis, pesquisadores), podem ser vistas no Jardim todas as pessoas que não se assustam com os monstros que nele habitam⁵.

Entre os frequentadores do Jardim, portanto, estão os professores de Matemática. Eles não se assustam com os monstros nem estranham a Matemática dos matemáticos. Temos aqui uma boa oportunidade para apresentar a segunda ideia que nos levou ao tema deste trabalho: a maldição do conhecimento.

A maldição do conhecimento é a dificuldade que as pessoas têm de descer do pedestal do conhecimento para dialogar de maneira compreensível com interlocutores que não têm o mesmo conhecimento. Nas palavras do professor Steven Pinker⁶, é a “dificuldade em imaginar como é, para outra pessoa, não saber alguma coisa que você sabe” (PINKER, 2014, p. 81).

Se você, caro leitor, já teve dificuldade de entender o manual de instruções de um aparelho eletrônico, ou a entrevista de um advogado sobre alguma questão jurídica, ou um artigo ou ensaio sobre um tema de seu interesse, é possível que a culpa não tenha sido sua, mas do emissor da mensagem. Talvez ele tenha sido colhido pela maldição do conhecimento.

E quem nunca teve dificuldade de entender uma aula expositiva, mesmo tendo cumprido todos os requisitos para entendê-la?

Os professores são potencialmente expostos à maldição do conhecimento. Isso porque o trabalho docente, ao menos na vertente tradicional, consiste em ensinar uma matéria que se conhece bem a quem ainda não a conhece. Por dominar o tema, o professor pode tender a considerá-lo trivial, de fácil compreensão

5 Isso não significa que todos os frequentadores do Jardim estejam aptos a entender todos os monstros. Afinal, existem monstros e monstros. Há monstros para iniciantes, monstros para iniciados e monstros para as altas inteligências da Matemática. Além disso, os frequentadores costumam ter as suas preferências monstruosas. O que há em comum entre eles é que, mesmo se não entendem todos os monstros, os monstros não lhes parecem monstruosos como parecem à grande massa que vê o jardim de longe.

6 Steven Arthur Pinker é psicólogo e linguista. Nasceu no Canadá e radicou-se nos Estados Unidos. É professor da Universidade Harvard e autor de mais de quinze livros, muitos deles best-sellers nas áreas da psicolinguística e da linguagem. Em 2004, esteve entre as 100 pessoas mais influentes do mundo, segundo a revista Time (WRIGHT, 2004).

por todos. Pinker (2012, p. 83) explica: “quanto mais você conhece alguma coisa, menos você lembra como foi difícil aprendê-la”⁷.

Particularmente quanto aos professores de Matemática, a alegoria do Jardim ajuda a tornar esta constatação ainda mais clara: por serem frequentadores do Jardim, os professores enxergam os monstros como monstros de estimação, e a maldição do conhecimento tende a embaraçar a percepção de que, para os estudantes, aqueles mesmos monstros são monstros monstruosos! E mais: como os professores estão bastante familiarizados com os monstros, tendem a se esquecer de como foram difíceis os primeiros contatos.

A potencial presença de monstros monstruosos na escola, bem como a maldição do conhecimento, sempre a importunar os professores, são causas severas do verdadeiro abismo que há entre a Matemática da escola (que é a Matemática dos matemáticos) e a Matemática das ruas (do cotidiano, da vida real).

Fazemos essa conjectura a partir, ainda, do Jardim do Matemático e os monstros que nele perambulam, enxergando-o como uma metáfora do impressionante isolamento da Matemática como disciplina. Os monstros, ao guardar os limites do Jardim, impedem a entrada de pessoas não autorizadas (LINS, 2012); os limites passam a ser fronteiras disciplinares quase intransponíveis, e a Matemática torna-se insular, fechada em si mesma, autônoma.

Essa característica faz com que a Matemática em sala de aula baste em si mesma, o que não encontra paralelo em nenhuma outra disciplina: o ensino da Física não acontece sem a Matemática, assim como o da Química e o da Biologia. Também temos muito de Matemática na Geografia e até na História. Mas essas disciplinas não costumam frequentar as aulas de Matemática, senão de maneira muito pontual e sem importância.

O autor deste estudo, logo que iniciou o curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, adquiriu a prestigiada coleção *Fundamentos de Matemática Elementar*, da Atual Editora, escrita por Gelson Iezzi e outros sete renomados autores. São onze volumes que o têm acompanhado durante a graduação. São ótimos livros: densos, completos, muito

⁷ Evidentemente, os bons professores, conscientes de que a maldição está à espreita, estão sempre vigilantes e prontos a afastá-la. Afinal, a maldição é a dificuldade (não a impossibilidade) de se colocar no lugar de alguém que não sabe o que sabemos. É um fenômeno evitável, portanto, tanto que, com muita frequência, professores surpreendem seus alunos com explicações brilhantes sobre temas densos, de difícil compreensão.

bem escritos, repletos de exercícios. Contudo, não há nos volumes nenhuma articulação com outras disciplinas: apenas a Matemática. Esse isolamento da Matemática, que se verifica em expressiva parcela dos livros didáticos, também está presente, no mais das vezes, nas salas de aula, tanto dos cursos superiores quanto nos da Educação Básica.

A Matemática é fechada em si, e isso explica, ao menos em parte, o desinteresse e a dificuldade que tantas pessoas têm em relação à disciplina. Daí que o ensino da Matemática – na verdade, todo o ensino – precisa superar as fronteiras disciplinares, para que se possa construir o conhecimento “através e além das disciplinas” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994). Segundo a conhecida metáfora de Ubiratan D’Ambrósio, é necessário abandonar as gaiolas epistemológicas (as disciplinas) e “voar livremente” (D’AMBROSIO, 2010). Este é o fundamento da educação transdisciplinar.

Nesta introdução, a fim de contextualizar a questão norteadora da presente pesquisa, faremos uma breve apresentação dos conceitos e fenômenos que serão visitados ao longo do trabalho: a organização disciplinar do conhecimento, a mentalidade hiperdisciplinar, a complexidade, o pensamento complexo e o pensamento simplificador, a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e, por fim, a transdisciplinaridade. No decorrer do trabalho, esses conceitos e fenômenos serão aprofundados e, ao final, examinaremos o ensino da Matemática no contexto da educação transdisciplinar. Neste percurso, seremos conduzidos pelo pensamento dos gigantes Edgar Morin⁸, Ubiratan D’Ambrosio⁹, Basarab Nicolescu¹⁰ e Pierre Weil¹¹.

8 Edgar Morin (Paris, 1921), é um dos mais influentes e consagrados pensadores contemporâneos. Autor de mais de meia centena de livros, sua obra é multifacetada e espraia-se pelas áreas da Filosofia, Sociologia, Epistemologia e Educação. É o mais célebre defensor da necessidade de reformar o pensamento, para que a inteligência humana possa responder aos graves desafios que se apresentam à humanidade.

9 Ubiratan D’Ambrosio (São Paulo, 1932-2021) é um dos mais respeitados matemáticos brasileiros, com sólida carreira acadêmica no Brasil e no exterior. Dedicou considerável parte de seus estudos à Educação Matemática, área em que se destacou ao questionar o paradigma eurocêntrico no ensino da Matemática. É o formulador da Etnomatemática, que preconiza o ensino da Matemática em função dos diversos contextos sociais, econômicos e culturais. Foi um dos mais notáveis entusiastas da transdisciplinaridade, ideário que defende uma nova visão da Natureza e da realidade, através e além das disciplinas.

10 Basarab Nicolescu (1942) é um físico romeno radicado na França desde 1968. É fundador do Centro Internacional de Pesquisas Transdisciplinares e autor de diversas obras sobre a transdisciplinaridade. É signatário, com Edgar Morin e José Lima de Freitas, da Carta da Transdisciplinaridade.

11 Pierre Weil (Estrasburgo, 1924 – Brasília, 2008) foi um educador e psicólogo francês que viveu no Brasil desde 1948. Manteve por toda a vida ideais pacifistas e antinacionalistas. Na sua trajetória

Iniciamos com um pouco de literatura: em 1895, o célebre escritor britânico H. G. Wells lançou o romance de ficção científica *The Time Machine* (A Máquina do Tempo), considerado a primeira obra literária que tematizou as viagens no tempo a bordo de máquinas (tema que depois se tornou recorrente na literatura e no cinema). O protagonista de Wells, chamado apenas de “Viajante do Tempo”, é um inventor inglês do século XIX, que desenvolve uma máquina fantástica capaz de levá-lo para o passado e para o futuro.

O Viajante do Tempo era um polímata. Os polímatas são pessoas que têm vasto conhecimento sobre múltiplos assuntos. Não são, obviamente, muito numerosos. Em outros tempos, já foram mais. Aristóteles e Pitágoras eram polímatas, assim como Leonardo da Vinci, Michelangelo, Copérnico e Isaac Newton. Entre os contemporâneos, destaca-se o francês Roger Caratini (1924-2009), de quem se poderia literalmente dizer que era dotado de *conhecimento enciclopédico*, pois escreveu sozinho uma enciclopédia com 23 volumes.

Os polímatas são antípodas dos *hiperespecialistas*. Hiperespecialistas são pessoas que concentram seus estudos em uma única disciplina, quando não em um único tema. Não se afastam da árvore porque não querem enxergar a floresta. Têm interesse apenas pela sua disciplina. Não raro, arvoram-se de proprietários do objeto disciplinar, a ponto de proibir “qualquer incursão estranha em sua parcela do saber” (MORIN, 2021, p. 106).

O hiperespecialista é fruto da *hiperdisciplinarização* (MORIN, 2021, p. 106), uma derivação excrescente e não funcional da *disciplinarização*. Disciplinarização é a forma pela qual temos organizado o conhecimento desde a Idade Moderna e que consiste na fragmentação do saber em categorias organizadoras, as disciplinas.

As disciplinas são vocacionadas à autonomia e ao isolamento, tanto que concebem linguagem, técnicas e teorias próprias. No interior de uma disciplina, o objeto disciplinar tende a ser considerado autossuficiente, e são ignoradas as conexões e correlações com os objetos de outras disciplinas. Daí que, quase inevitavelmente, surgem as fronteiras disciplinares.

acadêmica, doutorou-se em Psicologia e foi aluno de grandes psicólogos e educadores, como Henri Wallon e Jean Piaget. Já no Brasil, foi um dos responsáveis pela regulamentação da profissão de psicólogo. Presidiu a Fundação Cidade da Paz e foi reitor da Universidade Holística para a Paz de Brasília – UNIPAZ. Em 1986, escreveu a “Marselha da Paz” – um hino de contestação aos modelos tradicionais de hinos nacionais, que exacerbam o nacionalismo e a cultura belicosa –, que prega a unificação e a pacificação mundiais.

A disciplinarização tem a virtude de promover o desenvolvimento autônomo dos objetos disciplinares, sem subordinação às demais áreas do conhecimento nem motivação exclusivamente utilitarista. Por outro lado, provoca a perda da noção do todo, pois ignora ou despreza as conexões entre as áreas do conhecimento. Em síntese, a disciplinarização produz, nas palavras de Morin (2021, p. 15), “o conhecimento e a elucidação, mas também a ignorância e a cegueira”.

Não há disciplina isolada que ofereça solução adequada e suficiente aos grandes problemas da atualidade, cada vez mais multidisciplinares. Isso porque os saberes fragmentados não são capazes de perceber “os conjuntos complexos, as interações e retroações entre as partes e todo, as entidades multidimensionais e os problemas essenciais”. (MORIN, 2021, p. 13)

Complexidade é a palavra-chave para compreender as limitações da organização disciplinar do conhecimento. Para Morin (2021, p. 14), existe complexidade se as partes que compõem o todo, por terem sido tecidas conjuntamente, são inseparáveis, de forma que é impossível apreendê-las isoladamente. A complexidade é intrínseca ao ente complexo e, portanto, não é possível dele afastá-la. O ente complexo não comporta simplificação.

Sob certo sentido, a complexidade é o grande desafio do homem contemporâneo (MORIN, 2021, p. 14). Os graves problemas que se apresentam à humanidade são complexos – ou seja: “polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários” (MORIN, 2021, p. 13); contudo, tencionamos resolvê-los segundo um pensamento simplificador, movido pelo propósito de livrá-los da natural complexidade. Ocorre que isso não é possível, porque a complexidade é inerente ao problema, e extirpá-la à força costuma produzir “mais cegueira do que elucidação”. (MORIN, 2015, p. 5)

A complexidade é incompatível com o pensamento simplificador, este que tenciona fragmentar o todo indivisível para nele tentar observar apenas as partes. Apesar de limitado, insuficiente e incompatível com a realidade complexa, o pensamento simplificador é preponderante, pois a inteligência humana vem sendo forjada, ao menos desde o século XIX, para fragmentar o complexo, ignorar as multidimensionalidades, fracionar os problemas (MORIN, 2021, p. 14).

Somos viciados em simplificação, treinados para a fragmentação, condicionados a perceber uma só dimensão de coisas multidimensionais. Porém,

esta maneira de pensar não é natural da mente humana: trata-se de construção que ocorre na escola. Isso porque os processos de ensino refletem a organização disciplinar do conhecimento, ou seja, a divisão dos saberes em disciplinas (MORIN, 2021, p. 15).

Se entregue à sua própria natureza, a mente humana seria primariamente generalista, porque dotada de inteligência geral, e depois desenvolveria as competências particulares. Não há incompatibilidade entre a inteligência geral e a inteligência especial, ao contrário: “quanto mais desenvolvida é a inteligência geral, maior é sua capacidade de tratar problemas especiais” (MORIN, 2021, p. 22). Contudo, a escola tende a desenvolver as competências particulares suprimindo a inteligência geral.

Existe um tipo de meme muito popular nas redes sociais que expressa essa ideia. Nele, alguma situação cotidiana é associada à sentença “sou de humanas”, com o objetivo de evidenciar a alegada incompatibilidade dessa situação com pessoas mais inclinadas às ciências humanas. Há ainda a versão “sou de exatas”, que ilustra a suposta incapacidade das “pessoas de exatas” de lidar com determinadas situações. Às vezes, as sentenças aparecem juntas, para ilustrar alguma oposição ou contraste entre “pessoas de humanas” e “pessoas de exatas”; e, em alguns casos, simplesmente funcionam como motes capazes de indicar o pertencimento a um ou a outro grupo.

O meme, como se nota, ignora a existência da inteligência geral e normaliza a ideia de categorizar pessoas em função da formação acadêmica. É uma manifestação jocosa, mas também estupidificante, da mentalidade hiperdisciplinar, que tem origem na escola, ou seja, do ensino.

Ora, se o ensino, a fim de desenvolver as competências especiais, impõe prejuízo à inteligência geral, então é imperioso reformar o ensino. Afinal, não há razão para considerar excludentes o geral e o especial, o todo e as partes. A inteligência geral, que é inata, deve ser desenvolvida, não aniquilada. Sem ela, as competências especiais tornam-se infrutíferas, em razão da incapacidade de problematizar e estabelecer conexões entre as áreas do conhecimento (MORIN, 2021, p. 32).

Neste ponto, é necessário fazer uma importante ressalva. Ao sustentar a necessidade de reformar o ensino, Morin (2021) emprega o verbo *reformar* (no

original francês: *réformer*) no sentido de renovar, aprimorar, aperfeiçoar. Não se cuida, portanto, da acepção mais imediata do vocábulo, que é a de reconstruir, retomar a antiga forma, corrigir. Essa constatação é absolutamente coerente com o conjunto da obra de Edgar Morin, marcadamente influenciada pelo ideário progressista.

A reforma do ensino proposta por Morin tem como propósito desenvolver uma “cabeça bem-feita”, em vez de uma “cabeça bem cheia”. Morin (2021, p. 21) explica a diferença:

O significado de “uma cabeça bem cheia” é óbvio: é uma cabeça onde o saber é acumulado, empilhado, e não dispõe de um princípio de seleção e organização que lhe dê sentido. “Uma cabeça bem-feita” significa que, em vez de acumular o saber, é mais importante dispor ao mesmo tempo de: - uma aptidão geral para colocar e tratar os problemas; - princípios organizadores que permitam ligar os saberes e lhes dar sentido.

A mentalidade hiperdisciplinar, que na academia produz os hiperespecialistas, na escola produz apenas cabeças bem cheias, mas incapazes de articular conhecimentos e de pensar os problemas globalmente. Além disso, normaliza a ideia equivocada de que mente humana é naturalmente vocacionada à especialização, embora a nossa vocação inata seja o exercício da inteligência geral.

