SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE MATEMÁTICA

LORENA AMADOR VILHENA

ASPECTOS HISTÓRICOS, CONSTRUTIVOS E CONCEITUAIS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Belém - Pará
2023

LORENA AMADOR VILHENA

ASPECTOS HISTÓRICOS, CONSTRUTIVOS E CONCEITUAIS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Faculdade de Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr.Lênio Fernandes Levy.

Belém - Pará
2023

LORENA AMADOR VILHENA

ASPECTOS HISTÓRICOS, CONSTRUTIVOS E CONCEITUAIS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Faculdade de Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Licenciada em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Lênio Fernandes Levy.

DATA DA AVALIAÇÃO: 19 / 07 / 2023.

CONCEITO: **Excelente**.

_____
Prof. Dr. Lênio Fernandes Levy
Orientador – Faculdade de Matemática, UFPA.

_____
Prof. Dr. Paulo Vilhena da Silva
Membro – Faculdade de Matemática, UFPA.

_____
Prof. Dr. João Cláudio Brandemberg Quaresma
Membro – Faculdade de Matemática, UFPA.

Belém - Pará
2023

RESUMO

A educação matemática crítica não é uma vertente (da educação matemática) que se ocupa de novas metodologias de ensino ou de conteúdos programáticos inéditos, mas dos papéis sociopolíticos da educação matemática. Neste trabalho, através de uma pesquisa qualitativa de caráter teórico, objetiva-se descrever as circunstâncias históricas e ideológicas que favoreceram o surgimento da educação matemática crítica, além de apresentar sua concepção pela perspectiva do educador matemático Ole Skovsmose. Como resultado, tem-se que o apoio dado à racionalidade matemática, surgido a partir de contribuições (matemáticas) para a ciência e para a tecnologia na era moderna, colocou tal racionalidade em uma posição hegemônica. A educação matemática crítica preocupa-se com os efeitos gerados por ações, no contexto da globalização, fundamentadas na matemática. Por fim, tem-se que a educação matemática crítica pode atuar como formadora de indivíduos críticos e reflexivos quanto às manifestações da matemática no mundo contemporâneo.

Palavras-chave: Matemática. Educação matemática. Educação crítica. Educação matemática crítica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....06
2. PANORAMA HISTÓRICO DO SURGIMENTO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA.....09
3. UMA CRÍTICA À MATEMÁTICA.....13
4. UMA CRÍTICA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....18
5. EDUCAÇÃO CRÍTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA INTEGRAÇÃO NECESSÁRIA.....23
6. CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA.....29
6.1. Globalização e guetorização.....29
6.2. Foreground, intencionalidade e significado.....31
6.3. Matemacia.....32
6.4. Cenário para investigação.....33
6.5. Zona de risco.....35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....38
REFERÊNCIAS.....40

1. Introdução

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular)[1] considera o conhecimento matemático necessário para a formação de indivíduos críticos e para o desenvolvimento de competências específicas, na área da matemática, que compreendem a participação de ações investigativas no mundo contemporâneo e a tomada de decisões éticas e socialmente responsáveis a partir da análise de problemas sociais.

No entanto, conforme Malheiros e Fourner (2020), a partir da observância da estrutura das habilidades e competências que compõem a BNCC, tem-se que suas unidades temáticas enfatizam os conteúdos matemáticos e as técnicas para a compreensão destes. Além disso, não incentiva a adoção inequívoca de práticas de ensino, baseadas em teorias legitimadas pela educação matemática, que possuam um viés democrático e político, como a etnomatemática. Logo, percebe-se na BNCC a defesa de uma aprendizagem matemática limitada à compreensão da própria matemática e de suas aplicações no mundo contemporâneo, e não, necessariamente, a argumentação em prol da adoção de uma postura crítica diante das diversas formas de aplicações da matemática em uma sociedade estruturada tecnologicamente, as quais podem ter um caráter positivo, ético e sustentável, ou não.

Uma educação matemática que promova decisões éticas e responsáveis e que considere as problemáticas sociais existentes no mundo globalizado não pode buscar a plenitude caso restrinja-se à transmissão de conceitos e às respectivas aplicações, deixando de lado as condições sociais, culturais e econômicas em que o aluno está inserido ou as suas visões de mundo, as suas experiências e as suas expectativas. O termo transmissão já infere que o aluno deve adotar uma postura passiva em seu processo de aprendizado, fato que contraria a educação dialogada e emancipatória tão apoiada pelo proeminente educador Paulo Freire.

A fim de defender uma educação matemática que leve em conta as necessidades apresentadas e questione o poder estabelecido pela matemática e/ou por ações baseadas nela, a educação matemática crítica opõe-se aos reflexos do ensino tradicional, habitualmente manifestados nas aulas de matemática, e apoia um processo didático com finalidades que superem os interesses próprios da matemática e alcancem uma visão crítica sobre o papel sociopolítico da matemática e da educação matemática.

[1] Norma que rege o sistema educacional brasileiro (Brasil, 2018).

Carvalho e Vinholi Junior (2021) apresentaram resultados sobre pesquisas realizadas no âmbito da educação matemática crítica e publicadas em português, nos últimos anos. Constataram que, somente no ano de 2020, foram desenvolvidos 192 (cento e noventa e dois) artigos acadêmicos. Entre os quais, 111 (cento e onze) foram voltados para a aplicação ou para a elaboração de metodologias de ensino em diferentes níveis de ensino, 71 (setenta e um) para fins de formação de professores e o restante para a elaboração de currículos, entrevistas e feiras de matemática.

Dentro dos critérios classificatórios da Carvalho e Vinholi Junior (2021), nenhum trabalho de cunho teórico-conceitual foi publicado até a realização da pesquisa. Tendo em vista a escassez de investigações que abordem aspectos conceituais pertinentes à educação matemática crítica, este Trabalho de Conclusão de Curso visa a apresentar os principais aspectos históricos e os idealizadores que influenciaram o surgimento e a concepção da educação matemática crítica, assim como a visão conceitual de educação matemática crítica na perspectiva do educador matemático Ole Skovsmose.

A linha de pesquisa adotada é a teórica, classificada por Demo (1985, p. 23) como "aquela que monta e desvenda quadros teóricos de referência" por meio da discussão sobre a formação conceitual e a concepção de educação matemática crítica.

Partindo do contexto histórico de seu surgimento e de alguns dos seus precursores, com destaque ao educador matemático Ole Skovsmose – principal responsável pela ampla disseminação da teoria –, é abordada neste TCC a necessidade de uma educação matemática crítica no contexto tecnológico moderno, bem como (é abordada) a concepção da educação matemática crítica desenvolvida por Skovsmose através de suas múltiplas produções bibliográficas.

Na presente introdução, é/foi realizada uma contextualização temática da pesquisa, seguida de sua importância, de seus objetivos, de seus aspectos metodológicos, de alguns resultados e da organização do trabalho.

No segundo capítulo, são descritos o contexto histórico e os teóricos que motivaram o surgimento da educação matemática crítica; além de alguns dos seus principais idealizadores e dados acerca de pesquisas feitas em educação matemática crítica nos últimos anos.

No terceiro capítulo, é apresentado o poder da matemática sobre a ciência e a tecnologia, e é mostrada a sua caracterização como ciência pura; o que a colocou numa

posição de soberania diante as demais ciências e favoreceu a confiança na racionalidade matemática a partir do período moderno.

No quarto capítulo, é discutida a participação da educação matemática no fortalecimento da concepção da matemática moderna; em seguida, é apresentada a indefinição da educação matemática e a sua relação crítica com a democracia concebida por Ole Skovsmose.

No quinto capítulo, são apresentadas divergências entre as tendências da educação matemática influentes no período de disseminação da educação crítica e os ideais apoiados pela educação crítica; o que apontou para a necessidade do surgimento de uma vertente da educação matemática que se integrasse à educação crítica.

Enfim, no sexto capítulo, a concepção de educação matemática crítica é apresentada conforme a perspectiva de Ole Skovsmose, a partir de conceitos que demonstram preocupações relacionadas ao caráter sociopolítico da educação matemática.

2. Panorama histórico do surgimento da educação matemática crítica

A idealização de uma educação matemática crítica surge a partir de um movimento da educação geral denominado educação crítica, o qual agiu em oposição ao ensino tradicional, que supervaloriza a postura do professor como único detentor do conhecimento e a postura passiva dos alunos no processo de aprendizagem.

A educação crítica foi um movimento desencadeado no continente europeu em meados dos anos 1970. De início, teve forte influência no ensino superior. Seus ideais eram contra o currículo conduzido pelo professor e a neutralidade e a objetividade da ciência. Defendia uma educação na qual os estudos universitários deveriam ser estruturados de modo a desenvolver justiça, igualdade social e participação dos aprendentes nas decisões sobre o estudariam.

A fim de atingir seus objetivos, uma alternativa era implementar uma educação voltada para a resolução de problemas, a execução de projetos, os estudos em grupo e as abordagens temáticas. Logo mais, a ideia defendida pela educação crítica foi popularizada em todos os graus educacionais. Além do nível superior, o fundamental e o médio passaram a aplicar práticas de ensino apoiadas pela educação crítica. A revolução provocada pela educação crítica atingiu, inicialmente, as áreas das ciências humanas e sociais. Conforme o aumento de sua notoriedade, as demais áreas do conhecimento passaram a adotar uma postura interdisciplinar. Nesse momento, a educação matemática também recebeu sua influência, dando surgimento à educação matemática crítica.

Dentre as distintas inspirações teóricas da educação crítica, a noção de diálogo[2] proposta por Paulo Freire mostrou-se relevante para a formulação de processos educacionais com fins emancipatórios[3]. Como descrito por Skovsmose (2008, p. 10), "uma educação crítica não pode ser estruturada em torno de palestras proferidas pelo professor". Essa educação deve ser baseada em diálogos e discussões, de modo a tornar a aprendizagem conduzida pelos interesses dos alunos.

A Escola de Frankfurt com sua Teoria Crítica, também inspirou o movimento educação crítica. Segundo um de seus integrantes, Jürgen Habermas, as ciências poderiam

[2] De acordo com Freire (1970), o diálogo entre professor e alunos dá-se de modo que ambos sejam iguais. O professor não é mais aquele que somente ensina, mas alguém que também aprende através do diálogo com os estudantes. E estes, enquanto ensinam, também aprendem.

[3] A emancipação, na percepção freiriana, de acordo com Jezine (2019), pode ser entendida como a ideia alcançada através da compreensão de conceitos como *diálogo*, *conscientização* – gerada pela problematização da realidade e dos sujeitos inseridos nela, conduz o educador e o educando a valorizar suas culturas tornando a educação um processo "com eles" e não "para eles" – e *práxis* – prática educativa com principal finalidade a humanização e a libertação.

ser caracterizadas por interesses em determinados conhecimentos: as ciências sociais, por exemplo, deveriam ser orientadas para interesses de emancipação (MAGER, 2008). No entanto, a teoria crítica tinha uma visão distinta quanto às ciências naturais e à matemática, que direcionadas para interesses técnicos, dificilmente atenderiam a um fim emancipatório. Nesse sentido, a noção de uma educação matemática crítica representa uma contradição sob o ponto de vista da teoria crítica (SKOVSMOSE, 2008).

No Brasil, o principal representante foi o educador Paulo Freire. Com seu *Método Paulo Freire*, promoveu a alfabetização de adultos sem o uso de cartilhas. Mas, de modo dialógico, através de discussões que priorizavam o universo vocabular do cotidiano de seus alunos, fazendo-lhes compreender que eram capazes de construir cultura (FREIRE, S/D). No processo de alfabetização, seus alunos viam-se como sujeitos protagonistas da própria história, capazes de transformá-la e, consequentemente, tornavam-se conscientes de sua ação sobre o contexto histórico-cultural de que faziam parte. Isso tornava o processo educativo um ato político (FREIRE, 1970).

Após o exílio devido ao golpe de 1964, Paulo Freire atuou como educador em diversos países, dentre os quais os Estados Unidos da américa, em 1968, onde lecionou em Harvard. Nesse período, o país também estava recebendo fortes influência do movimento da educação crítica; e Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia do Oprimido*, demonstrou-se a favor dos ideais do movimento quando criticava a educação bancária que correspondia à educação tradicional (FREIRE, S/D). Diversos teóricos da educação receberam influência de Paulo Freire, inclusive os da educação matemática crítica, entre os quais: Ole Skovsmose, Marilyn Frankenstein e Ubiratan D'Ambrosio (SKOVSMOSE, 2001).

A concepção de uma educação matemática crítica, pelo educador matemático Ole Skovsmose[4], compreendeu os períodos das décadas de 1970 e 1980. No início da década de 1990, a teoria, sob sua perspectiva, foi apresentada formalmente a partir da publicação de seu livro *Towards a philosophy of critical mathematics education* (SKOVSMOSE, 2008).

Skovsmose (2008) reconhece a importância dessa publicação para os passos iniciais de uma educação matemática crítica. Entretanto, admite que a formulação inicial da teoria limitou-se ao contexto europeu quando, em 1994, participou de um projeto de educação matemática, na África do Sul, em um contexto pós-*Apartheid*[5]. Nesse sentido, Skovsmose

[4] Educador matemático dinamarquês, professor emérito da Universidade de Aalborg, Dinamarca, e pesquisador do curso de pós-graduação em educação matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp).
[5] Regime de segregação racial ocorrido entre os anos de 1948 e 1994.

(2008) aponta que houve a necessidade de uma reformulação teórica da educação matemática crítica, na qual deveria ser considerada a noção de globalização e o papel da educação matemática em contextos sociopolíticos, econômicos e culturais.