A palavra-chave para compreender a reforma do ensino proposta por Morin é *transdisciplinaridade*. Trata-se, como veremos, de um ideário que defende uma nova visão da Natureza e da realidade, através e além das disciplinas (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994). A transdisciplinaridade não se confunde com a multidisciplinaridade, tampouco com a *interdisciplinaridade*: são domínios muito distintos.

A multidisciplinaridade foi concebida no século XVIII como um método científico destinado a reunir um conjunto de disciplinas em um corpo regular capaz de enfrentar problemas que não se restringiam a um campo de estudos específico (D'AMBROSIO, 2016, p. 223). Trata-se, portanto, de uma conjugação de esforços de diferentes especialistas, em que cada um contribui com o conhecimento acumulado em seu campo de estudo. Em síntese: a multidisciplinaridade é um trabalho colaborativo, uma composição, na qual cada especialista oferece o conhecimento que possui.

A interdisciplinaridade é um modelo mais recente, do século passado, pelo qual as disciplinas compartilham entre si os seus métodos, o que resulta em novos

métodos sinérgicos e em novos objetos de estudo (D'AMBROSIO, 2016, p. 223). Daí surgem áreas interdisciplinares, como exemplifica D'Ambrosio (2016, p. 223): a Neurofisiologia, a Físico-química, a Mecânica Quântica e a Bioquímica, entre tantas outras. Contudo, essas áreas, que passam a ter métodos próprios, logo se convertem em disciplinas e passam a ter “as mesmas limitações das disciplinas tradicionais” (D'AMBROSIO, 2016, p. 223).

A transdisciplinaridade busca ir “além das disciplinas, das multidisciplinas e das interdisciplinas” (D'AMBROSIO, 2016, p. 223).

Vislumbra na educação transdisciplinar uma possível solução para o desenvolvimento do pensamento complexo na escola, e a nossa hipótese é que o ensino transdisciplinar da Matemática é uma das mais profícuas maneiras de combater a autoexclusão induzida¹² dos estudantes em relação à Matemática.

As disciplinas, como dissemos, tendem à autonomia e ao isolamento, mas esta tendência se manifesta em diferentes medidas. As disciplinas clássicas, como a Matemática, as Linguagens, as Ciências da Natureza e as Ciências Biológicas, são mais autônomas. Já as ciências sistêmicas, como a Ecologia¹³, as Ciências da Terra¹⁴ e a Cosmologia¹⁵, são muito menos autônomas, porque multidisciplinares. Entre estes extremos, ainda encontramos as ciências multidimensionais, como a Geografia¹⁶ e a Economia¹⁷, e as poliscópicas, como a História¹⁸. (MORIN, 2021, p. 26)

Entre as disciplinas clássicas, mais inclinadas à autonomia, a Matemática tem lugar de destaque. Para percebê-lo, voltemos à obra de H. G. Wells para um exercício imaginário: suponhamos que um estudante dos anos 1970 ou 1980 tenha

12 Expressão colhida em Lins (2012, p. 95).

13 A Ecologia, cujo objeto de estudo são os ecossistemas, vale-se de disciplinas físicas, como a Geologia, de disciplinas biológicas, como a Zoologia e a Botânica, e também das ciências humanas, para compreender as interações entre o homem e a natureza (MORIN, 2021, p. 28).

14 As Ciências da Terra surgiram a partir da constatação de que o Planeta Terra é um sistema complexo, que não pode ser apreendido isoladamente pela Geologia, Meteorologia, Vulcanologia e a Sismologia (MORIN, 2021, p. 28).

15 Cosmologia serve-se da Astronomia, da Física, da Matemática e da Química, sem prescindir das reflexões de índole filosófica (MORIN, 2021, p. 29).

16 A Geografia articula a Geologia com fenômenos econômicos, sociais e políticos (MORIN, 2021, p. 27).

17 A Economia lida com modelos matemáticos, mas também com conceitos sociológicos e psicológicos.

18 As ciências poliscópicas são as que devem necessariamente oferecer mais de uma visão para o mesmo fenômeno ou evento.

embarcado na máquina do tempo rumo a 2022 e, já entre nós, percebe-se em uma aula de Matemática da Educação Básica. O que ele estranharia?

De imediato, certamente estranharia o estilo dos uniformes, o mobiliário da sala, os *smartphones* em quase todas as mãos, alguns vocábulos novos. Porém, quanto à aula em si, talvez não houvesse nenhum estranhamento. Afinal, as aulas de Matemática, ressalvadas as admiráveis e inspiradoras exceções, seguem assombradas pelos mesmos monstros monstruosos de há quarenta ou cinquenta anos.

Além disso, no mais das vezes, a Matemática continua a ser a única disciplina presente nas aulas de Matemática. Se as aulas de Matemática fossem peças teatrais, seriam quase sempre monólogos. A Matemática está quase sempre sozinha em cena, embora tantas outras disciplinas pudessem contracenar com ela, em um bom enredo de aprendizagem.

Logo se percebe que a reforma do ensino proposta por Morin (2021, p. 22), já difícil em si, encontrará na Matemática um desafio dentro do desafio! Isso porque a reforma pretendida tem como ideia essencial afastar da escola a mentalidade hiperdisciplinar, com a qual a Matemática está muito satisfeita e adaptada.

Tendo isso em conta, este Trabalho de Conclusão de Curso pretendeu responder à seguinte questão:

Quais as condições necessárias ao ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar?¹⁹

A partir dela, definimos os seguintes objetivos:

Objetivo geral: investigar as condições necessárias ao ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar.

Objetivos específicos:

- Descrever os fenômenos da organização disciplinar do conhecimento, da hiperdisciplinarização e da complexidade, bem como as correlações deles decorrentes.
- Analisar os princípios e o ideário da transdisciplinaridade.
- Examinar a compatibilidade do ensino da Matemática à educação transdisciplinar.

¹⁹ Ressaltamos, neste ponto, que as aludidas condições necessárias ao ensino transdisciplinar da Matemática são, em última análise, as condições para a aprendizagem da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar.

Este trabalho é composto por sete capítulos, sendo esta introdução o primeiro deles. No capítulo 2, é apresentada a metodologia de pesquisa, que consistiu em pesquisa bibliográfica realizada em fontes divididas em dois grupos: o grupo dos textos fundamentais, integrantes da obra de autores e pensadores que pioneiramente se ocuparam de estudar e descrever fenômenos de que tratamos, e o grupo dos textos incrementais, que desdobram ou ampliam o conhecimento original, descrevem fenômenos decorrentes e buscam soluções para novos problemas.

Nos dois capítulos seguintes, 3 e 4, realizamos um voo teórico que tem como objetivo examinar como a humanidade tem adquirido o conhecimento a partir do século XIX. No capítulo 3, descrevemos a fase anterior ao surgimento das disciplinas (Idade do Ouro) e a fase de fragmentação multidisciplinar. No capítulo 4, analisamos o fenômeno da interdisciplinaridade, caracterizado pela construção de elos disciplinares que fazem surgir as interdisciplinas.

No capítulo 5, tratamos da crise epistemológica que resultou da hiperdisciplinarização; descrevemos a complexidade e apresentamos a transdisciplinaridade com elemento central para o desenvolvimento do pensamento complexo. Avançamos para a caracterização da educação transdisciplinar, a partir dos Sete Saberes necessários para a educação do futuro, formulados por Edgar Morin.

No capítulo 6, abordamos as questões atinentes à educação matemática, culminando com a proposta de três condições necessárias, em nossa percepção, para o ensino transdisciplinar da Matemática.

No capítulo 7, são lançadas as considerações finais.

2 ITINERÁRIO DE PESQUISA

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as condições necessárias ao ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar.

Para tanto, foram examinados, a título propedêutico, os fenômenos da disciplinarização do conhecimento, da hiperdisciplinarização e da complexidade, bem como a relação de causa e efeito que se estabelece entre a mentalidade hiperdisciplinar e a dificuldade de desenvolvimento educacional do pensamento complexo. Em seguida, avançamos para a análise do ideário da transdisciplinaridade, uma vez que se vislumbra a educação transdisciplinar como possível solução para o desenvolvimento do pensamento complexo na escola. Ao final, apresentamos as possíveis condições, levantadas nesta pesquisa, para o ensino transdisciplinar da Matemática, que consideramos, por hipótese, ser uma das mais profícuas maneiras de combater a autoexclusão induzida²⁰ dos estudantes em relação à Matemática.

Esse itinerário foi percorrido por meio de uma pesquisa bibliográfica.

As pesquisas bibliográficas têm como propósito levantar e sistematizar o conhecimento já estabelecido sobre um determinado tema. Segundo Gil (2002, p. 44):

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas.

Contudo, como ressalta Marconi e Lakatos (2013, p. 191), a pesquisa bibliográfica “não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre o assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”. Ou seja: a pesquisa bibliográfica não é a mera compilação passiva de textos produzidos sobre o tema; mais que isso, presta-se a sistematizar – no sentido de criar um corpo coerente – o conhecimento existente sobre o tema;

²⁰ Expressão colhida em Lins (2012, p. 95).

para além da sistematização, a pesquisa permite obter do *todo* conclusões não presentes em nenhuma das *partes*²¹.

A compilação dos textos pesquisados obedeceu a um critério inicial de proximidade do pensador/pesquisador com os fenômenos em estudo. Nesse sentido, os textos foram divididos em dois grupos: o grupo dos textos fundamentais (Grupo 1) e o grupo dos textos incrementais (Grupo 2).

Denominamos *fundamentais* os textos que nos remetem à origem das ideias, das teorias e dos conceitos de que tratamos neste trabalho. São os escritos de autores e pensadores que pioneiramente se ocuparam de estudar e descrever os fenômenos que permeiam nossa singela pesquisa.

Denominamos *incrementais* os textos que se assentam, direta ou indiretamente, nos textos fundamentais e que incrementam o saber originalmente produzido. São os escritos de pesquisadores e acadêmicos que, a partir dos textos fundamentais, desdobram ou ampliam o conhecimento, descrevem fenômenos decorrentes e buscam soluções para novos problemas.

A seleção dos textos fundamentais (Grupo 1) deu-se por critério de *notoriedade*, ou seja, foram selecionados textos de autores que, segundo consenso inequívoco, se notabilizaram como teóricos originais das ideias e fenômenos em questão. A seleção dos textos incrementais (Grupo 2) deu-se por critério de *relevância*, isto é, foram selecionados textos que contribuíssem de forma relevante para a nossa investigação.

Na composição do Grupo 1, foram selecionadas, segundo o critério de notoriedade, obras de Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Ubiratan D'Ambrosio e Pierre Weil. Isso porque, da mesma forma que não é possível estudar o existencialismo sem Jean-Paul Sartre nem o estruturalismo sem Claude Lévi-Strauss (apenas para citar dois pensadores contemporâneos), não é possível compreender a Teoria da Complexidade e a Transdisciplinaridade sem Morin, Nicolescu, D'Ambrosio e Weil.

Da vasta obra de Morin, selecionamos cinco livros que tratam da complexidade e da transdisciplinaridade nos domínios da educação. São eles:

- “Introdução ao pensamento complexo” (2015);
- “A cabeça bem-feita” (2021);

²¹ Denominamos *todo* o resultado da sistematização das fontes bibliográficas pesquisadas, que são as *partes*.

- “Os sete saberes necessários à educação do futuro” (2011);
- “Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação” (2015);
- “Reinventar a educação” (2016)²².

De Nicolescu, selecionamos o clássico “Manifesto da Transdisciplinaridade” (1999). De D’Ambrosio, “Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade” (2022). Finalmente, de Weil, selecionamos “Axiomática transdisciplinar para um novo paradigma holístico” (1993).

Ao todo, o Grupo 1 é composto por oito obras.

Na composição do Grupo 2, realizamos buscas em quatro repositórios de produções científico-acadêmicas. Nessas buscas, utilizamos os termos “matemática” ou “matemático” associados aos termos “transdisciplinaridade” ou “transdisciplinar”²³. Com isso, foram quatro os parâmetros de pesquisa: (i) “matemática” e “transdisciplinaridade”; (ii) “matemática” e “transdisciplinar”; (iii) “matemático” e “transdisciplinaridade” e (iv) “matemático” e “transdisciplinar”. Sempre que o mecanismo de busca permitiu, a pesquisa restringiu-se ao título das publicações, a fim de assegurar a alta relevância dos achados.

Foram consultados os seguintes repositórios:

Quadro 1 – Repositórios utilizados na busca das fontes bibliográficas

Repositório	Descrição
SciELO	SciELO, acrônimo de <i>Scientific Electronic Library Online</i> , é uma biblioteca digital de periódicos científicos idealizada pela Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp), em parceria com o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (Bireme). <u>Website</u> : < https://scielo.org/ >
BDTD	BDTD é a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, mantida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia, instituição vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Provê acesso livre às íntegras de teses e dissertações defendidas nas instituições brasileiras de ensino e pesquisa. <u>Website</u> : < https://bdtb.ibict.br/ >
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	O Catálogo de Teses e Dissertações é uma plataforma mantida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), uma fundação vinculada ao Ministério da Educação. Provê acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas nos programas de pós-graduação brasileiros e a dados estatísticos relacionados à produção acadêmica no país. <u>Website</u> : < https://catalogodeteses.capes.gov.br/ >
Portal de	O Portal de Periódicos é uma plataforma também mantida pela Coordenação de

²² Coautoria de Carlos Jesús Delgado Díaz.

²³ Consideramos os termos escolhidos suficientes para localizar possíveis publicações que mencionam as locuções “educação matemática”, “ensino da Matemática”, “aprendizagem da Matemática”, “ensino matemático” e afins, associadas às locuções “educação transdisciplinar”, “ensino transdisciplinar”, “aprendizagem transdisciplinar”, “perspectiva transdisciplinar” e afins.

Periódicos CAPES	Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que provê acesso a periódicos científicos e a trabalhos científicos e acadêmicos originários de diversas bases de dados. Website: < https://www.periodicos.capes.gov.br >
---------------------	---

Fonte: o autor (2022)

Como se nota, buscamos trabalhos disponíveis em meio eletrônico, produzidos por pesquisadores/autores brasileiros.

Na SciELO, não foram encontradas publicações. Na BDTD, foram encontrados três trabalhos acadêmicos: duas dissertações e uma tese. No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, mais três trabalhos: duas dissertações e uma tese. Por fim, no Portal de Periódicos da CAPES, foram localizadas três publicações: uma dissertação e um capítulo de livro.

No total, encontramos nove publicações, abaixo identificadas (em ordem cronológica):

Quadro 2 – Fontes bibliográficas encontradas

#	Referência
1	LEVY, Lênio Fernandes. Os professores, uma proposta visando à transdisciplinaridade e os atuais alunos de Matemática da Educação Pública Municipal de jovens e adultos de Belém, Pará . 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Belém, 2003. Disponível em: http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1817 Acesso em 23 set. 2022.
2	BORGES, Regina Maria Rabello; BASSO, Nara Regina de Souza; ROCHA FILHO, João Bernardes da. Desafios da realização da transdisciplinaridade na Educação Básica em Ciências e Matemática. In: BORGES, Regina Maria Rabello; BASSO, Nara Regina de Souza; ROCHA FILHO, João Bernardes da (org.). Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica . Porto Alegre: Editora Universitária da PUCRS, 2008. p. 13-22. Disponível em: http://hdl.handle.net/10923/11822 Acesso em 23 set. 2022.
3	BUENO, Fabiane Rezende Neves. A resolução de problemas matemáticos na 5ª Série do Ensino Fundamental sob uma perspectiva transdisciplinar . 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3066 Acesso em 23 set. 2022.
4	FEITOSA, Maria Rosemary Melo. Educação Matemática e Arte na Infância: uma utopia transdisciplinar possível . 2015. 183 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio

	<p>Grande do Norte, Natal, 2015.</p> <p>Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/20462 Acesso em 23 set. 2022.</p>
5	<p>MACHADO, Celso Pessanha. Indicadores de transdisciplinaridade: ensaio da identificação e evidências na narrativa e atuação de professores de ciências e matemática. 2016. 152 f. Tese (Doutorado) – Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.</p> <p>Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3833252# Acesso em 23 set. 2022.</p>
6	<p>KOLLING, Daniel. Como a transdisciplinaridade se manifesta no ensino de Ciências e Matemática, na licenciatura em Pedagogia EaD. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.</p> <p>Disponível em: http://hdl.handle.net/10923/10838 Acesso em 23 set. 2022.</p>
7	<p>PERES, Patrícia Verzinhasse. As inter-relações dos pensares matemáticos e financeiros na educação, como um desafio transdisciplinar. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2019.</p> <p>Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7707079# Acesso em 23 set. 2022.</p>
8	<p>SILVA, Ricardo Diniz Souza e. Transdisciplinaridade, uso de software de simulação e vídeo no desenvolvimento da coaprendizagem e de inter-relações entre educação matemática, científica, musical e socioambiental. 2021. 392 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.</p> <p>Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/57680 Acesso em 23 set. 2022.</p>
9	<p>KSIASZCZYK, Flavia Manuella de Almeida. Laboratório de Educação Matemática: possibilidade para prática pedagógica transdisciplinar na formação docente. 2021. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.</p> <p>Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11106276# Acesso em: 23 set. 2022.</p>

Fonte: o autor (2022)

O passo seguinte foi selecionar entre as nove publicações encontradas, aquelas que fornecessem subsídios relevantes para a nossa investigação, ou seja,

que fossem úteis para os propósitos da pesquisa. Para tanto, formulamos quatro quesitos, a seguir descritos, que funcionaram como indicadores da relevância da publicação para a nossa pesquisa. Uma fonte será considerada relevante – e, portanto, selecionada como fonte bibliográfica do Grupo 2 – se atender a pelo menos um dos quesitos²⁴.

Quadro 3 – Quesitos para seleção de fontes bibliográficas

Quesito 1	A fonte oferece contribuições teóricas relevantes sobre os fenômenos da disciplinarização do conhecimento, da hiperdisciplinarização e da complexidade.
Quesito 2	A fonte analisa (e eventualmente aprofunda) o conceito de transdisciplinaridade que emana da Carta da Transdisciplinaridade (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994).
Quesito 3	A fonte descreve os conceitos de multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e interdisciplinaridade, cotejando-os com a transdisciplinaridade.
Quesito 4	A fonte aborda aspectos propedêuticos e teóricos da educação transdisciplinar.
Quesito 5	A fonte trata de condições ou desafios do ensino transdisciplinar da Matemática.

Fonte: o autor (2022)

No quadro seguinte, apresentamos uma breve análise crítica de cada publicação, com o objetivo de fundamentar a verificação dos quesitos.

Quadro 4 – Análise dos quesitos para a seleção das fontes bibliográficas

#	Síntese	Quesitos					Selecionada
		1	2	3	4	5	
1	Trata-se de dissertação de mestrado ricamente fundamentada, que passa em revista desde os aspectos históricos da disciplinarização do conhecimento até a relação entre as teorias Piaget e Vygotsky e a transdisciplinaridade. Recebem especial atenção aspectos específicos da obra de Ilya Prigogine (proposta pedagógica de “duplas heterogêneas de professores”) e de Edgar Morin (Teoria da Complexidade).	✓			✓	✓	Sim

²⁴ Cumpre observar que os quesitos têm a função apenas de selecionar publicações que possam contribuir com o objetivo da pesquisa. Ou seja, funcionam como um simples crivo, orientados pelos aspectos conceituais adotados, que indicam a relevância da fonte para a presente pesquisa. Evidentemente, não se trata de juízo crítico sobre as publicações.

2	<p>Neste capítulo de livro, os autores investigam uma possível solução para o problema da carência de professores licenciados nas disciplinas que, em geral, são consideradas mais difíceis pelos estudantes: Matemática, Física, Química e Biologia. Sustentam que essa carência deve-se à rejeição dos estudantes a essas disciplinas, que se reflete no baixo interesse pela carreira docente a elas associadas. Com a escassez de licenciados, profissionais técnicos sem formação didático-pedagógica convertem-se em professores, com prejuízo para o sistema educacional. A solução apontada é a implantação, em nível estrutural, de ações interdisciplinares e de atitudes transdisciplinares na escola, a fim de aumentar o interesse dos estudantes pelas disciplinas científicas e, conseqüentemente, pelas respectivas licenciaturas.</p>	✓	✓	✓	✓	Sim
3	<p>Nesta dissertação de mestrado, descreve-se uma pesquisa de campo que pretendeu verificar a relação de causalidade entre a abordagem transdisciplinar e o desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas matemáticos por estudantes da 5ª Série do Ensino Fundamental. A experiência descrita é muito interessante; todavia, em nossa opinião, mais se aproxima de uma abordagem multidisciplinar do que transdisciplinar. Além disso, a pesquisa volta-se mais à resolução de problemas como metodologia de ensino da Matemática do que à transdisciplinaridade como ideia orientadora da educação.</p>					Não
4	<p>Trata-se de dissertação muito interessante, que trata especialmente dos primeiros contatos da criança com os números e da descoberta da Matemática. Há reflexões instigantes sobre a ação pedagógica para o ensino lúdico da Matemática associado à linguagem das artes. Embora seja uma pesquisa rica e de leitura envolvente, a abordagem dos aspectos teóricos da transdisciplinaridade é apenas incidental, de maneira que não oferece contribuição relevante para a presente pesquisa.</p>					Não
5	<p>Esta excepcional tese de doutorado divide-se em dois momentos: no primeiro, realizado por meio de pesquisa bibliográfica, são propostos onze indicadores que identificam atitudes transdisciplinares. No segundo momento, verificou-se a manifestação desses indicadores na</p>	✓	✓	✓		Sim

	<p>atuação profissional de cinco professores de Ciências e Matemática, e os resultados obtidos sugerem uma correlação entre a atitude transdisciplinar dos professores e a satisfação pessoal e profissional. Não foi possível concluir se a satisfação pessoal e profissional resulta das atitudes transdisciplinares ou vice-versa, mas tudo indica que “as atitudes transdisciplinares parecem constituir uma forma mais receptiva de transitar pelo mundo pessoal e profissional” (PESSANHA, 2016), com reflexos positivos na ação educativa.</p>						
6	<p>Nesta dissertação, responde-se à seguinte questão: “será possível ocorrer Transdisciplinaridade no Ensino de Ciências e Matemática, na licenciatura em Pedagogia EaD?” (KOLLING, 2017). Os resultados são importantes, mas o interesse volta-se mais às pesquisas sobre Educação a Distância do que os desafios de implantação da educação transdisciplinar. A pesquisa é fortemente baseada nos indicadores propostos por Pessanha (2016), cujo trabalho já foi incorporado às nossas fontes.</p>						Não
7	<p>Esta pesquisa de mestrado tem como tema a Educação Financeira à luz da Etnomatemática, da Educação Matemática Crítica e da Transdisciplinaridade. Portanto, em comparação ao tema da nossa pesquisa, é mais restrita em relação ao objeto do ensino e mais ampla em relação às linhas de pensamento. Assim, apesar da qualidade do trabalho, não nos oferecerá subsídios expressivos para a pesquisa.</p>						Não
8	<p>Trata-se de tese de doutorado de difícil leitura e compreensão para o autor deste trabalho (possivelmente por faltar-lhe bagagem acadêmica). O objetivo da pesquisa foi significativamente amplo, pois buscou encontrar “caminhos que favoreçam a renovação do ensino, aprendizagem e pesquisa, desenvolvidos de modo holístico e colaborativo” (SILVA, 2021). Ainda que limitados aos capítulos mais acessíveis, a tese oferece expressiva contribuição a nossa pesquisa, notadamente: (i) na descrição do cenário educacional do século XXI; (ii) na abordagem muito elucidativa sobre os conceitos de multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade; (iii) nas reflexões sobre a formação do educador transdisciplinar e (iv) na caracterização da educação transdisciplinar.</p>	✓	✓	✓	✓	✓	Sim

9	Nesta dissertação, são propostas diretrizes para a criação de uma proposta didático-pedagógica transdisciplinar a ser aplicada em laboratórios de educação matemática destinados à formação docente. Em primeiro plano, estavam os estudos sobre laboratórios de ensino da Matemática, a maneira de implantá-los e a elaboração de uma proposta didático-pedagógica. Assim, a abordagem transdisciplinar restou orientada a esse fim específico, de maneira que as contribuições da dissertação para a nossa pesquisa são pouco expressivas, especialmente quando cotejadas com as fontes já selecionadas.							Não
---	--	--	--	--	--	--	--	-----

Fonte: o autor (2022)

Assim, das nove publicações encontradas, quatro foram consideradas relevantes para os fins da nossa pesquisa e, portanto, selecionadas como fontes bibliográficas do Grupo 2.

Ao final da fase de seleção, são as seguintes as fontes de pesquisa:

Quadro 5 – Fontes da pesquisa bibliográfica

Grupo 1: Textos fundamentais	
1.1	MORIN, Edgar. Introdução ao Pensamento Complexo . 5. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015. 120 p.
1.2	MORIN, Edgar. A cabeça bem-feita : repensar a reforma, reformar o pensamento. 27. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021. 128 p.
1.3	MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro . 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. 102 p.
1.4	MORIN, Edgar. Ensinar a viver : manifesto para mudar a educação. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015. 183 p.
1.5	MORIN, Edgar; DÍAS, Carlos Jesús Delgado. Reinventar a educação : abrir caminhos para a metamorfose da humanidade. São Paulo: Palas Athena, 2016. 151 p.
1.6	NICOLESCU, Basarab. O manifesto da Transdisciplinaridade . 3. ed. São Paulo: Triom, 1999. 167 p.
1.7	D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática : elo entre as tradições e a modernidade. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022. 111 p. (Coleção Tendências em Educação Matemática)
1.8	WEIL, Pierre. Axiomática transdisciplinar para um novo paradigma holístico. In: WEIL, Pierre; AMBROSI, Ubiratan D; CREMA, Roberto. Rumo à nova transdisciplinaridade : sistemas abertos de conhecimento. 5. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1993. p. 9-74.
Grupo 2: Textos incrementais	
2.1	LEVY, Lênio Fernandes. Os professores, uma proposta visando à transdisciplinaridade e os atuais alunos de Matemática da Educação Pública

	Municipal de jovens e adultos de Belém, Pará. 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.
2.2	BORGES, Regina Maria Rabello; BASSO, Nara Regina de Souza; ROCHA FILHO, João Bernardes da. Desafios da realização da transdisciplinaridade na Educação Básica em Ciências e Matemática. In: BORGES, Regina Maria Rabello; BASSO, Nara Regina de Souza; ROCHA FILHO, João Bernardes da (org.). Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica. Porto Alegre: Editora Universitária da PUCRS, 2008. p. 13-22.
2.3	MACHADO, Celso Pessanha. Indicadores de transdisciplinaridade: ensaio da identificação e evidências na narrativa e atuação de professores de ciências e matemática. 2016. 152 f. Tese (Doutorado) – Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
2.4	SILVA, Ricardo Diniz Souza e. Transdisciplinaridade, uso de software de simulação e vídeo no desenvolvimento da coaprendizagem e de inter-relações entre educação matemática, científica, musical e socioambiental. 2021. 392 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

Fonte: o autor (2022)

A leitura e análise crítica das fontes de pesquisa foi realizada com o apoio de fichas de leitura. Foram preparadas fichas de dois tipos: fichas de fontes, associadas às fontes bibliográficas (textos dos Grupos 1 e 2), e fichas de conceitos, associadas aos conceitos e fenômenos estudados na pesquisa. Assim, foram elaboradas nove fichas de fontes, uma para cada fonte bibliográfica, e sete fichas de conceitos, associadas aos seguintes conceitos e fenômenos:

Quadro 6 – Fichas de conceitos

Ficha de conceito	Conceitos/Fenômenos
1	Organização disciplinar do conhecimento, disciplinarização
2	Hiperdisciplinarização, mentalidade hiperdisciplinar
3	Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade
4	Complexidade, pensamento complexo
5	Transdisciplinaridade
6	Educação transdisciplinar
7	Ensino transdisciplinar da Matemática

Fonte: o autor (2022)

Cada ficha de fonte foi dividida em três seções: (i) identificação da obra; (ii) resumo e (iii) citações, conforme sugere Marconi e Lakatos (2013, p. 191). Na seção *identificação da obra* são informados os dados bibliográficos básicos (nome da obra,

autoria, ano de publicação etc); na seção *resumo*, são lançadas as ideias centrais, com a indicação das páginas onde se encontram; na seção *citações* são copiados os trechos significativos com potencial de serem transcritos no relatório de pesquisa.

As fichas de conteúdo reúnem as menções encontradas nas fontes bibliográficas a cada conceito/fenômeno, com a indicação do número da fonte (1.1 a 1.7 e 2.1 a 2.4) e da respectiva página.

Após a leitura e análise crítica das fontes, passamos à elaboração do presente relatório de pesquisa.

3 A ORGANIZAÇÃO DISCIPLINAR DO CONHECIMENTO

Neste e nos dois próximos capítulos, faremos um voo teórico, mas que tem um propósito prático: confirmar a nossa hipótese – ou ao menos avançar no sentido de confirmá-la – de que o ensino transdisciplinar da Matemática é uma das mais profícuas maneiras de combater o que Lins (2012, p. 95) caracterizou como *autoexclusão induzida* em relação ao aprendizado da Matemática.

O ponto de partida é o exame de como o conhecimento humano tem sido organizado a partir do século XIX e das implicações, para o bem e para o mal, dessa forma de organização. Em seguida, descreveremos os fenômenos da hiperdisciplinarização e da hiperespecialização e os conceitos de multi-, pluri- e interdisciplinaridade. A ideia que permeará a nossa investigação é a complexidade, que também será a chave para compreendermos o papel da transdisciplinaridade – em particular, da educação transdisciplinar – na solução dos grandes problemas que desafiam a humanidade.

Na introdução deste trabalho, fizemos um contraste entre os polímatas e os hiperespecialistas. Dissemos que já houve mais polímatas do que hoje há, e hoje há mais hiperespecialistas do que jamais houve. A especialização é uma ideia tão cristalizada entre nós, que pouco percebemos a importância, em qualquer atividade humana, de observar também o todo, não apenas as partes. Com muita frequência, superestimamos os especialistas e tratamos com menoscabo a abordagem generalista, tida como superficial, ligeira ou até mesmo pouco confiável.

Antes de prosseguir, é importante deixar claro os significados de hiperdisciplinarização e hiperespecialização. A anteposição do prefixo *hiper-* aos termos disciplinarização e especialização tem o objetivo de criar signos para designar as derivações viciosas desses fenômenos. Assim, a hiperdisciplinarização e a hiperespecialização são deformações. No decorrer deste capítulo, descreveremos esses fenômenos com mais detalhes. Por ora, firme na máxima latina *verba movent, exempla trahunt*²⁵, dois exemplos nos impulsionarão na constatação de que vivemos um momento de crise.

Quando temos um problema de saúde, tendemos a buscar, sempre que possível, a opinião de um médico especialista. A maioria de nós, tendo como optar,

²⁵ As palavras movem, os exemplos arrastam (ou empurram).

opta por um médico especialista, não por um clínico geral. O médico especialista, com muita frequência, aceita a consulta sem ressalvas! Porém, é o clínico geral que está habilitado a examinar o todo, livre do olhar seletivo e parcial que caracteriza os especialistas. Mas costumamos preferir a abordagem segmentada do que a holística.

Durante o período mais crítico da pandemia de Covid-19²⁶, era comum na imprensa as entrevistas com especialistas: virologistas, epidemiologistas, infectologistas. É certo que cada um deles tinha informações importantes a transmitir, próprias de suas respectivas especialidades, mas o fenômeno que vivíamos era tão exponencialmente complexo, no sentido de ser multidimensional, que pensá-lo apenas em uma, ou poucas, de suas dimensões era uma maneira apenas de produzir mais obscurantismo que clareza.

São exemplos prosaicos, mas que indicam que algo vai errado na forma como temos adquirido e organizado o conhecimento. É possível avançar na exemplificação, na direção dos problemas que Morin (2021) chama de globais (ou *planetários*): a crise ambiental, as desigualdades geopolíticas, a insegurança alimentar, a opressão das minorias étnicas e sociológicas, o autoritarismo político, o radicalismo religioso, o descrédito da ciência, a disseminação de informações falsas.

Os problemas globais são os que realmente desafiam a humanidade. Eles se apresentam “cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários” (MORIN, 2021. p. 13). São problemas essenciais, porque desafiam a preservação da humanidade, e problemas essenciais nunca são parceláveis. Isso significa que a mentalidade hiperdisciplinar, que nos impede de ver o todo, é incapaz de enfrentá-los. Morin (2021, p. 14) explica:

Efetivamente, a inteligência que só sabe separar fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional. Atrofia as possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando assim as oportunidades de um julgamento corretivo ou de uma visão a longo prazo. Sua insuficiência para tratar nossos problemas mais graves constitui um dos mais graves problemas que enfrentamos. De modo que, quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, maior a incapacidade de pensar sua multidimensionalidade; quanto mais a crise progride, mais progride a incapacidade de pensar a crise; quanto mais

26 Para quem lê no futuro: a pandemia de Covid-19 foi uma pandemia iniciada no final de 2019 e agudizada nos dois anos seguintes, que provocou uma emergência em saúde de nível global. Até outubro de 2022, foram confirmados mais de seiscentos milhões de casos em 228 países e territórios, com mais de 6 milhões de vítimas fatais, o que a tornou a pandemia mais mortal da história da humanidade.

planetários tornam-se os problemas, mais impensáveis eles se tornam. Uma inteligência incapaz de perceber o contexto e o complexo planetário fica cega, inconsciente e irresponsável.