Uma educação matemática que busca igualdade e justiça social para determinados alunos em um contexto talvez que não exerça o mesmo fim para alunos de contextos diferentes. A manifestação de fenômenos sociais, como pobreza, desigualdade e exclusão, pode ocorrer de modo distinto em cada contexto. Daí a educação matemática crítica manifestar-se, não como um conjunto de metas e de procedimentos, como outros movimentos da educação matemática, mas como uma educação voltada para a justiça social em um mundo complexo, globalizado e repleto de guetos[6] (SKOVSMOSE, 2005, 2008; ALRO & SKOVSMOSE, 2021).

Embora Skovsmose tenha tido destaque na divulgação teórica da educação matemática crítica, tornando-a popularizada através da sua vasta publicação sobre o tema, o movimento teve engajamento de outros autores da educação matemática que defendiam ideais comuns aos apresentados pela educação matemática crítica, ainda que nem todos tenham utilizado sua denominação. Nesse sentido, o movimento tem seu surgimento ainda na década de 1980.

No Brasil, por exemplo, seu maior precursor foi o matemático brasileiro Ubiratan D'Ambrosio, a partir de seu conceito de *etnomatemática*, formulado na década de 1980, o qual compreende não apenas a matemática de diferentes manifestações étnicas, mas as maneiras, artes, técnicas (*ticas*) de lidar com o ambiente, de ensinar e de aprender fatos e fenômenos e resolver problemas (*tema*) concernentes ao meio ambiente natural, sociocultural e imaginário (*etno*) (D'AMBROSIO, 2016, 2018).

D'Ambrosio (2018) critica a abordagem mecanicista do ensino tradicional da matemática, considerando-a o que denomina de "gaiola epistemológica", uma metáfora para designar seu padrão metodológico e linguístico rigoroso e limitado aos próprios interesses da área. Defende que as portas das gaiolas precisam estar abertas para que os indivíduos saiam e voltem com novos aprendizados do mundo exterior. A essência do programa etnomatemática representa a contextualização de conteúdos através de problemas baseados

[6] Pode-se considerar como o lugar onde vivem indivíduos à margem da sociedade (indivíduos guetorizados). Aqueles que vivem em favelas ou próximo a zonas de guerra, em contextos em que a pobreza, a violência e o preconceito têm impactos em suas vidas (SKOVSMOSE, 2017).

na vida real, relacionados ao conhecimento acumulado dos estudantes e a fatos e fenômenos percebidos por eles, que estão “fora da gaiola”.

Outra idealizadora da educação matemática crítica é a estadunidense Marilyn Frankenstein. Em 1983, publicou o artigo intitulado *Educação matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire,* no qual aplicou a teoria da educação crítica de Paulo Freire no ensino de matemática e estatística básicas para as ciências sociais. A visão epistemológica de Freire, contrária à concepção neutra, estática e dicotômica – objetividade e subjetividade – defendida pelo positivismo, tem uma concepção de conhecimento como um processo inacabado e contínuo no qual sua aquisição e a produção de conhecimentos novos fazem parte de dois momentos do mesmo ciclo. A relevância da alfabetização matemática para o desenvolvimento de estratégias específicas para uma educação emancipadora é apoiada considerando que o caráter neutro e objetivo das ciências algorítmicas é recorrentemente utilizado para a manipulação ou obstrução de informações. Nesse sentido, de acordo com Frankenstein (1983), a teoria de Freire aplicada à educação matemática crítica possibilita a percepção do uso da matemática e da educação matemática para o fortalecimento de ideologias hegemônicas e pode desafiar os estudantes a questionarem tais ideologias indicando suas contradições através da estatística.

Nos últimos anos, a educação matemática crítica tem tido uma vasta produção literária. De acordo com Carvalho e Vinholi Junior (2021), de 2016 a 2020, houve um total de 1.410 (mil quatrocentas e dez) publicações. Somente no ano de 2020, 192 trabalhos foram publicados, dentre os quais se destacam a aplicação da educação matemática crítica nos contextos de formação de professores, com 71 (setenta e um) trabalhos; no âmbito do ensino médio, com 50 (cinquenta); e na esfera do ensino fundamental, com 31 (trinta e uma) obras.

A vasta publicação teórica diz respeito, principalmente, à elaboração de referenciais que baseiam práticas de educação matemática, o que é significativo em termos de seguir-se em direção a um ensino de matemática cada vez mais questionador da imposição de poder dos professores e de seu conhecimento sobre os alunos e suas experiências.

3. Uma crítica à matemática

A Modernidade pode ser associada ao profundo desenvolvimento matemático e ao entendimento de fenômenos naturais fundamentados pela linguagem matemática. As conquistas da revolução científica baseadas na matemática – como a conclusão de Johannes Kepler de que as órbitas planetárias são elípticas, tendo o sol como um de seus focos – colocaram essa área do conhecimento numa posição de linguagem ideal para a expressão de fenômenos naturais. Com isso, a matemática tornou-se parte integrante e essencial das ciências naturais para a formulação de suas principais teorias (SKOVSMOSE, 2009, 2014).

A ideia de progresso associada ao desenvolvimento científico transformou a evolução tecnológica, impulsionada pelos conhecimentos científicos da época, em um sinônimo de progresso. As ciências naturais poderiam possibilitar não só o entendimento da natureza, mas o seu domínio, o que permitia conceber a natureza como recurso para elaboração de tecnologias que promovessem o bem-estar e o progresso da humanidade. De acordo com Bacon (2003), o conhecimento atrelado à técnica e à compreensão da natureza é fonte de poder; a matemática, ferramenta descritiva indispensável para finalidades técnicas das ciências naturais, tornou-se o símbolo da racionalidade do progresso. Com isso, foi estabelecida a noção de invenção tecnológica baseada na matemática.

A revolução industrial representou o início do domínio da matemática na produção tecnológica. E, como a ciência assegurava o progresso, a produção tecnológica baseada no conhecimento científico foi marcada com otimismo. Na introdução do livro *The Idea of Progress,* Beard (2013), celebrou a tecnologia como fundamental para o domínio da natureza pela civilização moderna.

A ideia da matemática como disciplina pura foi uma concepção pertinente em todo o período moderno. Mas uma concepção mais radical de sua pureza, baseada em fatores intrínsecos à própria matemática, surge no século XIX, alcançando seu apogeu no início do século XX, a qual possuía uma caracterização axiomática e uma interpretação da matemática como propriedade formalmente pura (SKOVSMOSE, 2014). Das considerações do poder da matemática sobre a ciência e a tecnologia e o seu caráter puro, tem-se a constituição da *concepção moderna da matemática.*

As participações da matemática em grandes descobertas científicas no período moderno colocaram-na em uma posição de soberania quanto às outras ciências, proporcionando confiança absoluta em sua racionalidade. A forte relação entre desenvolvimento científico e progresso, presente na concepção moderna da matemática,

esteve presente nos processos de colonização da história da humanidade, no comércio escravocrata e nos discursos racistas que, posteriormente, tiveram base científica (SKOVSMOSE, 2014).