3.1 A crise epistemológica

Quando se percebe a natureza dos problemas globais, bem como a incapacidade da humanidade de enfrentá-los, torna-se evidente que vivemos uma crise epistemológica, ou seja, uma crise na forma como adquirimos e organizamos o conhecimento. Nas fontes bibliográficas fundamentais deste trabalho, encontramos ao menos cinco maneiras, todas muito expressivas, de designar a crise:

- desafio dos desafios (MORIN, 2021, p. 20);
- crise de fragmentação (WEIL, 1992, p. 15);
- big bang disciplinar (NICOLESCU, 1999, p. 43);
- esfacelamento humano (CREMA, 1992, p. 133);
- gaiolas epistemológicas (D'AMBROSIO, 2016).

As metáforas são diversas, mas a causa original da crise é apenas uma: a hiperdisciplinarização, ou seja, a derivação intensa e desvirtuada da disciplinarização.

Ao afirmar que a hiperdisciplinarização é uma derivação *desvirtuada* da disciplinarização, estamos admitindo as virtudes da disciplina. De fato, como pontuou Morin (2021, p. 105), a disciplina é um ente que trouxe (e traz) progresso para a ciência, pois, ao circunscrever um campo do conhecimento, torna-o tangível, ou seja, suficientemente claro para ser percebido ou entendido. O problema, portanto, não é a disciplinarização em si, mas o “perigo de hiperespecialização do pesquisador e um risco de ‘coisificação’ do objeto estudado, do qual se corre o risco de esquecer que é destacado ou construído” (MORIN, 2021, p. 106).

Para compreender o que Morin (2021, p. 106) chamou de *mentalidade hiperdisciplinar*, devemos antes entender como se deu o processo de disciplinarização do conhecimento e, ainda antes, saber como o conhecimento era adquirido na fase anterior ao surgimento das disciplinas (fase pré-disciplinar).

3.2 A fase pré-disciplinar (Idade do Ouro)

A disciplinarização, ou organização disciplinar do conhecimento, é o processo de fragmentação do conhecimento em lotes (campos do conhecimento),

que passam a ser os objetos de interesse das disciplinas. A disciplina, portanto, é o ente que detém o domínio sobre uma parcela do conhecimento. Segundo Morin (2021, p. 105):

A disciplina é uma categoria organizadora dentro do conhecimento científico; ela institui a divisão e a especialização do trabalho e responde à diversidade das áreas que as ciências abrangem.

A organização disciplinar do conhecimento tornou-se perceptível no século XIX, com o surgimento das universidades modernas, e evidenciou-se no século XX (MORIN, 2021, p. 105). Antes dela, na fase pré-disciplinar, também conhecida como Idade do Ouro, a aquisição do conhecimento era marcada por duas ideias que se aproximam: (i) a não separação entre sujeito (o ser conhecedor) e objeto (a coisa conhecida) e (ii) a não separatividade (não fragmentabilidade) do conhecimento²⁷.

As ideias da não separação e da não separatividade são mais bem compreendidas se recorrermos, como sugere Weil (1992), à Teoria dos Tipos Psicológicos de Carl Gustav Jung²⁸.

Na obra “Tipos Psicológicos”, lançada em 1921, Jung lançou as bases para a compreensão da tipologia humana (LESSA, 2018). Um tipo psicológico, para Jung, é uma disposição geral que se observa nos indivíduos, caracterizando-os quanto a interesses, referências e habilidades” (LESSA, 2018). Na elaboração dos tipos, Jung trabalhou com dois conceitos: atitudes e funções psíquicas. São duas as atitudes: extroversão e introversão; e são quatro as funções psíquicas: sensação, sentimento, razão e intuição. A combinação de atitudes e funções psíquicas foram os tipos psicológicos.

A teoria dos tipos psicológicos formulada por Jung é fascinante, mas o que nos interessa neste trabalho são as quatro funções psíquicas. Segundo Jung, a *sensação* e a *intuição* são funções de percepção (apreensão), e a *razão* e o *sentimento* são funções de julgamento (juízo) (LESSA, 2018). Todos nós estamos equipados, em alguma medida, com as quatro funções, e as utilizamos cotidianamente para o reconhecimento do mundo e a tomada de decisões.

27 Os termos separação e separatividade, etimologicamente próximos, são empregados para descrever fenômenos distintos. Separação descreve a cisão efetiva (não apenas potencial); separatividade, por sua vez, descreve uma tendência de separação (um potencial, uma possibilidade).

28 Carl Gustav Jung (1875-1961), foi um psiquiatra e psicoterapeuta suíço, pai da psicologia analítica. Foi um dos maiores estudiosos da psique humanas, e sua obra, assim como a de Sigmund Freud, moldaram a psicologia e a psiquiatria tal como a conhecemos hoje.

A *sensação* e a *intuição* são irracionais, pois realizam a apreensão direta dos fatos, sem nenhuma racionalização (juízo). A sensação é associada aos sentidos (visão, audição, olfato etc), ao passo que a intuição se associa ao pressentimento, ao presságio, ao palpite. Têm o mesmo objetivo (apreensão dos fatos), mas se diferenciam na forma de fazê-lo.

A *razão* e o *sentimento* são reflexivas, pois são orientados pelo raciocínio e pela reflexão. O pensamento estabelece as correlações lógicas e objetivas entre os fatos apreendidos (julgamento racional), enquanto o sentimento volta-se para o valor intrínseco e afetivo (julgamento emocional). Assim como nas funções de percepção, as funções de julgamento têm o mesmo objetivo (juízo sobre os fatos), mas operam em sentidos distintos.

Feitas essas breves considerações sobre a teoria de Jung, podemos retomar a questão da não separação e da não separatividade. Segundo Weil (1992), o conhecimento, na Idade do Ouro (fase pré-disciplinar), era adquirido por meio do equilíbrio entre as quatro funções psíquicas. Como não havia predominância entre elas, não se distinguia o conhecimento adquirido pela sensação daquele adquirido pela intuição, tampouco se distinguia o conhecimento racional do conhecimento adquirido pelo sentimento. Ou seja: o conhecimento era um todo inseparável, que compreendia a ciência, a arte, a filosofia e a religião. Portanto, a não separatividade do conhecimento decorria da harmonia entre as funções psíquicas.

A não separação entre sujeito (o ser conhecedor) e o objeto (a coisa conhecida) é, em geral, mais difícil de ser entendida, pois estamos muito acostumados a vê-los separados. Contudo, não podemos deixar de dedicar algumas linhas à questão, em homenagem ao conhecido ensaio “Sobre Sujeito e Objeto”, de Theodor Adorno.

Inicialmente, Adorno (1969) adverte que o conceito de sujeito compreende tanto o indivíduo singular, ou seja, um humano em particular, quanto a coletividade. Em seguida, sustenta que a separação entre sujeito e objeto é real, mas também aparente: é real (verdadeira) porque resultou de um ato de força, uma vez que se fez necessário vê-los separados; mas é aparente (falsa) porque o sujeito e o objeto são reciprocamente mediados, e separá-los impõe a exclusão dessa mediação. Nesse sentido, Adorno afirma que a separação foi idealizada, mas era imprescindível, pois o sujeito tomou consciência de si mesmo.

Quando examinarmos, logo adiante, a fragmentação do conhecimento, trataremos do conhecimento amplo, não apenas do conhecimento científico. A própria divisão do conhecimento em quatro ramos – ciência, arte, filosofia e religião – já é uma manifestação (a primeira) dessa fragmentação, que não havia na fase pré-disciplinar.

Tomemos, por exemplo, Leonardo da Vinci, talvez a pessoa mais extraordinariamente talentosa que conhecemos. Dizemos hoje, segundo a atual perspectiva disciplinar, que Da Vinci foi pintor, escultor, arquiteto, engenheiro, matemático, fisiólogo, químico, botânico, geólogo, cartógrafo, físico, mecânico, inventor, anatomista, escritor, poeta e músico. Porém, a seu tempo, nem Da Vinci nem sua obra eram categorizados: não se dizia que era cientista, nem artista, nem filósofo, e menos ainda pintor, escultor, arquiteto. Da Vinci era visto como uma pessoa incomparavelmente talentosa, não como uma pessoa *multiplamente* talentosa. A ideia de talentos *múltiplos*, que pressupõe que o talento é fragmentável, é um corolário da disciplinarização.

3.3 A fase de fragmentação multidisciplinar

Agora que estão caracterizadas, tanto quanto necessário, a fase pré-disciplinar (Idade do Ouro) e a atual crise epistemológica, podemos descrever as transformações do processo de aquisição do conhecimento, de um ponto a outro. De acordo com Weil (1992), isso se deu em duas fases: (i) a fase de fragmentação multi- e pluridisciplinar e (ii) a fase interdisciplinar. Na primeira, com a separação entre sujeito e objeto²⁹ e a separatividade do conhecimento, surgiram as disciplinas. Na segunda, com o avanço da mentalidade holística, surgiram as interdisciplinas.

Na fase de fragmentação, ocorreram a separação e a separatividade. A separação foi o fenômeno antecedente; a separatividade, o conseqüente. Isso porque a separação (entre sujeito e objeto) foi condição necessária à separatividade, que operou não apenas sobre o conhecimento, como veremos, mas também sobre o sujeito e o objetivo cindidos.

A partir da separação entre sujeito e objeto, o conhecimento passou a ser um “processo progressivo de registro externo ao homem” (WEIL, 1992). Com isso,

²⁹ Obviamente, a separação entre sujeito e objeto foi (e ainda é) um processo lento e progressivo. Aliás, a não separação remanesce em nós, especialmente nos domínios da religião e da transcendência (WEIL, 1992, p. 16).

surgiu a tríade *conhecedor, conhecimento e conhecido*. A paz (ADORNO, 1992) e a harmonia (WEIL, 1992) que havia entre sujeito e objetivo foram desfeitas, mas o horror da nova situação de cizânia não prevaleceu, pois “uma vez radicalmente separado do objeto, o sujeito já reduz este a si; o sujeito devora o objeto ao esquecer o quanto ele mesmo é objeto” (ADORNO, 1969).

A separatividade, como já antecipamos, operou em três níveis: (i) nível do sujeito; (ii) nível do conhecimento e (iii) nível do objeto (WEIL, 1992, p. 16). Esses três níveis não são isolados, pois influenciam-se mutuamente.

No nível do sujeito, as funções psíquicas de Jung (que na fase pré-disciplinar estavam em situação de equilíbrio) dissociaram-se. Isso se deu por meio de um “processo progressivo de condicionamento e de educação” (WEIL, 1992, p. 16) e levou ao surgimento de tipos psicológicos muito diversos: os sujeitos racional, intuitivo, sensitivo e sentimental. Esses sujeitos trazem para si as parcelas do conhecimento que lhes interessam.

Outra dimensão de fragmentação do sujeito é a que categoriza o homem em *homo sapiens* e *homo faber*. Hannah Arendt, na obra “A Condição Humana”, descreve o *homo faber* como o fabricante de artefatos. Arendt ressalta a importância dos fabricantes nos destinos da humanidade, especialmente porque os artefatos condicionam a existência humana e a relação entre os homens e destes com a natureza:

A objetividade do mundo – o seu caráter-de-objeto (object-character) ou seu caráter-de-coisa (thing-character) – e a condição humana complementam-se uma à outra; por ser uma existência condicionada, a existência humana seria impossível sem as coisas, e estas seriam um amontoado de artigos desconectados, um não-mundo, se não fossem os condicionantes da existência humana (ARENDR, 2016, p.11).

Nessa perspectiva, o *homo sapiens* é o homem que conhece (que sabe), e o *homo faber* é o que age (que faz). Essa distinção entre saber e fazer caracteriza dois tipos humanos diferentes, o pensador e o ativo, que fazem surgir, no nível do conhecimento, dois grandes grupos disciplinares: (i) o conhecimento puro e (ii) a tecnologia (WEIL, 1992, p. 16).

Já mencionamos que, na fase pré-disciplinar, o conhecimento era um todo inseparável, que compreendia a ciência, a arte, a filosofia e a religião. Tratávamos, naquele momento, do conhecimento puro, ou seja, do conhecimento pelo

conhecimento, livre de qualquer compromisso com a aplicabilidade prática. Weil vislumbra uma possível relação entre a fragmentação do sujeito (fundada na separação das funções psíquicas de Jung) e a fragmentação do conhecimento puro. Segundo ele:

[...] entre a razão e a sensação nasceu a ciência, fundamentada principalmente nessas duas funções; entre a razão e a intuição nasceu a filosofia, que lança mão de uma ou das duas funções, conforme a orientação de cada escola; entre a intuição e o sentimento desenvolveu-se a religião e entre o sentimento e a sensação nasceu a arte. (WEIL, 1992, p. 18)

O segundo grande grupo disciplinar é a tecnologia, que compreende o conhecimento dos métodos e das técnicas de ação. A tecnologia já passou pela fase arcaica, em que se destacavam as “técnicas agrícolas, a produção do fogo, a culinária, a fabricação de instrumentos de toda espécie, como machados, arcos e flechas” (WEIL, 1992, p. 18). Atualmente, experimentamos a fase da tecnologia científica, de feição cibernética, caracterizada pelos expressivos avanços nas áreas da informação e comunicação, biociências, nanotecnologias, tecnologia espacial, sustentabilidade etc.

É interessante perceber, como destaca Weil (1992, p. 18), a relação de retroalimentação que se estabelece entre o conhecimento puro e a tecnologia, pela qual os avanços da ciência são utilizados no desenvolvimento de novas tecnologias, e as ferramentas tecnológicas são empregadas no desenvolvimento científico, de sorte que, muitas vezes, é difícil separar ciência e tecnologia.

Pois bem, já tratamos da separatividade no nível do sujeito e no nível do conhecimento. Resta o terceiro nível: o do objeto. Neste nível, embora a separatividade ocorra nos quatro ramos do conhecimento puro (ciência, a arte, a filosofia e a religião), ela é mais relevante (também para os propósitos da nossa pesquisa) no ramo da ciência.

Os objetos do conhecimento científico são os entes do universo e os seus fenômenos. São percebidos em três níveis: (i) a matéria; (ii) a vida e (iii) a programação. No nível da matéria, percebemos a existência concreta, manifestada sob os estados sólido, líquido, gasoso e plasma; no nível da vida, percebemos o impulso de desenvolvimento; no nível da programação, percebemos as informações e determinações que caracterizam a dinâmica evolutiva (WEIL, 1992, p. 20).

Nesta altura, já examinadas as ideias da separação e da separatividade, é possível perceber o “plano da fragmentação do Real pela mente humana” (WEIL, 1992, p. 21), que se baseia na separação entre sujeito e objeto e nos três níveis de manifestação desse objeto: matéria, vida e programação. Esse plano é marcado pela *multidisciplinaridade*, que é o processo de “especializações cada vez mais específicas, sem nenhuma conexão entre elas” (WEIL, 1992, p. 21)³⁰.

Para se ter uma ideia aproximada de como a multidisciplinarização ocorreu, vejamos, por exemplo, a título comparativo, como se deram os processos de fragmentação que resultaram no surgimento da psicologia e da sociologia. Na fragmentação ocorrida no nível do conhecimento, ambas ficaram no campo do conhecimento puro (não da tecnologia). No nível do sujeito, a psicologia ficou no campo do indivíduo; a sociologia, no campo da sociedade. Por fim, no nível do objeto, a psicologia encontra-se no campo da programação; a sociologia, no da vida.

Em paralelo à multidisciplinarização, Weil (1992, p. 28) conceitua a pluridisciplinaridade como sendo o como a coexistência de várias em um mesmo ramo, o que se verifica, por exemplo, nas diversas especializações da Engenharia, da Medicina e do Direito.

Tudo do que se tratou neste capítulo constitui a história, digamos, oficial da ciência e da disciplinaridade, com a qual caminhamos até o presente momento de crise epistemológica. Mas devemos ter em conta também o que Morin (2021, p. 107) denominou “uma outra história, ligada e inseparável”: a interdisciplinaridade. É o que veremos no próximo capítulo.