O domínio tecnológico da natureza, defendido por Francis Bacon (1561-1626), atualmente representa um fator agressivo a ela, fato que classifica a sociedade atual como *sociedade de riscos*[7], na qual gerar riscos ambientais ou sociais é parte constituinte do desenvolvimento tecnológico. Como consequência, torna-se duvidosa a conexão intrínseca entre desenvolvimento científico e progresso. A racionalidade matemática é indispensável às tomadas de decisão de ordem tecnológica integrantes da sociedade contemporânea. Mas tal racionalidade também pode ser duvidosa. Como dito por Skovsmose (2014, p. 78): "[...] (A racionalidade matemática) traz inovações importantes por um lado, mas, por outro, pode causar catástrofes. É uma racionalidade sem essência. É uma racionalidade indefinida. É uma racionalidade crítica".

Por outro lado, há uma nova concepção de matemática distinta da *concepção moderna da matemática*. Trata-se de uma *concepção crítica de matemática*. Para tal, é preciso levar em conta que a matemática faz parte de diferentes práticas, como o desenvolvimento tecnológico, as transações econômicas, os processos de produção, de controle e automatização, e o estabelecimento de rotinas. Essas práticas são exemplos de *matemática em ação,* as quais incluem interesse, riscos e possibilidades diferentes. Não se pode considerar que a matemática em ação tenha qualidades atrativas somente porque possui envolvimento com a matemática. Skovsmose (2009, p.108) ressalta como observação essencial para a concepção crítica da matemática que "[...] como qualquer outra ação, a matemática pode ser boa, ruim, problemática, arriscada, cara, duvidosa, bonita. [...] a matemática em ação não tem uma essência. Não existe uma 'bondade' intrínseca, nem 'maldade' intrínseca na matemática em ação".

Skovsmose (2014) apresenta cinco aspectos da matemática em ação brevemente descritos a seguir:

a) Imaginação tecnológica: o desenvolvimento tecnológico na forma de projetos (máquinas, objetos etc.) e tomadas de decisão (em gerenciamento, economia) é resultado da imaginação tecnológica baseada na matemática.

[7] Termo conceituado pelo sociólogo alemão Ulrich Beck (1944-2015) em seu livro *Risikogesellschaft*, em 1986.

b) Raciocínio hipotético: no formato “se *p* então *q*, embora *p* não aconteça”, é essencial para todo projeto tecnológico. Neste modelo, *p* representa qualquer projeto. Através da investigação da suposição de *p* vir a acontecer, identificam-se suas implicações hipotéticas. Essas implicações não são da vida real, mas somente calculadas. As diferenças entre implicações reais e calculadas não são óbvias. Essa é uma característica presente em toda obra de engenharia, por exemplo. Os cálculos são baseados em modelos para se estimarem os efeitos de ações ainda não realizadas.

c) Justificação ou legitimação: a noção de justificação consiste no apoio honestamente lógico de uma ação. Já a noção de legitimação, consiste em legitimar uma ação sem considerar rigorosamente o aspecto lógico. A matemática pode tornar confusa a distinção. Um modelo matemático pode servir tanto para justificar quanto para legitimar um ponto de vista. Por exemplo, grandes obras de engenharia contam com modelos matemáticos para a previsão de seus efeitos, como em termos de impactos ambientais. Entretanto, o modelo matemático pode ser apresentado de modo que as implicações ambientais fiquem dentro de um limite aceitável. O vazio entre o modelo e o que de fato será concretizado pode ser grande. Mas o modelo já cumpriu seu dever de legitimar a obra, como se a sua única finalidade fosse legitimar uma decisão já tomada.

d) Realização: Michel Foucault (1926-1984) comprovou que a linguagem científica de determinada época pode não representar a reflexão apropriada do fenômeno que supõe descrever, ou seja, a linguagem científica pode impor ordem, de acordo com seus interesses, sobre determinado fenômeno. Nesse sentido, o poder é exequível por meio da linguagem. De acordo com o relativismo linguístico, formulado por Edward Sapir (1884-1939) e Benjamin Lee Whorf (1897-1941), a linguagem não só descreve, como também molda a realidade, contribuindo para a formatação da realidade ao projetar crenças, concepções prioridades etc. Disso e da comprovação de Foucault, o discurso científico traz uma formatação através de seus “regimes de verdade”. Portanto, tem-se o caráter performático da linguagem e sua interação com o poder. A matemática, muitas vezes interpretada como linguagem neutra, também possui, no entanto, seu aspecto performático quando seu modelo

torna-se parte da *tecnonatureza*[8], por exemplo, através de suas inovações informáticas e comunicacionais.

e) Dissolução da responsabilidade: ações são associadas a um sujeito agente. Mas, quando baseadas em matemática, a ação parece ser realizada sem um sujeito; e, se não há sujeito, a noção de responsabilidade desaparece. Ações baseadas na matemática parecem ser as mais relevantes nas situações que a envolvem, como se fossem determinadas por uma autoridade objetiva, já que a matemática as tornou necessárias. Disso, a eliminação da responsabilidade matemática faz parte das performances matemáticas que participam da dinâmica entre conhecimento e poder.

A matemática em ação pode ser associada a maravilhas, como as descobertas da pesquisa médica que contribuíram para o desenvolvimento de vacinas; assim como a horrores, como ações militares para a realização de guerras civis. Nenhum dos dois exemplos são realizáveis sem o uso da matemática. Skovsmose (2014) considera que a dicotomia maravilhas-horrores relacionada à matemática não é tão relevante. É necessário reconhecer a dificuldade em estabelecer um esquema coerente, capaz de avaliar a matemática em ação.

Como outras ações, a matemática em ação pode ocasionar diferentes consequências, que têm a avaliação dependente da percepção e do contexto. Isso retoma a concepção crítica da matemática, que representa uma racionalidade empregada para qualquer fim. A matemática não tem essência. A ação matemática é capaz de atender a qualquer interesse; por isso, necessita de reflexões. Essas reflexões devem ser conduzidas considerando-se particularidades da ação, incluindo seu contexto (SKOVSMOSE, 2008).