³⁰ Como se percebe da formulação de Weil, o termo multidisciplinaridade designa o fenômeno progressivo de formação das disciplinas e não, como parece ser intuitivo, as ações ou iniciativas (inclusive no âmbito da educação) que envolvem um grupo de disciplinas.

4 INTERDISCIPLINARIDADE: REAÇÃO À FRAGMENTAÇÃO

No capítulo anterior, tratamos do surgimento das disciplinas. Vimos que foram dois os movimentos nesse sentido: primeiro, deu-se a separação entre sujeito e objeto; depois, atribuiu-se separatividade (fragmentabilidade) ao conhecimento, e também ao sujeito e ao objeto (a esta altura, já distintos).

Sabemos que a fragmentação do sujeito produziu “conhecedores” de diversos tipos: o racional, o intuitivo, o sensitivo e o sentimental, além do sujeito que descobre (*homo sapiens*) e do sujeito que faz (*homo faber*). Já a fragmentação do conhecimento fez surgir dois grandes grupos disciplinares: as disciplinas de conhecimento puro e as disciplinas de conhecimento tecnológico (conhecimento aplicado). O conhecimento puro, por sua vez, fragmentou-se em quatro ramos: ciência, arte, filosofia e religião. Por fim, a fragmentação do objeto gerou grupos de disciplinas ligadas à matéria, à vida e à programação (informação).

Dissemos, alinhados à visão de Weil (1992), que a passagem da Idade do Ouro (como é conhecida a fase anterior ao surgimento das disciplinas) para o atual momento de crise epistemológica ocorreu em duas fases: a fase de fragmentação multidisciplinar e a fase interdisciplinar. Na primeira, ditada pela separatividade, surgiram as múltiplas disciplinas; na segunda, inspirada por uma mentalidade holística³¹, começaram a ser erigidas algumas pontes (elos) entre as disciplinas, e assim surgiram as chamadas *interdisciplinas*.

Neste capítulo, aprofundaremos o exame da interdisciplinaridade. Veremos que as interdisciplinas surgem quando é necessário lidar com problemas que, por se espriarem por mais de uma disciplina, não encontram solução em nenhuma delas isoladamente. Daí que, quanto mais o conhecimento se fragmenta, mais as interdisciplinas são necessárias; sendo assim, a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade são movimentos coexistentes e inter-relacionados. Ao final do capítulo, será possível perceber que, embora a humanidade tenha optado pela fragmentação do conhecimento, a mente humana nunca se deixou aprisionar totalmente pelas fronteiras disciplinares. A interdisciplinaridade é a manifestação mais evidente dessa fecunda insubordinação.

31 O holismo é uma forma de aquisição do conhecimento que prioriza a compreensão do todo, conjuntamente, não das partes isoladas.

Inicialmente, inspirados por Morin (2021, p. 106), trataremos do *olhar extradisciplinar*, tendo como pano de fundo os legados dos geniais Darwin e Wegener.

4.1 O olhar extradisciplinar

Em geral, os especialistas, diante da necessidade de encontrar solução para problemas que desbordam de suas disciplinas, estabelecem laços com outras disciplinas, e assim surgem as interdisciplinas.

Contudo, algumas vezes, a solução de certos problemas complexos permanece oculta para quem os enxerga de dentro das disciplinas. Nesses casos, é possível que um olhar de fora – o olhar ingênuo de um amador, alheio à disciplina – tenha melhor sorte. Foi o que aconteceu com Darwin e Wegener, que se notabilizaram como formuladores de duas importantes teorias, ambas estranhas às suas respectivas disciplinas.

O inglês Charles Darwin (1809-1882) é o autor da teoria evolutiva hoje unanimemente aceita, baseada na ideia da origem comum das espécies, segundo a qual todos os organismos vivos da Terra descendem de um único ancestral. A maioria das pessoas diria, com acerto, que Darwin foi um biólogo. O surpreendente é que, por muito tempo, ele foi um biólogo apenas amador, e seus estudos sobre a origem das espécies eram um *hobby*. Originalmente, Darwin era geólogo!

Foi como geólogo que, por quase cinco anos (entre dezembro de 1831 e outubro de 1836), esteve a bordo do HMS Beagle, um navio do tipo brigue (embarcação à vela, com dois mastros) que realizava expedições hidrográficas para a Marinha Real Britânica. Darwin foi recrutado para ser o naturalista de uma das expedições, que se iniciou no Reino Unido e circundou todo o globo, passando pelas costas leste e oeste da América do Sul, Oceano Pacífico, Austrália, Oceania e África do Sul. Enquanto estava em terra, nas longas paradas do Beagle, investigava materiais geológicos e coletava fósseis de espécies animais.

De volta a Londres, já como renomado geólogo e colecionador de fósseis, dividiu-se entre a descrição dos resultados científicos da expedição do Beagle e o desenvolvimento de estudos geológicos, que eram a sua especialidade. Paralelamente, como um “amador esclarecido” (MORIN, 2021, p. 106), formulou as primeiras especulações evolutivas, a partir da percepção de similaridades entre espécies já extintas e espécies atuais de uma mesma região.

Segundo Lewis Mumford, historiador norte-americano citado por Morin (2021, p. 107), a ausência de formação acadêmica específica de Darwin, o interesse

por animais e a sua coleção de coleópteros³², foi determinante para o desenvolvimento da teoria evolutiva darwiniana: “devido a essa ausência de fixação e inibição escolares, nada impedia o alerta de Darwin a cada manifestação do ambiente vivo”.

O alemão Alfred Lothar Wegener (1880-1930) é o pai da teoria da deriva continental, apresentada em 1913 e que explica a origem dos continentes e dos oceanos. De acordo com a teoria de Wegener, a porção continental da crosta terrestre formava, na era Paleozoica³³, um único bloco de terra (um supercontinente), que ele denominou Pangeia; como a crosta terrestre é formada por placas tectônicas à deriva, o deslocamento delas, com o passar do tempo geológico, resultou no afastamento dos continentes, até a posição em que se encontram na atual era geológica.

Para comprovar a sua teoria, Wegener apresentou argumentos de quatro naturezas: morfológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e litológicos. O argumento morfológico, que é o mais evidente deles, consiste no encaixe quase perfeito entre a costa oriental da América do Sul e a costa ocidental da África, como se fossem duas peças de um quebra-cabeças. Os outros argumentos são: a existência de fósseis de mesmas espécies em regiões atualmente muito distantes, separadas por oceanos (argumento paleontológico); a localização de sedimentos glaciares (que somente são formados nos polos) em regiões da África do Sul e da Índia, o que indica que essas regiões já estiveram localizadas próximas aos polos (argumento paleoclimático) e a existência de rochas semelhantes na América do Sul e na África, a sugerir que essas formações rochosas estiveram sujeitas, no passado geológico, aos mesmos fenômenos constituintes (argumento litológico).

O curioso é que Wegener formulou uma teoria geológica sem ser geólogo. Originalmente, ele era astrônomo e meteorologista. O seu olhar ingênuo de amador foi decisivo para a sua descoberta. A propósito, a teoria de Wegener foi à época refutada pelos geólogos de formação (os especialistas), que apenas a aceitaram mais de cinquenta anos depois.

A humanidade deve ao olhar extradisciplinar de Darwin e Wegener duas importantes descobertas científicas. Por vezes, o olhar de não especialistas consegue enxergar soluções que são invisíveis para quem está dentro da disciplina, porque é capaz de se afastar da árvore (a parte) para observar a floresta (o todo),

32 São coleópteros: os besouros, as joaninhas e os escaravelhos, entre outros insetos.

33 A era Paleozoica teve início há cerca de 540 milhões de anos e durou por volta de 300 milhões de anos.

sem as amarras e os preconceitos que condicionam o olhar especializado. Segundo Morin (2021, p. 106):

Acontece de um olhar ingênuo de amador, alheio à disciplina, mesmo a qualquer disciplina, resolver um problema cuja solução era invisível dentro da disciplina. O olhar ingênuo – que não conhece, é óbvio, os obstáculos que a teoria existente levanta contra a elaboração de uma nova visão – pode, em geral erradamente, mas às vezes com acerto, permitir-se essa visão.

O olhar extradisciplinar, que depende de iniciativas individuais, produz frutos esporádicos. Já a interdisciplinaridade, que é uma construção coletiva, frutifica com mais frequência. Em comum, ambos atendem ao teorema de Jacques Labeyrie, citado por Morin (2021, p. 107): “Quando não se encontra solução em uma disciplina, a solução vem de fora da disciplina”.

4.2 Multi e interdisciplinaridade: movimentos simultâneos e correlacionados

Diversamente do que possa parecer, a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade não são movimentos sucessivos. São, na realidade, fenômenos coexistentes. Isso quer dizer que ao mesmo tempo em que surgem as disciplinas (movimento multidisciplinar), são estabelecidos os elos disciplinares que promovem o surgimento das interdisciplinas (movimento interdisciplinar).

Esse esclarecimento é importante porque a caracterização da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade como fases, presente na formulação de Weil (1992), parece exprimir a ideia de dois momentos temporalmente distintos e sucessivos: primeiro teriam surgido as disciplinas; depois, as interdisciplinas. De fato, recende do texto de Weil (1992, p. 29) a ideia da interdisciplinaridade como sucedânea da multidisciplinaridade, pois, segundo ele, a interdisciplinaridade tornou-se necessária quando “o número de disciplinas aumentou a tal ponto que se tornou ingovernável, pelo menos em aparência”.

Entendemos, contudo, que a opção de Weil por descrevê-las como fases tem a finalidade apenas de hierarquizar os fenômenos, de maneira a deixar evidente que a formação de elos disciplinares tem como antecedente lógico a existência de disciplinas. Isso não significa que a multidisciplinaridade (como fenômeno) seja antecedente lógico da interdisciplinaridade (como fenômeno), embora seja correto afirmar que a criação de uma interdisciplina tem como condição necessária (mas não suficiente) a existência de disciplinas que lhe deem origem.

Nossa conclusão encontra respaldo em Morin (2021). Para ele, a interdisciplinaridade não sucedeu (temporalmente) a multidisciplinaridade nem resultou da explosão da quantidade de disciplinas; são, na verdade, fenômenos concomitantes: à medida que fronteiras disciplinares surgem, são construídas algumas pontes para transpô-las. Vejamos:

[...] a história das ciências não se restringe à da constituição e proliferação das disciplinas, mas abrange, ao mesmo tempo, a das rupturas entre as fronteiras disciplinares, da invasão de um problema de uma disciplina por outra, de circulação de conceitos, de formação de disciplinas híbridas que acabam tornando-se autônomas; enfim, é também a história da formação de complexos, onde diferentes disciplinas vão ser agregadas e aglutinadas. Ou seja, se a história oficial da ciência é a da disciplinaridade, uma outra história, ligada e inseparável, é a das inter-poli-transdisciplinaridades. (MORIN, 1992, p. 107)

A propósito, considerar a interdisciplinaridade como uma fase anterior ao atual momento de crise epistemológica poderia induzir a falsa conclusão de que o surgimento das interdisciplinas é uma das causas da crise. Contudo, a causa imediata da crise é a hiperdisciplinaridade – ou seja, o fechamento das disciplinas e dos especialistas em si mesmos –, como veremos mais detidamente no capítulo seguinte. A interdisciplinaridade, na realidade, é a primeira reação à crise epistemológica; uma reação que se manifesta sempre que as disciplinas isoladas mostram-se incapazes de lidar com problemas que desbordam dos limites disciplinares.

Reconhece-se, portanto, que a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade são movimentos simultâneos e correlacionados. Além disso, alimentam-se mutuamente, pois as disciplinas possibilitam o surgimento de interdisciplinas, e as interdisciplinas são, elas próprias, novas disciplinas.

4.3 Interdisciplinas

Já antecipamos que as disciplinas são geradas, em regra, por movimentos de fragmentação, mas que existe um outro movimento, aparentemente contrário à fragmentação, que também produz novas disciplinas: a formação de elos disciplinares (inter-relações entre disciplinas) (WEIL, 1992, p. 29). As disciplinas geradas pelo inter-relacionamento de outras disciplinas são chamadas interdisciplinas.

A formação das interdisciplinas é um movimento apenas *aparentemente* contrário à fragmentação (ou seja, não *verdadeiramente* contrário) porque os elos estabelecidos entre disciplinas não são capazes de fundi-las – portanto, não as extinguem. As disciplinas que se inter-relacionam seguem vivas! Uma interdisciplina não é uma fusão (agregação) de duas ou mais disciplinas, mas uma nova disciplina autônoma, que recebe conceitos, linguagens e métodos das disciplinas que lhe deram origem (além de desenvolver os seus próprios conceitos, linguagem e métodos).

É por isso que Weil (1992, p. 29) diz que as interdisciplinas surgem *entre* disciplinas. Por exemplo: entre a Biologia e a Física, surge a Biofísica; entre a Biologia e a Química, surge a Bioquímica; entre a Psicologia e a Pedagogia, surge a Psicopedagogia. Além das interdisciplinas que *surgem entre* disciplinas, Weil (1992, p. 29) menciona que existem disciplinas que tendem naturalmente para a interdisciplinaridade, como a Ecologia, a Farmacologia, a Medicina, o Direito, a Epistemologia e a Filosofia³⁴.

Weil (1992, p. 29) levanta a hipótese de que as interdisciplinas são mais frequentes no campo das aplicações industriais e comerciais, em razão de demandas de mercado. Morin (2021, p. 26) tem visão diversa: para ele, as interdisciplinas são fruto de “um novo espírito científico” com o poder de restituir o interesse humano para certas entidades naturais que, devido à fragmentação do saber, tinham perdido importância: o cosmo (Universo), a Natureza, a vida e a própria humanidade. Esses entes passam a constituir os objetos de estudo das ciências sistêmicas: a Ecologia, as ciências da Terra e a Cosmologia. São disciplinas que, segundo Morin (2021, p. 27):

[...] rompem o velho dogma reducionista de explicação pelo elementar: elas tratam de sistemas complexos onde as partes e o todo produzem e se organizam entre si e, no caso da Cosmologia, uma complexidade que ultrapassa qualquer sistema.

Na seção seguinte, vamos examinar a força (o impulso) que produz as interdisciplinas.

34 De fato, não se imagina a Ecologia sem a Geologia, a Zoologia, a Botânica e a Geografia. A própria Geografia articula a Geologia, a Economia, a Sociologia e as Ciências Políticas. Enfim, é vastíssimo o universo das disciplinas naturalmente interdisciplinares, que Morin (2021, p. 28) denomina *ciências sistêmicas*.

4.4 A força geratriz das interdisciplinas

A interdisciplinaridade pode ser entendida como uma mitigação (ou seja, um abrandamento) da multidisciplinaridade, que ocorre quando as fronteiras disciplinares isolam as disciplinas em medida tal que as tornam disfuncionais para resolver problemas que se espriam por mais de uma disciplina.

Essa disfuncionalidade é um dos efeitos da chamada mentalidade hiperdisciplinar. Morin (2021, p. 106) explica o fenômeno:

O objeto da disciplina será percebido, então, como uma coisa autossuficiente; as ligações e solidariedades desse objeto com outros objetos estudados por outras disciplinas serão negligenciadas, assim como as ligações e solidariedades com o universo do qual ele faz parte. A fronteira disciplinar, sua linguagem e seus conceitos próprios vão isolar a disciplina em relação às outras e em relação aos problemas que se sobrepõem às disciplinas.

A intensificação do fechamento disciplinar torna o conhecimento potencialmente incapaz de fazer frente a problemas “polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários” (MORIN, 2021, p. 13). Por vezes, nesses casos, surge um impulso de ruptura do isolamento das disciplinas, por meio: (i) das migrações disciplinares e (ii) da constituição de novos esquemas cognitivos³⁵.

4.4.1 Migrações disciplinares

Migrações disciplinares são as movimentações de ideias, conceitos e noções de uma disciplina para outra. As fronteiras disciplinares, embora sejam muito vigiadas pelos especialistas, não são intransponíveis. Segundo Morin (2021, p. 108): “Certas noções circulam e, com frequência, atravessam clandestinamente as fronteiras, sem serem detectadas pelos ‘alfandegueiros’.”

Tomemos, por exemplo, as migrações das noções de *código* e de *informação*, mencionadas por Morin (2021, p. 108). A noção de *código* é originária do Direito; a de *informação*, das Ciências Sociais. A certa altura, ambas migraram para a Biologia e passaram a compor as noções de *código genético* e de *informação genética*.