A concepção moderna da matemática demonstra dispensar reflexões acerca da tecnologia devido a confiança na ideia de que a presença da matemática representa uma garantia de progresso; na visão da matemática em ação, a matemática é parte integrante dos diferentes modos de formatação presente nos diferentes ambientes da tecnonatureza do século XXI. Mas essa formatação não simboliza a certeza de uma melhoria das circunstâncias. Além disso, a concepção moderna da matemática percebe a matemática como racionalidade pura, ou seja, como uma sublime representação do pensamento crítico que pode ser objeto de reflexão. Porém, ao analisar a matemática em ação, nota-se a necessidade

[8] Ambiente estruturado tecnologicamente pela sociedade contemporânea.

de abordar a racionalidade matemática de modo crítico, o que implica adotar uma postura reflexiva perante as ações baseadas na matemática, conforme indicado por Skovsmose:

> Matemática em ação significa ação, e, como qualquer forma de ação, requer reflexão. Ações podem ser perigosas, corajosas, arriscadas, inofensivas, benevolentes, meritórias etc. E, do mesmo modo, ações baseadas em matemática também podem ser assim. A reflexão crítica é necessária, e uma demanda ética passa a ser um desafio importante para tudo o que se refere à matemática (SKOVSMOSE, 2014, p. 89).

Portanto, a concepção moderna da matemática favoreceu a concepção positiva (e progressista) das ações baseadas na matemática no contexto científico e tecnológico. Isso influenciou também o campo educacional, que, mediante a educação matemática, disseminou a confiança na racionalidade matemática, fortalecendo o seu regime de verdades e a sua soberania perante as outras ciências.

4. Uma crítica à educação matemática

A matemática como disciplina acadêmica e, consequentemente, como disciplina escolar é uma etnomatemática originada nas culturas mediterrâneas e mesopotâmicas e desenvolvida na Europa, com contribuições indianas e islâmicas, que, nos séculos XVI e XVII, alcançou o formato posteriormente imposto às outras regiões do mundo. Devido à sua importante participação no desenvolvimento científico e tecnológico ocorrido a partir do século XVII, a matemática adquiriu um caráter universal (D'AMBROSIO, 2007, 2016, 2018).

Entretanto, a universalização da matemática, como um aspecto da globalização, propagou-se diferentemente de outros aspectos da dominação europeia. O cristianismo, por exemplo, sofreu modificações ao absorver elementos da cultura subordinada no seu processo expansionista. Por outro lado, a matemática não sofreu as mesmas modificações e adquiriu um caráter absolutista, sem admitir variações ou qualquer tipo de relativismo (D'AMBROSIO, 2007).

Nesse sentido, D'Ambrosio (2016) afirma que há uma "matemática dominante", desenvolvida nos países centrais e, por vezes, utilizada como instrumento de dominação; os que dominam essa matemática posicionam-se com o poder de eliminar a matemática do dia a dia, semelhantemente como ocorre com outras formas culturais relacionadas à arte, ao comportamento e à religião.

A educação matemática, por outro lado, sob a visão de Skovsmose, não é definida somente pelos seus aspectos negativos, como o de dominação cultural apresentado anteriormente; nem mesmo por aspectos positivos. A educação matemática é caracterizada como indefinida[9], podendo atender aos mais diversos propósitos sociais, políticos ou econômicos (SKOVSMOSE, 2014).

O ensino tradicional da matemática, por exemplo, tem o *paradigma do exercício* como um de seus principais pilares (SKOVSMOSE, 2008). Neste, os exercícios são criados artificialmente, sem a necessidade de verificar-se se as informações contidas neles correspondem à realidade. As informações que constam em seus enunciados devem ser recebidas como absolutamente precisas e verdadeiras, e entendidas como necessárias e suficientes para calcular *a* solução correta. Os estudantes não precisam ir em busca de outras

[9] Skovsmose (2014) esclarece o sentido de *indefinição* como um processo social com resultados imprevisíveis. Uma situação aberta.

informações. E, naturalmente, a possibilidade de verificar a correspondência dos dados da questão com informações reais torna-se impensável.

Esse paradigma remete ao principal objetivo da industrialização: o controle da mão de obra. A revolução industrial teve como uma de suas características confinar trabalhadores em fábricas, fornecendo-lhes as ferramentas necessárias para que concluíssem suas tarefas o mais rápido possível sem precisarem deslocar-se. De modo similar, no ensino tradicional da matemática, todas as informações são disponibilizadas, e os estudantes permanecem quietos em suas carteiras, em busca da única resposta certa do exercício que lhes foi proposto (SKOVSMOSE, 2014).

A educação matemática também pode ser praticada sem fins de fortalecer os ideais do seu ensino tradicional. A educação matemática, em seus diferentes empregos e finalidades, é passível de exercer o papel de potencializar as capacidades sociais e políticas dos alunos. Como exemplo, Skovsmose (1994) apresenta o *Projeto Energia* desenvolvido na Dinamarca com alunos de 14 e 15 anos. Neste, os estudantes construíram modelos matemáticos de consumo e geração de energia; na fase inicial do projeto, os alunos calcularam o quanto de energia consumiram em seu café da manhã e o quanto dispensaram em uma volta de bicicleta (considerando fatores como velocidade e área frontal do ciclista). Em seguida, o trabalho voltou-se para a produção e o consumo de energia de uma propriedade rural do setor alimentício; nesse contexto, os alunos criaram seus modelos matemáticos a partir de condições que consideraram relevantes, bem como a partir da busca de informações.

No processo, os estudantes aplicaram e desenvolveram conceitos matemáticos para solucionar o problema e, simultaneamente, conscientizaram-se sobre questões socioeconômicas, tais como o uso racional de fontes energéticas e o combate à fome em uma economia globalizada.

Semelhantemente à indefinição da educação matemática, a relação entre educação matemática e democracia[10] também não possui uma definição clara. Skovsmose e Valero (2002) apresenta três visões da relação entre a educação matemática e a democracia.

A primeira diz respeito a *ressonância intrínseca*, a qual defende que a educação matemática e a democracia possuem uma relação harmônica; a segunda, *dissonância*

[10] Compreendida por Skovsmose e Valero (2002) na esfera das interações sociais – onde as relações sociais criam condições de vida materiais e culturais –, em que a democracia representa uma "forma de vida", uma *ação política em aberto*, e não apenas um conceito voltado para interesses institucionais associados à distribuição de direitos e deveres.

intrínseca, aponta que a educação matemática construiu um obstáculo sistemático de acesso a valores democráticos e, por fim, a *relação crítica* entre a educação matemática e democracia é a perspectiva defendida pelo autor. A seguir, as relações mencionadas são melhor descritas:

a) *Ressonância intrínseca*: a consolidação científica e industrial do mundo ocidental foram processos consideravelmente dependentes da matemática, colocando-a em uma posição central entre as demais ciências. Consequentemente, foi confinada à educação matemática a função de expandir capacidades tecnológicas a todos os níveis sociais. Apesar das reformas ocorridas no ensino da matemática nas últimas décadas, sua finalidade ainda é associada ao desenvolvimento tecnológico que contribui para o "progresso" e o "bem-estar social". Nesse sentido, o ensino da matemática deve desenvolver nos cidadãos a competência de perceber a tecnologia e as suas aplicações no mercado de trabalho para que não sejam *tecno-excluídos*. Além disso, a educação matemática pode fornecer a capacidade argumentativa baseada no raciocínio matemático a todos os cidadãos, de modo a incluí-los na vida política. Nessa perspectiva, a educação matemática dá poder aos cidadãos.

b) *Dissonância intrínseca*: a participação da matemática no desenvolvimento tecnológico e científico colaborou para a construção de armas modernas e a devastação do meio ambiente. Fatos como esses atestam a influência negativa da matemática para a sociedade contemporânea. No mesmo sentido, a educação matemática desempenhou um papel negativo ao admitir uma função de exclusão social por meio da geração de processos de seleção e segregação social que distinguem aqueles que têm acesso ao poder e ao prestígio fornecido pela matemática daqueles que não o tem. Como abordado por Bourdieu (2008), a educação matemática possui o papel de produzir uma elite e um poder de manter os filtros sociais e ideológicos para o conhecimento. A ressonância intrínseca legitima a estratificação social conduzida pela educação matemática, o que contraria a concepção de democracia baseada na igualdade de direitos e deveres.

c) *Relação crítica*: a relação entre a educação matemática e a democracia é uma relação crítica, ou seja, uma relação com dois sentidos que não implica a

> ligação intrínseca da educação matemática com os ideais democráticos e, simultaneamente, não exclui a possibilidade da participação da educação matemática na luta pela democracia. A educação matemática possui a capacidade de contribuir para o desenvolvimento democrático, mas tal capacidade não está associada de modo intrínseco a uma natureza democrática da matemática e da educação matemática. Mesmo que a educação matemática tenha servido a interesses democráticos, ela também participou de eventos em que a democracia foi posta em risco ou até substituída, como na *Alemanha Nazista*[11] e no *Apartheid*[12] ocorrido na África do Sul. A direção que a educação matemática pode tomar é uma questão em aberto, não obedecendo a uma lógica formal. Uma educação matemática com pretensões democráticas, de fato, não pode restringir-se às finalidades próprias da matemática; deve abranger fatores sociais, políticos e econômicos.

As apresentações da indefinição da matemática e da relação crítica entre a educação matemática e a democracia sugerem que a educação matemática não é por natureza estratificadora, excludente e antidemocrática ou libertadora, inclusiva e democrática. Essas condições dependem de fatores voltados para as intenções por trás dos objetivos e interesses que regem o formato predominante da educação matemática, o qual é caracterizado, ainda, pelo ensino tradicional da matemática e pela valorização do já mencionado paradigma do exercício (SKOVSMOSE & VALERO, 2002; SKOVSMOSE, 2014).

De acordo com o *regime de verdades* estabelecido por Foucault (1979), cada sociedade desenvolve categorias que estabelecem seu regime de verdade. Todo discurso é exercido sob influência da cultura e do contexto histórico-social que é construído e, com isso, atua de modo a reforçar o que é ou não aceito como verdade:

> A verdade é deste mundo; ela é produzida nele graças a múltiplas coerções e nele produz efeitos regulamentados de poder. Cada sociedade tem seu regime de verdade, sua "política geral" de verdade: isto é, os tipos de discurso que ela acolhe e faz funcionar como verdadeiros; os mecanismos e as instâncias que permitem distinguir os enunciados verdadeiros dos falsos, a maneira como se sanciona uns e

[11] Período em que a educação matemática colaborou com a disseminação de ideais genocidas. Através de exercícios, os estudantes calculavam a economia que o Estado alemão teria se exterminasse determinado número de indivíduos com deficiências físicas ou doenças psiquiátricas (MEHRTENS, 1987; SKOVSMOSE, 2014).

[12] A fim de garantir que os negros não ascendessem socialmente, a educação matemática nesse regime serviu como uma "ocupação da mente", de acordo com Khuzwayo (1998).

> outros; as técnicas e os procedimentos que são valorizados para a obtenção da verdade; o estatuto daqueles que têm o encargo de dizer como funciona o verdadeiro (FOUCAULT, 1979, p. 12).

Analogamente, o ensino da matemática tradicional abriga seu regime de verdades através de regras que pouco estão relacionadas a objetivos de aprendizagem, mas ao cumprimento do propósito de estabelecer uma obediência cega às ordens manifestadas no modelo padronizado dos enunciados de exercícios, tais como: “resolva…”, “encontre…”, “calcule…” (SKOVSMOSE, 2008, 2014; ALRO & SKOVSMOSE, 2021).

A série de ordenamentos que acompanha o paradigma do exercício contribui para a adoção, pelos estudantes, de uma postura de submissão aos regimes de verdades estabelecidos pela sociedade contemporânea e habilita-os para processos produtivos que têm a execução de ordens sem questionamentos como um requisito essencial (SKOVSMOSE, 2014). Essa postura pouco contribui para a potencialização de capacidades cognitivas, sociais, políticas e humanas dos alunos e para fatores democráticos que considerem a matemática de diferentes contextos e realidades.

5. Educação crítica e educação matemática: uma integração necessária

Skovsmose (2001) faz uma análise das relações entre educação matemática – identificada com o conceito alemão *Didaktik der Mathematik* ou, simplesmente, como o processo educacional da matemática – e a educação crítica, a fim de identificar se os movimentos da educação matemática, dominantes no período de surgimento e influência da educação crítica, apoiavam ideais condizentes aos defendidos pela educação crítica.

Antes de relacionar as duas teorias, o autor resumidamente apresenta as principais ideias da educação crítica. Entre os principais aspectos da teoria, a relação entre professor e aluno assume um papel relevante. Baseado na concepção de Paulo Freire de uma relação professor-aluno voltada para a "pedagogia emancipadora", na qual o professor deixa de ser meramente o que ensina e torna-se alguém que ensina e aprende, no diálogo com os estudantes, em um processo de aprendizado no qual todos tornam-se responsáveis (FREIRE, 1970).

As ideias de uma educação voltada para o diálogo e para a relação estudante-professor surgem com a finalidade de tornar a educação parte de um processo de democratização. Nesse sentido, a educação tida como relação social não deve possuir aspectos predominantemente não democráticos, ou seja, "o processo educacional deve ser entendido como um diálogo" (SKOVSMOSE, 2001, p. 21).

Skovsmose (2001) apresenta três pontos-chave que considera como os principais da educação crítica. Como primeiro ponto, tem-se o envolvimento dos estudantes no controle do processo educacional, atribuindo-se aos estudantes uma *competência crítica.* Tal atribuição deve-se a razões classificadas como *de fato*, pois os estudantes, em suas experiências fragmentadas, possuem uma experiência geral que os possibilita, no diálogo com o professor, identificar assuntos relevantes aos seus interesses imediatos e aos interesses educativos gerais para a formulação do processo educativo. E, também, por razões *de princípio*, segundo as quais, se uma educação tem pretensões de desenvolver competência crítica, tal competência não deve ser imposta, mas desenvolvida com base em capacidades existentes.