³⁵ Apesar da coincidência da terminologia, os esquemas cognitivos na teoria de – esquemas cognitivos –, não se trata aqui do conceito de Piaget, ou seja, de estruturas mentais de assimilação da realidade. Na teoria de Piaget, os esquemas cognitivos são individuais; na concepção de Morin, trata-se de uma construção coletiva.

4.4.2 Novos esquemas cognitivos

Cada disciplina tem o seu próprio esquema cognitivo, entendido como o processo de formulação e comprovação de hipóteses. O esquema cognitivo é parte do método disciplinar de aquisição do conhecimento.

Pode ocorrer de nenhum esquema cognitivo vigente ser capaz de lidar com certa demanda científica emergente. Nesses casos, é necessário conceber um novo esquema cognitivo que seja capaz de reorganizar o conhecimento necessário ao atendimento da demanda. Os esquemas reorganizadores, embora novos, não são escritos em uma folha em branco, ou seja, não partem do nada: resultam de contribuições de esquemas cognitivos preexistentes.

É o que se verifica nas disciplinas naturalmente interdisciplinares – também conhecidas como ciências sistêmicas –, como são, por exemplo, a Ecologia e a Astrofísica.

A Ecologia, como já dissemos, articula diversas disciplinas, especialmente Geologia, Geografia, Zoologia e Botânica, e essa articulação somente é possível por meio de um novo esquema cognitivo capaz de reorganizar o conhecimento dessas disciplinas de maneira a atender às necessidades que se espraiam pelos diversos campos disciplinares, e que não poderiam ser atendidas por nenhum deles em particular (MORIN, 2021, p. 111).

Fenômeno semelhante ocorre com a Astrofísica, que se desenvolveu expressivamente a partir do descobrimento da irradiação isotrópica (em 1965) e das observações do telescópio espacial Hubble (lançado em 1990). Morin (2021, p. 111) explica:

Desde então, a Astrofísica já não é apenas uma ciência nascida da união, cada vez mais sólida, entre Física, Microfísica e Astronomia de observação; é também uma ciência que deu nascimento a um esquema cognitivo cosmológico: o que permite religar, uns aos outros, conhecimentos disciplinares muito distintos, para considerar nosso Universo e sua história e, ao mesmo tempo, introduzir na ciência (renovando o interesse filosófico por este problema chave) o que, até então, parecia partir unicamente da especulação filosófica.

No capítulo seguinte, veremos que, embora potente e fecunda, a interdisciplinaridade não se mostra suficiente para enfrentar a atual crise epistemológica que temos experimentado, e que tem minado a capacidade da humanidade de resolver os grandes problemas planetários de nossa era.

5 A CRISE EPISTEMOLÓGICA E ALGUMAS POSSÍVEIS MANEIRAS DE ENFRENTÁ-LA

No capítulo 3, dissemos que a fragmentação do conhecimento teve a virtude de impulsionar o desenvolvimento autônomo dos objetos disciplinares, mas que trouxe consigo o risco – que já não é apenas risco, mas realidade – da hiperdisciplinarização, uma deformação que isola as disciplinas e as torna incomunicáveis.

A mentalidade hiperdisciplinar é a principal causa da grave crise epistemológica que temos enfrentado, caracterizada pela dificuldade de lidar com os problemas globais, que são multidimensionais, porque não conseguimos nem mesmo enxergá-los em sua inteireza. Segundo Morin (2021, p. 14):

Efetivamente, a inteligência que só sabe separar fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional. Atrofia as possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando assim as oportunidades de um julgamento corretivo ou de uma visão a longo prazo. Sua insuficiência para tratar nossos problemas mais graves constitui um dos mais graves problemas que enfrentamos.

A crise epistemológica alimenta-se da incompatibilidade do pensamento simplificador com a complexidade. O desafio da humanidade, portanto, é um desafio da complexidade, cujo enfrentamento passa pelo desenvolvimento do pensamento complexo e da transdisciplinaridade, nas diversas instâncias, mas especialmente na Educação.

Neste capítulo, analisaremos o conceito de complexidade; a necessidade de desenvolvimento do pensamento complexo; o papel central da transdisciplinaridade no enfrentamento do “desafio dos desafios” e os fundamentos da educação transdisciplinar.

5.1 O pensamento simplificador e o pensamento complexo

Vivemos um momento de impressionante desenvolvimento do conhecimento humano. Mas, ao mesmo tempo, vicejam o erro, a ignorância, a cegueira e os perigos (MORIN, 2015, p. 9). São as duas faces – a virtuosa e a viciosa – da forma como temos organizado o conhecimento nos dois últimos séculos.

A fragmentação do conhecimento era – e é – necessária à compreensão do “mundo fenomênico” (MORIN, 2015, p. 13), essencialmente complexo; ao mesmo

tempo, contudo, ela nos impede de compreendê-lo em sua plenitude, exatamente porque suprimimos dele a essência complexa. Como se nota, a questão central é a complexidade.

A complexidade, segundo o ideário de Morin (2015, 2021), é um tecido de fios heterogêneos, mas que, por terem sido urdidos juntos, tornam-se inseparáveis. Assim, as partes (os fios) que constituem o todo (o tecido) tornam-se interdependentes, e já não é mais possível distinguir o que é parte e o que é todo. É o que Morin (2015, p. 13) denomina “paradoxo do uno e do múltiplo”. O tecido são os acontecimentos, as ações, as interações, as retroações, as determinações, os acasos que compõem o universo de fenômenos que nos cercam (MORIN, 2015, p. 13). Enfim, estamos envoltos em fenômenos complexos!

Como se percebe, a *complexidade* não se confunde com *complicação*. A complicação, que consiste no “emaranhamento extremo das inter-retroações” (MORIN, 2015, p. 69), é um dos elementos da complexidade.

Além disso, a *complexidade* também não se confunde com *completude*. Poder-se-ia cogitar que o pensamento complexo pretende ter a visão completa de todas as coisas; na verdade, o pensamento complexo pretende ter a consciência do caráter multidimensional de toda a realidade, ainda que a compreenda por completo. Segundo Morin (2015, p. 69):

A consciência da multidimensionalidade nos conduz à ideia de que toda visão unidimensional, toda visão especializada, parcelada, é pobre. É preciso que ela seja ligada a outras dimensões; daí a crença de que se pode identificar a complexidade com a completude.

A compreensão dos fenômenos complexos é desafiadora porque a complexidade é marcada pela desordem, pela ambiguidade e pela incerteza. Tendemos a afastar o que turva a nossa visão e a selecionar apenas as porções em que predominam a ordem, a resolução e a certeza. Afastado o caos, pode-se (supostamente) distinguir e hierarquizar as informações que restaram. Porém, neste ponto, já somos tomados pela cegueira que nos impede de ver o todo. Nas palavras de Morin (2015, p. 13):

Mas então a complexidade se apresenta com os traços inquietantes do emaranhado, do inextricável, da desordem, da ambiguidade, da incerteza... Por isso o conhecimento necessita ordenar os fenômenos rechaçando a desordem, afastar o incerto, isto é, selecionar os elementos da ordem e da certeza, precisar, clarificar, distinguir, hierarquizar... Mas tais operações,

necessárias à inteligibilidade, correm o risco de provocar a cegueira, se elas eliminam os outros aspectos do complexus; e efetivamente, como eu o indiquei, elas nos deixam cegos.

A cegueira é tal que nos impede de perceber a própria existência dela. É como o cego que ignora a sua condição. Morin (2015, p. 15) adverte:

Ora, essa cegueira faz parte de nossa barbárie. Precisamos compreender que continuamos na era bárbara das ideias. Estamos ainda na pré-história do espírito humano. Só o pensamento complexo nos permitirá civilizar nosso conhecimento.

A complexidade é desafiadora porque é hegemônico entre nós o paradigma simplificador, que tem como principal obsessão conferir ordem ao universo. Para isso, o paradigma não hesita em separar o que está junto nem em unir o que é diverso (MORIN, 2015, p. 59)³⁶. Um exemplo, citado por Morin, é o próprio homem, na sua condição de ser biológico, mas também cultural: o paradigma simplificador obriga a separar as dimensões biológica e cultural, como se possível fosse. A dimensão biológica passa a ser estudada pela Biologia; a cultural, pelas ciências humanas; o cérebro é objeto de estudo da Neurologia, e a mente, da psicologia. Contudo, as duas “partes” são, na verdade, um todo indivisível: uma não existe sem a outra.

O paradigma simplificador opera segundo os princípios da *disjunção*, da *redução* e da *abstração* (MORIN, 2015, p. 11). A disjunção – que tem a ver com as ideias de separação e separatividade de Weil (1992), examinadas no capítulo 3 – fez com que a Física, a Biologia e as Ciências Humanas se isolassem umas das outras. A forma de mitigar esse isolamento foi reduzir o complexo ao simples, ou seja, “despedaçar e fragmentar o tecido complexo das realidades, e fazer crer que o corte arbitrário operado no real era o próprio real” (MORIN, 2015, p. 12). Porém, como a realidade aparente não é a “realidade real”, recorre-se à abstração para realizá-la.

A reação à hegemonia do paradigma de pensamento simplificador passa pelo desenvolvimento do paradigma de pensamento complexo. Porém, como adverte Morin (2015), um paradigma de pensamento não é uma formulação individual, que se pode tirar do bolso de alguém, mas “o produto de todo um desenvolvimento cultural, histórico, civilizatório” (MORIN, 2015, p. 76).

³⁶ Um paradigma é um conjunto de noções e princípios que orientam e comandam as ações humanas.

Portanto, o paradigma complexo será fruto de “novas concepções, de novas visões de mundo, de novas descobertas e de novas reflexões que vão se acordar, se reunir. (MORIN, 2015, p. 77). Nesse sentido, a transdisciplinaridade emerge como elemento central do novo paradigma de pensamento, o pensamento complexo, como veremos na seção seguinte.

5.2 A transdisciplinaridade como elemento central do novo paradigma de pensamento complexo

O que é a transdisciplinaridade?

Essa não é uma pergunta que se possa responder em apenas algumas linhas. Neste trabalho, optamos por respondê-la a partir de um documento que é considerado o marco sistematizador da transdisciplinaridade: a *Carta da Transdisciplinaridade*.

Em novembro de 1994, pessoas de todo o mundo participaram do Primeiro Congresso Mundial de Transdisciplinaridade, realizado no Convento de Nossa Senhora da Arrábida, na cidade de Setúbal, em Portugal. Ao final do evento, os participantes adotaram a Carta da Transdisciplinaridade, que contém um “conjunto de princípios fundamentais da comunidade dos espíritos transdisciplinares” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994).

A Carta foi redigida por José Lima de Freitas, Edgar Morin e Basarab Nicolescu, que integraram o Comitê de Redação do Congresso³⁷. Foi concebida na forma de código jurídico, com preâmbulo e quinze artigos, para que se apresente como um contrato moral que todo signatário estabelece consigo mesmo, “sem qualquer pressão jurídica e institucional” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994).

A leitura do “contrato” é suficiente para dissipar qualquer possível ideia restritiva da transdisciplinaridade, pois a apresenta como uma verdadeira visão de mundo, uma abordagem de vida e mesmo uma nova ética.

Logo no preâmbulo, são descritos os desafios que a fragmentação do conhecimento impõe à humanidade – e que temos denominado neste trabalho de *crise epistemológica*. Lá estão assentadas a impossibilidade de visão do todo, em razão da hiperdisciplinarização; a necessidade de desenvolvimento da inteligência

³⁷ Morin e Nicolescu compõem, com Ubiratan D'Ambrosio e Pierre Weil, o grupo dos autores fundamentais deste trabalho. Já José Lima de Freitas (1927-1998) foi um importante pintor, ilustrador e ensaísta português, entusiasta e estudioso da transdisciplinaridade.

geral, a única apta a enfrentar o desafio da complexidade e a ascensão de um novo obscurantismo em razão da acumulação desarticulada do conhecimento. O preâmbulo trata ainda de uma questão muito cara ao autor deste trabalho, que é a brutal e terrificante desigualdade de acesso ao conhecimento, nestes termos:

[...] o crescimento dos saberes, sem precedentes na história, aumenta a desigualdade entre aqueles que os possuem e aqueles que deles são desprovidos, gerando assim desigualdades crescentes no seio dos povos e entre as nações de nosso planeta. (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994)

A Carta reconhece que o ser humano é essencialmente complexo e, portanto, qualquer tentativa de fragmentá-lo é incompatível com a transdisciplinaridade (artigo 1º). Sustenta que a realidade pode ser vista sob diversas perspectivas e sob diferentes lógicas, de maneira que reduzir o real a uma única perspectiva e a uma só lógica é igualmente incompatível com a transdisciplinaridade (artigo 2º).

A Carta deixa claro que a transdisciplinaridade não rejeita a multidisciplinaridade, mas a complementa, a fim de promover a articulação disciplinar e a abertura das fronteiras disciplinares (artigo 3º). Nesse sentido, a transdisciplinaridade opera, a um só tempo, *através* e *além* das disciplinas (artigo 4º). No mesmo artigo, são afastados do campo transdisciplinar o formalismo excessivo, a rigidez das definições, o exagero da objetividade e a exclusão do sujeito.

É dito que a transdisciplinaridade não se limita à ciência, pois se estende à arte e à filosofia, por meio do diálogo e da reconciliação (artigo 5º), e que não se apresenta como uma evolução da multidisciplinaridade nem da interdisciplinaridade, pois é multirreferencial e multidimensional (artigo 6º). A Carta estabelece o campo de não incidência da transdisciplinaridade, ou seja, aquilo que a transdisciplinaridade *não é*: não é uma nova religião, não é uma nova filosofia, não é uma nova metafísica, não é uma ciência das ciências (artigo 7º).

Ainda segundo a Carta, a transdisciplinaridade não circunscreve o ser humano às fronteiras pátrias, pois a dignidade do humano é também de ordem global e cósmica; nesse sentido, todo ser humano tem direito a uma nacionalidade,

mas é igualmente transnacional, o que consubstancia o ideal da dupla cidadania: a cidadania nacional e a transnacional (artigo 8º)³⁸.

Assenta-se que a transdisciplinaridade é receptiva aos mitos e religiões (artigo 9º) e rejeita a existência de uma cultura privilegiada, que seja pretensiosamente legitimada a julgar outras culturas (artigo 10); que, na educação transdisciplinar (da qual trataremos com mais vagar no capítulo seguinte), a abstração deve ceder lugar à concretização, à contextualização e à globalização (artigo 11); e que, na economia transdisciplinar, os entes econômicos devem estar a serviço do ser humano, não o contrário (artigo 12).

Também há lugar na Carta para a ética transdisciplinar, que preconiza o diálogo e a discussão em todas as instâncias – científica, ideológica, religiosa, econômica, política e filosófica –, bem como o compartilhamento do saber com vistas à compreensão compartilhada (artigo 13).

No artigo 14, são declarados os princípios basilares da abordagem transdisciplinar: o rigor, a abertura e a tolerância. O *rigor* ao considerar todos as informações, com o intuito de prevenir desvios; a *abertura* ao desconhecido, ao inesperado e ao imprevisível; e a *tolerância* às ideias e verdades com as quais não se concorde.

No artigo final, a Carta diz-se “aberta à assinatura de qualquer ser humano interessado em promover nacional, internacional e transnacionalmente as medidas progressivas para a aplicação destes artigos na vida cotidiana” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994).

A despeito da forma preceitual, a Carta da Transdisciplinaridade é um entusiasmado convite à adoção, por todos nós, de uma atitude transdisciplinar. Nicolescu, um dos redatores da Carta e autor de “O Manifesto da Transdisciplinaridade”, escrito dois anos depois, deixa transparecer esse entusiasmo em diversos trechos de seu Manifesto, como neste: “Uma palavra de uma beleza virginal [a transdisciplinaridade], que ainda não sofreu o desgaste do tempo, espalha-se atualmente por todo mundo com uma explosão de vida e de sentido.” (NICOLESCU, 1999).

38 É impressionante como os desafios da atual crise de imigração, inclusive a sua dimensão ética, parecem ter sido vislumbrados e contemplados na Carta da Transdisciplinaridade, escrita há quase trinta anos.

Mas, a par do entusiasmo, Nicolescu (1999) demonstra apreensão e inquietação com a crise vivenciada à época (na década de 1996), e que talvez tenha chegado ao paroxismo nos dias atuais. Ele menciona, em particular, a *revolução informática*³⁹, que poderia assegurar o compartilhamento de conhecimentos e a riqueza planetária, mas logo são apropriadas por comerciantes que se apressam em colonizar o ambiente cibernético⁴⁰ (NICOLESCU, 1999, p. 15).

Nicolescu (1999) reflete sobre a contradição essencial que há entre descomunal crescimento do conhecimento humano e a progressiva degradação da condição humana:

Como se explica que quanto mais sabemos do que somos feitos, menos compreendemos *quem* somos? Como se explica que a proliferação acelerada das disciplinas torne cada vez mais ilusória toda unidade do conhecimento? Como se explica que quanto mais conheçamos o universo exterior, mais o sentido de nossa vida e de nossa morte seja deixado de lado como insignificante e até absurdo? A atrofia do ser interior seria o preço a ser pago pelo conhecimento científico? A felicidade individual e social, que o cientificismo nos prometia, afasta-se indefinidamente como uma miragem. (NICOLESCU, 1999, p. 16, grifo do autor)

Nicolescu (1999) ainda menciona, no trecho mais pessimista de seu Manifesto, que a humanidade, pela primeira vez na história, tem o poder de destruir inteiramente a si mesma, em três dimensões: na dimensão *material*, pelo arsenal nuclear, capaz de destruir o planeta várias vezes; na dimensão *biológica*, pela possibilidade de modificar o patrimônio genético da nossa espécie; na dimensão *espiritual*, pela manipulação de consciências em escala planetária, possibilitada pelas ferramentas de comunicação cibernética⁴¹ (NICOLESCO, 1996).

Segundo Nicolescu (1999), este estado de coisas – que é produto do crescimento sem precedentes do conhecimento humano – somente será superado pelo desenvolvimento de uma nova visão de mundo: a transdisciplinaridade. É por meio da abordagem transdisciplinar que a humanidade desenvolverá uma nova forma de pensar – o pensamento complexo –, capaz de lidar com todo o conhecimento produzido pelas disciplinas isoladas, mas sem perder a noção do todo complexo.

39 Nos dias atuais, Nicolescu possivelmente substituiria a expressão “revolução informática” por “novas tecnologias de informação e comunicação” ou “ferramentas cibernéticas”.

40 É desconcertante perceber a atualidade do texto de Nicolescu, escrito há mais de duas décadas, antes do surgimento das redes sociais e seus onipresentes algoritmos.

41 Aqui se evidencia, uma vez mais, a atualidade do Manifesto de Nicolescu, na atual quadra de brutal circulação de notícias falsas (*fake news*), capazes de manipular consciências em escala nunca antes vista.

Morin (2021, p. 104) aponta para a mesma direção, ao assentar a necessidade imperiosa da reforma do pensamento:

Essa é uma reforma vital para os cidadãos do novo milênio, que permitiria o pleno uso de suas aptidões mentais e constituiria não, certamente, a única condição, mas uma condição *sine qua non* para sairmos de nossa barbárie.

5.3 A evolução transdisciplinar da educação

A transdisciplinaridade, como dissemos, qualifica-se como o ideário com o qual a humanidade poderá debelar, com sucesso, a crise de fragmentação que nos tem impedido de enfrentar adequadamente os grandes desafios de nossa época (MORIN, 2021).

O desenvolvimento pleno da transdisciplinaridade depende, como adverte Nicolescu (1999, p. 143), da evolução transdisciplinar da educação:

O advento de uma cultura transdisciplinar, que poderá contribuir para a eliminação das tensões que ameaçam a vida em nosso planeta, é impossível sem um novo tipo de educação, que leve em conta *todas* as dimensões do ser humano.

A questão que se coloca é: qual a finalidade da educação do (e para o) futuro?

Talvez a resposta mais completa e sistematizada para essa pergunta tenha sido dada por Edgar Morin. Em 1999, a pedido da Unesco⁴², Morin sistematizou um conjunto de sete saberes necessários à educação do futuro, conformadores de um modelo de educação centrada na condição humana, que privilegia a construção transdisciplinar do conhecimento.

5.3.1 Os sete saberes necessários à educação do futuro, segundo Edgar Morin

Os Sete Saber de Morin, cuja síntese apresentaremos a seguir, consubstanciam a essência da educação transdisciplinar.

⁴² A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) é uma agência especializada das Nações Unidas (ONU), fundada em 1945 com o objetivo de contribuir para a paz e segurança no mundo por meio da educação.

5.3.1.1 Primeiro saber: reconhecer o erro e a ilusão

Todo conhecimento está sujeito ao erro e à ilusão, e é imperioso conhecer essa característica. Nas palavras de Morin (2011, p. 15):

É necessário introduzir e desenvolver na educação o estudo das características cerebrais, mentais, culturais dos conhecimentos humanos, de seus processos e suas modalidades, das disposições tanto psíquicas quanto culturais que o conduzem ao erro ou à ilusão.

Portanto, uma das preocupações da Educação deve ser “fazer conhecer o que é conhecer” (MORIN, 2011, p. 15), ou seja, conhecer o conhecimento.

5.3.1.2 Segundo saber: conjugar o conhecimento das partes e do todo

A fragmentação do conhecimento em disciplinas, ao privilegiar a apreensão das partes, impede que se apreenda o todo, embora a mente humana seja naturalmente vocacionada à inteligência geral. Assim, cumpre à Educação desenvolver a aptidão natural de enxergar o complexo. Segundo Morin (2011, p. 42):

Trata-se de entender o pensamento que separa e que reduz, no lugar do pensamento que distingue e une. Não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las. Existem desafios da complexidade com os quais os desenvolvimentos próprios de nossa era planetária nos confrontam inelutavelmente.

5.3.1.3 Terceiro saber: reconhecer a unidade e a complexidade humanas

O ser humano é naturalmente complexo, pois apresenta, a um só tempo, as dimensões física, biológica, psíquica, cultural, social e histórica. Contudo, a condição complexa é abstraída pela Educação disciplinar, pois cada dimensão é atribuída a uma determinada disciplina. Assim, torna-se impossível, no âmbito da educação disciplinar, reconhecer a condição humana como um todo.

É imperioso, portanto, reconhecer a unidade e a complexidade humanas, a fim de evidenciar “o elo indissolúvel entre a unidade e a diversidade de tudo que é humano” (MORIN, 2011, p. 16).

5.3.1.4 Quarto saber: reconhecer a identidade terrena

A humanidade confronta-se com um duplo imperativo antropológico: salvar a *unidade* humana e salvar a *diversidade* humana (MORIN, 2011, p. 68).

A Educação tem a missão de ensinar a história da era planetária, ou seja, a história da humanidade que se desenvolve a partir do momento em que todas as partes do mundo se tornam solidárias. Nas palavras de Morin (2011, p. 68):

Civilizar e solidarizar a Terra, transformar a espécie humana em verdadeira humanidade torna-se o objetivo fundamental e global de toda educação que aspira não apenas ao progresso, mas à sobrevivência da humanidade. A consciência de nossa humanidade, nesta era planetária, deveria conduzir-nos à solidariedade e à comiseração recíproca, de indivíduo para indivíduo, de todos para todos. E educação do futuro deverá ensinar a *ética da compreensão planetária*. (grifo do autor)

5.3.1.5 Quinto saber: enfrentar as incertezas

“É preciso aprender a navegar em oceanos de incerteza em meio a arquipélagos de certeza” (MORIN, 2011, p. 17).

O conhecimento nos conduz a muitas certezas, mas também a zonas de incerteza, e cumpre à Educação preparar-nos para enfrentar imprevistos e o incerto. A realidade não é facilmente perceptível, pois as ideias e as teorias não a refletem, apenas as traduzem, e a tradução pode ser imprecisa ou mesmo incerta. Segundo Morin (2011, p. 80):

Na história, temos visto, com frequência, infelizmente, que o possível se torna impossível e podemos pressentir que as mais ricas possibilidades humanas permanecem ainda impossíveis de se realizar. Mas vimos também que o inesperado se torna possível e se realiza; vimos, com frequência, que o improvável se realiza mais do que o provável; saibamos, portanto, esperar o inesperado e trabalhar pelo improvável.

5.3.1.6 Sexto saber: saber compreender

As relações humanas estão sob o signo da incompreensão. Ela é uma das causas da violência, do racismo, da xenofobia, da misoginia e outras desumanidades.

Faz-se necessário desenvolver a compreensão na escola, a fim de assegurar a Educação para a paz. Nas palavras de Morin (2011, p. 17):

O planeta necessita, em todos os sentidos, de compreensão mútua. Considerando a importância da educação para a compreensão, em todos os níveis educacionais e em todas as idades, o desenvolvimento da compreensão pede a reforma das mentalidades. Esta deve ser a obra para a educação do futuro.

5.3.1.7 Sétimo saber: a ética do gênero humano (antropoética)

A ética propriamente humana, denominada *antropoética*, está relacionada à concepção complexa do ser humano, que compreende a tríade indivíduo-sociedade-espécie. Assim, a antropoética é a ética que emerge das dimensões fundamentais do ser humano, com o propósito de orientar as decisões de cada indivíduo tendentes a (i) assumir a condição humana; (ii) alcançar a humanidade em nós mesmos e (iii) assumir o destino da humanidade, com suas antinomias e plenitude (MORIN, 2011. p. 93).

6 O ENSINO TRANSDISCIPLINAR DA MATEMÁTICA

Neste capítulo, em resposta à questão de pesquisa lançada no início desta trabalho, proporemos um rol de três condições para o ensino transdisciplinar da Matemática. Ao fazê-lo, não pretendemos ser normativos nem definitivos: o intuito é apenas contribuir modestamente com as pulsantes discussões em curso sobre a construção de uma abordagem inclusiva, planetária, pacificadora e holística de ensino da Matemática (D'AMBROSIO, 2022; LINS, 2012).

Desde logo, firmes na ideia que colhemos em Marconi e Lakatos (2013, p. 191), de que a pesquisa bibliográfica “não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre o assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”, devemos esclarecer que a resposta à questão de pesquisa não foi diretamente encontrada em nenhuma das fontes de pesquisa em particular, mas no conjunto delas⁴³.

6.1 A Primeira condição: levar a Matemática das ruas para a escola

Segundo Lins (2012, p. 100), as dificuldades de aprendizagem da Matemática resultam de um “estranhamento entre escola e rua”, pois a Matemática escolar (que é a Matemática do matemático) não costuma refletir a Matemática das ruas (do cotidiano). Nas palavras do autor:

A Matemática do matemático não depende (em seus próprios termos) de nada que exista no mundo físico, e, portanto, esta Matemática do matemático não tem como ser natural para os cidadãos ordinários [...], tornando-se assim – a Matemática dos matemáticos –, muito hábil em engendrar seres estranhos. (LINS, 2012, p. 100, grifos do autor)

Uma vez que a educação transdisciplinar preconiza a contextualização e a concretização do conhecimento, é mandatório que a escola esteja aberta à Matemática das ruas, porque estão nas ruas (no cotidiano) o contexto e a concretude da Matemática. Portanto, na abordagem transdisciplinar, a Matemática escolar deve voltar-se mais para a Matemática cotidiana do que para a Matemática acadêmica, a fim de promover nos estudantes o sentimento de pertencimento.

⁴³ Nele incluídos os textos que denominados *incrementais*, que embora não tenham sido expressamente citados no trabalho, contribuíram na formação da base propedêutica necessária à compreensão do tema.

É certo, como preconiza D'Ambrosio, que a inovação no ensino da Matemática – ele falava, em particular, da etnomatemática – não impõe a rejeição da Matemática acadêmica⁴⁴, até porque foi com ela que chegamos até aqui, mas a revitalização à luz dos valores que são caros e necessários à Educação do presente e do futuro:

Não se trata de ignorar nem rejeitar a matemática acadêmica, simbolizada por Pitágoras. Por circunstâncias históricas, gostemos ou não, os povos que, a partir do século XVI, conquistaram e colonizaram todo o planeta, tiveram sucesso graças ao conhecimento e comportamento que se apoiava em Pitágoras e seus companheiros da bacia do Mediterrâneo. Hoje, é esse conhecimento e comportamento, incorporados na modernidade, que conduz nosso dia a dia. Não se trata de ignorar nem rejeitar conhecimento e comportamento modernos. Mas, sim, aprimorá-los, incorporando a ele valores de humanidade, sintetizados numa ética de respeito, solidariedade e cooperação. (D'AMBROSIO, 2022, p.45)

A recomendação de D'Ambrosio vai ao do artigo 3º da Carta da Transdisciplinaridade, que posiciona a abordagem transdisciplinar como complementar à abordagem disciplinar: “a transdisciplinaridade não busca o domínio de várias disciplinas, mas a abertura de todas elas àquilo que as atravessa e as ultrapassa” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994).

Assim, a Matemática escolar deve ser depurada de tudo o que é desinteressante, obsoleto e inútil. Segundo D'Ambrosio (2022, p. 45):

É óbvio que uma **boa matemática acadêmica** será conseguida se deixarmos de lado muito do que ainda está nos programas sem outras justificativas que um conservadorismo danoso e um caráter propedêutico insustentável. Costuma-se dizer “é necessário aprender **isso** para adquirir base para poder aprender **aquilo**.” O fato é que o “aquilo” deve cair fora e, ainda com maior razão, o “isso”. (grifos do autor)

O ensino da Matemática, portanto, deve voltar-se para a Matemática das ruas, naturalmente viva e pulsante, não para a Matemática formal, rigorosa e desinteressante que parasita os currículos escolares.

Em exemplo prático, colhido em D'Ambrosio (2022), é o ensino da Geometria Fractal, que estuda os fractais, aqueles instigantes padrões matemáticos infinitos que despertam a curiosidade e o interesse de pessoas de todas as idades. Os currículos formais desconhecem por completo a existência deles, e por isso a escola deixa de levá-los para a sala de aula. Mas os estudantes, curiosos, buscam o

⁴⁴ A Matemática acadêmica, na alegoria com a qual iniciamos este trabalho, é a Matemática do matemático.

conhecimento por outros meios. Resultado: a Matemática da escola, que já carrega o estigma de ser aborrecida e tediosa, perde mais uma oportunidade de cativá-los.

A mesma ideia aplica-se aos conteúdos de raciocínio qualitativo, que quase não aparecem nos currículos formais, apesar de serem essenciais à crítica e à análise dos fenômenos do mundo. D'Ambrosio trata dessa questão:

O raciocínio qualitativo é essencial para se chegar a uma nova organização da sociedade, pois permite exercer crítica e análise do mundo em que vivemos. Deve, sem qualquer hesitação, ser incorporado nos sistemas educacionais. Essa incorporação se dá introduzindo nos programas, em todos os níveis de escolaridade, estatística, probabilidades, programação, modelagem, *fuzzies*, fractais e outras áreas novas emergentes na ciência atual. (D'AMBROSIO, 2022, p. 47)

É oportuno, neste momento, retomar a alegoria do “Jardim do Matemático”, de que tratamos na introdução deste trabalho (LINS, 2012). Como dissemos lá, o Jardim do Matemático é o local onde os matemáticos praticam a Matemática *deles*, ou seja, a Matemática acadêmica, formal, rigorosa. No Jardim, habitam monstros. Para os matemáticos, são monstros de estimação; para as demais pessoas, são monstros monstruosos.

Os matemáticos adoram os seus monstros de estimação, tanto que os levam para a escola, e na escola os monstros se tornam um grande problema. A escola costuma ensinar aos estudantes não a Matemática das ruas (do cotidiano, da vida real), mas a Matemática dos matemáticos (LINS, 2012, p. 93). É dizer: as fronteiras disciplinares que cercam o Jardim do matemático são replicadas na escola, e a Matemática escolar fica aprisionada pela mentalidade hiperdisciplinar.

Se é admissível que existam fronteiras no Jardim, não o é na escola. A Matemática escolar deve estar sempre aberta às ruas (ao cotidiano), para que possa transcender, ou seja, ir *através* e *além* das disciplinas, abrir-se às ruas e cativar os estudantes!

6.2 A segunda condição: afastar da sala de aula o rigor matemático excessivo

O rigor matemático excessivo é imperioso no desenvolvimento da Matemática dos matemáticos, mas deve ser evitado, tanto quanto possível, na Matemática escolar, pois ele é capaz de funcionar como uma barreira à apreensão dos conteúdos matemáticos.