O próximo ponto da educação crítica é relacionado ao conteúdo, ao currículo. Tanto o professor quanto os estudantes devem estabelecer uma distância crítica do conteúdo da educação. O que pode ser chamado de *currículo crítico*[13]. Em um currículo crítico são

[13] Uma possível tradução para o termo alemão *Fachkritik*, indicada em Skovsmose (2001).

colocados princípios aparentemente neutros para a estruturação de uma nova perspectiva, a fim de revelar tais princípios como carregados de valores. As questões relacionadas a um currículo crítico, dentro do contexto da educação matemática, envolvem:

> 1) A aplicabilidade do assunto: quem o usa? Onde é usado? Que tipos de qualificação são desenvolvidos na EM? 2) Os interesses por detrás do assunto: que interesses formadores de conhecimento estão conectados a esse assunto? 3) Os pressupostos por detrás do assunto: que questões e que problemas geraram os conceitos e os resultados na matemática? Que contextos têm promovido e controlado o desenvolvimento? 4) As funções do assunto: que possíveis funções sociais poderia ter o assunto? Essa questão não se remete primariamente às aplicações possíveis, mas à função implícita de uma EM nas atitudes relacionadas a questões tecnológicas, nas atitudes dos estudantes em relação a suas próprias capacidades etc. 5) As limitações do assunto: em quais áreas e em relação a que questões esse assunto não tem qualquer relevância? (SKOVSMOSE, 2001, p.22).

O último ponto-chave refere-se às *condições fora do processo educacional*. Pode-se dizer que esse ponto está associado ao processo de ensino-aprendizagem direcionado para problemas existentes fora do contexto educacional. Dois critérios são fundamentais para selecionar esses problemas. O subjetivo, que diz respeito ao problema tido como relevante na perspectiva dos estudantes, sendo possível defini-lo em termos próximos das suas experiências e dos seus quadros teóricos. E o objetivo, que define que a relação entre o problema e os problemas sociais existentes deve ser próxima. Esse ponto põe em perspectiva os outros dois apresentados. O direcionamento para problemas denota a importância do engajamento crítico como parte constituinte da educação.

As ideias da educação matemática sobre matemática e educação, dentro das suas vertentes didático-pedagógicas, são diversas e distintas. Nesse sentido, Skovsmose (2001) fez a distinção entre três alternativas da educação matemática – estruturalismo, pragmatismo e *orientação para o processo* –, e a educação crítica e apontou as contradições existentes entre as teorias.

O *estruturalismo* é caracterizado pela defesa de que a essência da matemática pode ser determinada a partir da cristalização de seus conceitos fundamentais e da análise lógica das suas teorias existentes. Os defensores do estruturalismo denotam uma negação quase completa à educação crítica. Um de seus apoiadores, Jean Dieudonné[14], apresenta uma negação das ideias de competência crítica e, implicitamente, de distância crítica e engajamento crítico na sua seguinte afirmação:

[14] Matemático francês (1906-1992) componente da liderança do grupo francês intitulado Bourbaki (DUARTE; SILVA, 2006).

> [...] se as pessoas responsáveis por construir o currículo escolar pudessem ser persuadidas a consultar matemáticos profissionais a fim de entender a relevância de suas decisões para a ciência como é praticada na universidade e além, poderíamos ainda testemunhar, um dia, algum ensino sensato de matemática do jardim de infância à universidade (DIEUDONNÉ, 1973, p. 19).

A visão do estruturalismo é semelhante à da pedagogia tradicional, limitando o processo educacional ao "ensinar disciplinas". O que pode ser visto como um princípio que governa a seleção e a apresentação dos assuntos escolares. Ou seja, a construção dos conhecimentos deve estar de acordo com estruturas e conteúdos escolhidos independentemente dos interesses dos estudantes.

A tendência pragmática ou *pragmatismo* considera que a essência da matemática limita-se às suas aplicações. No processo educacional, é relevante ilustrar os diversos modos de utilidade da matemática. Essa tendência manifesta-se como uma oposição ao estruturalismo da década de 1960. Embora considere a matemática como uma atividade de construção de modelos, e não como resultados (PEIRCE, 1960), sua abordagem desconsidera a competência crítica. Os exemplos de modelagem defendidos pelo pragmatismo implicam transitar de um exemplo a outro, nos quais os estudantes realizam cálculos e encontram soluções para problemas previamente definidos. Apesar de ser orientada para problemas, para que seus ideais condigam com os da educação crítica, seus problemas devem ser relacionados com situações e conflitos sociais fundamentais que levem os estudantes a identificá-los como "seus problemas", e não pertencentes a "realidades de faz de conta".

De acordo com a vertente *orientação-para-o-processo*, a essência da matemática não está em seus conceitos ou em sua aplicabilidade, mas no *insight* matemático; tem como interesse principal dar aos estudantes a oportunidade de realizarem suas descobertas (FREUDENTHAL, 1973).

A *orientação-para-o-processo* rejeita o uso da realidade hipotética no processo educacional, apoiada pelo *pragmatismo*, defende uma matemática rica em relações (relações com uma realidade já vivida). É perceptível a similaridade dessa vertente com outras tradições da educação que centralizam o aluno no processo de ensino-aprendizagem, tais como o movimento progressivista, surgido no início do século XX.

Suas limitações quanto às ideias defendidas pela educação crítica são semelhantes às encontradas nas tendências apresentadas anteriormente, principalmente no quesito de voltar seus fins educacionais exclusivamente para a matemática e para as suas propriedades.

Como conclusão, Skovsmose (2001) aponta que não existe uma relação próxima entre a educação matemática, em termos das três vertentes apresentadas, e a educação crítica. Evidentemente, o estruturalismo mostrou-se como a mais contraditória em relação à educação crítica; por outro lado, nem mesmo o pragmatismo ou a *orientação-para-o-processo* mostraram-se próximos aos seus ideais. A integração entre a educação matemática e a educação crítica é defendida a partir de aspectos da relação entre tecnologia, sociedade e currículo.

A tecnologia, segundo Ellul (1964), tem dominado todos os elementos da civilização, de tal modo a tomar o homem como objeto. Daí, define civilização técnica como a civilização construída pela técnica, para a técnica e exclusivamente técnica. Sua definição determinista está relacionada ao poder e às relações de poder, pois, através da tecnologia, pode-se estabelecer ou intensificar relações de poder. Diante disso, o indivíduo está situado em uma civilização onde as relações de poder são determinadas pela sua estrutura tecnológica.

Skovsmose (2001, p. 35) acentua que as "relações de poder podem ser imersas em uma organização curricular específica". Um posicionamento contrário à "necessidade" de elaboração de um material pré-preparado, incentivada nas décadas de 50 e 60 nos EUA por interesses políticos, econômicos e culturais da época, fato que recebeu notoriedade, influenciando a adoção de outros países, inclusive do Brasil. Nesse sentido, os conteúdos do currículo são determinados por forças econômicas ligadas às relações de poder, e o currículo pode atuar como uma extensão das relações sociais existentes.