Tomemos, a título de exemplo, a conceituação de números primos colhida em um livro didático:

DEFINIÇÃO 5 Um número $p \in \mathbb{N}$ se diz *primo* se i $p \neq 0$ e $p \neq 1$; ii Os únicos divisores de p são 1 e p . Um número $a \in \mathbb{N}$, $a \neq 0$ e $a \neq 1$, é chamado *composto* se a não é primo. Assim, um número composto sempre pode ser fatorado num produto $a = bc$, onde $b \neq 1$ e $c \neq 1$. (DOMINGUES, 2021, p. 52)

Agora, vejamos uma maneira alternativa, de nossa autoria, de fazer a mesma conceituação:

É denominado *número primo* todo número natural que tenha exatamente dois divisores. Sabemos que os números naturais (exceto o zero e o 1) têm pelo menos dois divisores, que chamamos de divisores triviais: o próprio número e o número 1. Portanto, os números primos têm apenas os seus divisores triviais. Se um número não é primo, então ele é chamado de número composto.

A primeira formulação, expressa em linguagem formal e rigorosa, é considerada “elegante” (adjetivo muito utilizado por matemáticos); a segunda, que emprega linguagem de fácil compreensão, compatível com a idade dos estudantes a que se destina, costuma ser rejeitada porque supostamente vulgariza o formalismo matemático.

Não obstante, uma pergunta se impõe: qual das duas é mais compreensível ao estudante médio? Qual delas teria maiores chances de alcançar o objetivo de ensinar o que são números primos e compostos?

Parece-nos que o ensino transdisciplinar da Matemática deve privilegiar a linguagem de mais fácil compreensão, porque com ela é possível transitar entre os diversos saberes. Isso implica, da parte do professor, abrandar, tanto quanto possível, os efeitos da *maldição do conhecimento*.

Dissemos, na introdução deste trabalho, que a maldição do conhecimento é a dificuldade que as pessoas têm de descer do pedestal do conhecimento para dialogar de maneira compreensível com interlocutores que não têm o mesmo conhecimento. Nas palavras do professor Steven Pinker, é a “dificuldade em imaginar como é, para outra pessoa, não saber alguma coisa que você sabe” (PINKER, 2014, p. 81).

Os professores são potencialmente expostos à maldição do conhecimento, porque o trabalho docente, ao menos na vertente tradicional, consiste em ensinar uma matéria que se conhece bem a quem ainda não a conhece. Por dominar o tema, o professor pode tender a considerá-lo trivial, de fácil compreensão por todos. Pinker (2012, p. 83) explica: “quanto mais você conhece alguma coisa, menos você lembra como foi difícil aprendê-la”⁴⁵.

6.3 A terceira condição: promover a abertura da Matemática aos fenômenos que a atravessam e a ultrapassam

O ensino transdisciplinar da Matemática não se faz sem o concurso das demais disciplinas, bem como de fenômenos, experiências, problemas e práticas sociais permeados pela Matemática. É uma condição que se fundamenta diretamente na Carta da Transdisciplinaridade:

Artigo 3: A transdisciplinaridade é complementar à abordagem disciplinar; ela faz emergir do confronto das disciplinas novos dados que as articulam entre si; e ela nos oferece uma nova visão da Natureza e da Realidade. A transdisciplinaridade não busca o domínio de várias disciplinas, mas a abertura de todas elas àquilo que as atravessa e as ultrapassa. (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994, grifos no original)

Como se percebe, a abordagem transdisciplinar harmoniza-se com a existência das disciplinas, pois a transdisciplinaridade não pretende extingui-las nem mesmo enfraquecê-las, mas torná-las permeáveis umas às outras, para que o conhecimento possa transitar livremente. A abertura disciplinar preconizada pela transdisciplinaridade é o que possibilita a “unificação semântica e operativa das acepções *através* e *além* das disciplinas” (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 1994, grifos no original).

D’Ambrosio (2016), na metáfora das gaiolas epistemológicas, igualmente menciona que as disciplinas subsistem em ambiente transdisciplinar, pois a transdisciplinaridade já se satisfaz com a abertura das portas das gaiolas disciplinares:

Em nenhum momento eu sugiro a destruição das gaiolas, pois a metodologia de trabalho das disciplinas tem seus benefícios. Mas defendo

⁴⁵ Evidentemente, os bons professores, conscientes de que a maldição está à espreita, estão sempre vigilantes e prontos a afastá-la. Afinal, a maldição é a dificuldade (não a impossibilidade) de se colocar no lugar de alguém que não sabe o que sabemos. É um fenômeno evitável, portanto, tanto que, com muita frequência, professores surpreendem seus alunos com explicações brilhantes sobre temas densos, de difícil compreensão.

que as gaiolas tenham suas portas abertas, para o entrar e sair livremente. Essa liberdade tem como contrapartida bom senso e autenticidade.

Se estendêssemos a metáfora de D'Ambrosio (2016) para a escola, diríamos: que se abram as portas das salas de aula! A Matemática não pode ser a única disciplina presente nas aulas de Matemática: lá devem estar a Física, a Química, a Biologia, a Geografia, a História, enfim, todas as disciplinas escolares.

Dissemos na introdução deste trabalho, que a Matemática costuma ser a única disciplina presente nas aulas de Matemática, embora tantas outras disciplinas pudessem contracenar com ela, em um bom enredo de aprendizagem. Essa formulação contrapõe o estado atual de isolamento e o potencial estado de abertura. A autonomia da Matemática como disciplina – referimo-nos à Matemática dos matemáticos – explica o isolamento; a vocação para funcionar como disciplinar instrumental explica a abertura.

Assim, se por um lado, como na canção⁴⁶, a Matemática *anda só, pois só ela sabe por onde ir*, por outro, ela é generosa, como a Bahia⁴⁷, pois oferece *régua e compasso* para diversas disciplinas e um sem número de práticas sociais. A instrumentalidade da Matemática torna-a especialmente adaptável à educação transdisciplinar.

46 “Ando Só”, de Engenheiros do Hawaii (1991).

47 “Aquele Abraço”, de Gilberto Gil (1969).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como ponto de partida o artigo *Matemática, Monstros, Significados e Educação Matemática*, do professor Romulo Campos Lins (LINS, 2012), sobre um fenômeno que não passa despercebido por nenhum educador matemático: a aversão que muitos estudantes têm à Matemática. Em particular, fomos muito impactados pela expressão cunhada por Lins para explicar o fracasso de tantos no aprendizado matemático: *autoexclusão induzida*.

Como dissemos no capítulo introdutório, a autoexclusão, segundo Lins (2012), é recusa do estudante de se aproximar da Matemática. É mais grave, portanto, do que tentar aprender mas não conseguir, porque o estudante nem chega a tentar, pois vislumbra de longe monstros matemáticos dos quais se recusa a aproximar. A autoexclusão, que já é chocante por ser uma *exclusão de si mesmo* do processo de aprendizagem, torna-se ainda mais perversa porque é provocada externamente (induzida de fora), ou seja, não é uma ação espontânea do sujeito que se exclui.

Para Lins (2012), o elemento indutor da autoexclusão é a desconexão entre a Matemática da escola e a Matemática das ruas (do cotidiano, da vida real). Ou seja: o fracasso em aprender Matemática é induzido pela forma com que a Matemática tem sido ensinada (não em todos os casos, mas na maioria deles). Ou por outra: é o sistema educacional, e não alguma causa intrínseca ao próprio estudante, o causador das dificuldades de tantos em aprender Matemática.

Essencialmente, o estranhamento que os estudantes têm em relação à Matemática resulta do fato de a Matemática escolar ser proveniente da Matemática acadêmica – que Lins denomina *Matemática do matemático* –, não da Matemática das ruas.

Foi sob esse estado de coisas que conjecturamos que o ensino transdisciplinar da Matemática seria uma maneira eficaz de abrandar a autoexclusão e, assim, promover a conciliação dos estudantes com a Matemática. Foi o próprio Lins (2012, p. 99) que nos deu essa direção, ao esclarecer que a Matemática do matemático é uma construção deliberada, obstinada e reativa, iniciada no século XIX, que teve como objetivo a sua profissionalização e depuração. Em última análise, portanto, a Matemática do matemático é manifestação da organização

disciplinar do conhecimento, ou seja, da fragmentação do conhecimento em disciplinas.

Ora, se a Matemática que aportou nas escolas foi aquela que emergiu da disciplinarização do conhecimento, então uma possível maneira de substituí-la pela Matemática há nas ruas é abri-la a todas as disciplinas que a atravessam e a ultrapassam. Em outras palavras, é promover o ensino transdisciplinar da Matemática.

Foi sob essa inspiração que formulamos a nossa questão de pesquisa: quais são as condições necessárias ao ensino da Matemática no âmbito da educação transdisciplinar?

Para respondê-la, consideramos necessário: (i) descrever os fenômenos da organização disciplinar do conhecimento, da hiperdisciplinarização e da complexidade, bem como as correlações deles decorrentes; (ii) analisar os princípios e o ideário da transdisciplinaridade e (iii) examinar a compatibilidade do ensino da Matemática à educação transdisciplinar.

Foi com esse propósito que, guiados pelas obras de Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Ubiratan D'Ambrosio e Pierre Weil, percorremos o caminho que a humanidade traçou desde a fase anterior às disciplinas (Idade do Ouro) até o atual momento de crise epistemológica, caracterizada pela hiperdisciplinarização, que consiste na derivação intensa e desvirtuada da disciplinarização.

A Idade do Ouro foi caracterizada pela não separação entre o sujeito conhecedor e a coisa conhecida, bem como pela não fragmentabilidade do conhecimento. A certa altura, dada a necessidade de impulsionar a aquisição do conhecimento, a humanidade permitiu-se fragmentá-lo em disciplinas: foi o início da fase de fragmentação multidisciplinar, marcada pela separação entre sujeito e objeto e pela separatividade do conhecimento. Em paralelo, como uma reação ao surgimento das disciplinas, foram criadas as interdisciplinas, por meio da construção de elos disciplinares.

Apesar dessa reação, a crise epistemológica já estava contratada! Afinal, a fragmentação do conhecimento, que teve a virtude de impulsionar o desenvolvimento autônomo dos objetos disciplinares, trouxe consigo a hiperdisciplinarização, uma deformação que isola as disciplinas e as torna incomunicáveis. Alguma reação mais incisiva deveria haver, pois a humanidade

mostrava-se progressivamente incapaz de lidar com os problemas globais, que são multidimensionais, pois não os conseguimos enxergar em sua inteireza.

A crise epistemológica é, em síntese, a nossa incapacidade de lidar com a complexidade. Somos constantemente desafiados por ela porque ainda operamos sob o paradigma do pensamento simplificador. Nesse cenário, o ideário transdisciplinar emerge como elemento central de um novo paradigma de pensamento: o pensamento complexo.

A transdisciplinaridade tem como pressuposto a complexidade do ser humano e a impossibilidade de fragmentá-lo; opera, a um só tempo, através e além das disciplinas; rejeita o formalismo excessivo, a rigidez das definições, o exagero da objetividade e a exclusão do sujeito; não se limita à ciência, pois alcança a arte, a filosofia e a religião; por outro lado, não se confunde com uma nova religião, nem com uma nova filosofia, tampouco com uma nova metafísica. A transdisciplinaridade reconhece que o ser humano é nacional, mas também transnacional e cósmico; que não há nenhuma cultura privilegiada e que o diálogo e o compartilhamento do saber devem ocorrer em todas as instâncias humanas.

Emerge do ideário transdisciplinar a educação do futuro (e para o futuro), que é aquela capaz de desenvolver em todos nós, segundo Morin, a capacidade de reconhecer o erro e a ilusão; conjugar o conhecimento das partes com o do todo; reconhecer a unidade e a complexidade humanas e a identidade terrena; enfrentar as incertezas; desenvolver a compreensão e guiar-se segundo a ética do gênero humano.

A Matemática é transdisciplinar por natureza, a despeito da sua tendência ao isolamento. Isso porque, embora seja uma disciplina marcadamente autônoma, tem uma impressionante vocação instrumental. Não se imagina a Física sem a Matemática, tampouco a Química, a Biologia, a Geografia, a História, as Linguagens, enfim, todas as disciplinas escolares. Isso quer dizer que são incontáveis as transversalidades permitidas à Matemática.

Tendo isso em conta, concebemos, em resposta à questão de pesquisa, três condições que, em nossa percepção, são necessárias para o ensino transdisciplinar da Matemática:

A primeira condição: levar a Matemática das ruas para a escola;

A segunda condição: afastar da sala de aula o rigor matemático excessivo;

A terceira condição: promover a abertura da Matemática aos fenômenos que a atravessam e a ultrapassam.

A primeira condição consiste em: (i) contextualizar e concretizar os conteúdos matemáticos e (ii) decotar do currículo da Matemática escolar tudo o que for desinteressante, obsoleto e inútil⁴⁸.

A segunda condição consiste em: (i) evitar o formalismo vazio e o rigor inútil e pernóstico; (ii) empregar linguagem de fácil compreensão, acessível à faixa etária dos estudantes e (iii) precaver-se da maldição do conhecimento: os estudantes ainda não conhecem o que os professores conhecem.

A terceira condição consiste em abrir as portas das salas de aula de Matemática a todas as demais disciplinas escolares, de maneira que a Matemática nunca esteja sozinha em cena.

As três condições, em nossa percepção, asseguram a preconizada unificação semântica e operativa das acepções *através* e *além*, de maneira que a Matemática irrompa suas fronteiras, ganhe as ruas e conquiste os corações de nossos estudantes.

⁴⁸ Todavia, cumpre ressaltar que o juízo do que seja “desinteressante, obsoleto e inútil” é atividade sensível, que deve ser realizada com judiciosa fundamentação, livre de subjetivismos.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, Theodor. **Sobre Sujeito e Objeto**. 1969. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/adorno/1969/06/sobre.htm>. Acesso em: 08 out. 2022.
- ARENDT, Hannah. **A Condição Humana**. 13. ed. São Paulo: Forense Universitária, 2016. 474 p.
- CREMA, Roberto. Além das disciplinas: reflexões sobre transdisciplinaridade geral. In: WEIL, Pierre; AMBROSI, Ubiratan D; CREMA, Roberto. **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. 5. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1993. p. 9-74.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. A transdisciplinaridade como acesso a uma história holística. In: WEIL, Pierre; AMBROSI, Ubiratan D; CREMA, Roberto. **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. 5. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1993. p. 9-74.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022. 111 p. (Coleção Tendências em Educação Matemática)
- D'AMBROSIO, Ubiratan. A Metáfora das Gaiolas Epistemológicas e uma Proposta Educacional. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)**, Campo Grande, v. 9, n. 20, p. 222-234, nov. 2016.
- DOMINGUES, Hygino Hugueros. **Fundamentos de Aritmética**. 3. ed. Florianópolis: Edufsc, 2021. 349 p.
- FLORENTINO, José Augusto; RODRIGUES, Léo Peixoto. Disciplinaridade, interdisciplinaridade e complexidade na educação: desafios à formação docente. **Educação Por Escrito**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 54, 23 abr. 2015. EDIPUCRS.
- FREITAS, José Lima de; MORIN, Edgar; NICOLESCU, Basarab. Carta da Transdisciplinaridade. In: PRIMEIRO CONGRESSO MUNDIAL DE TRANSDISCIPLINARIDADE MUNDIAL DE TRANSDISCIPLINARIDADE, 1., 1994, Convento da Arábia. **Carta**. Convento da Arábia: Grupo Editorial Ci@50, 1994. p. 1-4.
- LESSA, Elvina. **A Teoria dos Tipos Psicológicos**. 2018. Disponível em: <http://institutojunguianorj.org.br/a-teoria-dos-tipos-psicologicos/>. Acesso em: 06 out. 2022.
- LINS, Romulo Campos. Matemática, Monstros, Significados e Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho (org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2012. p. 92-120.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003. 311 p.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 27. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021. 128 p.

MORIN, Edgar. **Ensinar a viver**: manifesto para mudar a educação. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015. 183 p.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015. 120 p.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. 102 p.

MORIN, Edgar; DÍAS, Carlos Jesús Delgado. **Reinventar a educação**: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade. São Paulo: Palas Athena, 2016. 151 p.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da Transdisciplinaridade**. 3. ed. São Paulo: Triom, 1999. 167 p.

PINKER, Steven. **Guia de Escrita**: como conceber um texto com clareza, precisão e elegância. São Paulo: Editora Contexto, 2014. 252 p. Título original: The sense of style: the thinking person's guide to writing in the 21th century. Tradução de Rodolfo Ilari.

WEIL, Pierre. Axiomática transdisciplinar para um novo paradigma holístico. In: WEIL, Pierre; AMBROSI, Ubiratan D; CREMA, Roberto. **Rumo à nova transdisciplinaridade**: sistemas abertos de conhecimento. 5. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1993. p. 9-74.

WRIGHT, Robert. **Steven Pinker**: Scientists & Thinkers. 2004. Disponível em: http://content.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1970858_1970909_1971671,00.html. Acesso em: 4 set. 2022.