A partir das duas teses acima apresentadas, Skovsmose (2001) discute sobre um terceiro aspecto, associado à educação matemática, que envolve a relação entre estudantes. Em termos gerais, no sistema educacional, a estrutura do conhecimento dos estudantes é transformada, assim como a estrutura das relações sociais entre os estudantes. Estes desenvolvem uma postura em relação à sociedade tecnológica, compreendem que alguns dominam a solução de problemas tecnológicos e outros não. Como resultado, alguns tomam uma postura servil diante de questões tecnológicas em relação àqueles que dominam tais questões. Diante disso, a tese de Skovsmose sobre a educação matemática no sistema educacional é de que:

> [...] a EM funciona como a mais significante introdução à sociedade tecnológica. É uma introdução que tanto dota (uma parte dos) estudantes com habilidades técnicas relevantes, quanto dota (todos os) estudantes com uma atitude "funcional" em relação à sociedade tecnológica ("funcional" é visto da perspectiva das estruturas de poder dominantes) (SKOVSMOSE, 2001, p. 37).

Do ponto de vista da educação crítica, a educação não deve servir como uma reprodução passiva das relações sociais existentes e das relações de poder. A educação deve ser ativa na identificação (das) e no combate às disparidades sociais. A educação crítica é o movimento educacional que impulsionou a negação da estruturação dominante do currículo como resultado de fatores meramente históricos e acidentais.

Diante disso, Skovsmose (2001, p. 38) defende que "é necessário aumentar a interação entre a EM e a EC, se queremos que a EM não se degenere em um dos mais importantes modos de socialização dos estudantes na sociedade tecnológica". Como alternativa solucionática para a integração das educações matemática e crítica, Skovsmose (2001) recomenda a educação matemática orientada para problemas. E, para a seleção dos problemas, define critérios que consistem em:

> 1) Deveria ser possível para os estudantes perceber que o problema é de importância. Isto é, o problema deve ter relevância subjetiva para os estudantes. Deve estar relacionado a situações ligadas às experiências deles. 2) O problema deve estar relacionado a processos importantes na sociedade. 3) De alguma maneira e em alguma medida, o engajamento dos estudantes na situação-problema e no processo de resolução deveria servir como base para um engajamento político e social (posterior) (SKOVSMOSE, 2001, p. 40).

Os critérios apresentados incorporam as intenções da educação crítica. Entretanto, não desempenham uma função relevante nos conteúdos da educação matemática — considerando as tendências epistemológicas apresentadas. Pois, normalmente, a educação matemática tem seus critérios limitados à própria matemática: à lógica das suas estruturas, à aplicabilidade ou ao modo matemático de pensar (SKOVSMOSE, 2001).

Por outro lado, conceber uma educação crítica considerando o contexto tecnológico torna-se difícil; já que considera a tecnologia interesse das ciências naturais por conta de seu caráter técnico oposto aos ideais emancipatórios das ciências sociais. Isso impede a educação crítica de realizar análises da função sociológica da tecnologia (SKOVSMOSE, 2001).

Com isso, torna-se necessária, para os assuntos tecnológicos e para a matemática, a inclusão de questões éticas, isto é, a educação crítica deve ser integrada às ciências técnicas e à matemática, a fim de que não perca sua relevância e não se torne acrítica. Da necessidade

dessa integração, surge a necessidade da concepção de uma educação matemática de caráter crítico, que pode ser denominada educação matemática crítica.

6. Concepção de educação matemática crítica

Skovsmose (2009, 2014) apresenta *Fenômeno* e *discurso sobre o fenômeno* como elementos em constante interação. Não ao ponto de a mudança do discurso ser capaz de modificar o fenômeno, mas de a mudança do discurso ser capaz de modificar preocupações que podem, de certa forma, ter influência sobre o fenômeno. Dado esse raciocínio, o autor, através de alguns conceitos, expressa certas preocupações a respeito da educação matemática[15]. Tais preocupações visam a esclarecer o que vem a ser a educação matemática crítica. Não se fala sobre "a definição" ou "o conceito" da educação matemática crítica, mas de preocupações – sem limitação quantitativa – que podem caracterizá-la.

As preocupações que caracterizam a educação matemática crítica também não são elucidadas objetivamente como uma lista de preocupações. Mas são preocupações que dizem respeito às formas por que a educação matemática tende a manifestar-se, podendo ser estratificante, seletiva, determinante e justificadora de inclusões e exclusões (SKOVSMOSE, 2005).

A educação matemática crítica não se limita a uma subárea da educação matemática ou a uma nova tendência de ensino da educação matemática. Nesse sentido, sua ocupação não gira em torno de metodologias pedagógicas ou de conteúdos programáticos, nem pode ser constituída a partir de um currículo. De acordo com Skovsmose (2008, p.101), a educação matemática crítica é "[...] a expressão das preocupações sobre os papéis sociopolíticos da educação matemática". Preocupações associadas à prática e à pesquisa em educação matemática. Dentre os conceitos que atravessam a educação matemática crítica, a seguir são elucidados aqueles mais relevantes aos objetivos do presente trabalho.

6.1 Globalização e guetorização

A universalização da matemática como disciplina acadêmica imposta pela Europa às demais regiões do mundo, devido seu domínio científico e tecnológico, caracteriza-se como um exemplo do processo de globalização (D'AMBROSIO, 2007). A globalização ocorreu a partir da expansão marítima dos séculos XV e XVI, acompanhada pelo extermínio e pela invasão cultural, concebendo culturas de nativos como inferiores (SKOVSMOSE, 2008).

A globalização, na contemporaneidade, pode ser associada a novas conexões viáveis entre grupos sociais que antes eram desconectados pelos limites geográficos. Essas conexões

[15] A educação matemática, nesse contexto, deve ser considerada de modo abrangente; não está direcionada para tendências específicas, mas para formas diferentes de sua manifestação como um todo.

possibilitam que um grupo de indivíduos afete, positiva ou negativamente, outro grupo de um contexto sociocultural totalmente distinto. Embora a globalização represente uma *abertura de fronteiras* que favorece a ideia de que o mundo tornou-se uma imensa comunidade em que é possível o compartilhamento de preocupações e a construção de grandes redes de apoio (SKOVSMOSE, 2005), a globalização também representa a destruição de comunidades (BAUMAN, 1999).

Sua concepção abriga aspectos positivos e negativos. De acordo com Bauman (1999, p.7): "Para alguns, a 'globalização' é o que devemos fazer para que sejamos felizes; para outros, é a causa da nossa infelicidade. Para todos, porém, 'globalização' é o destino irremediável do mundo, um processo irreversível".

Dentre os aspectos negativos do mundo globalizado, tem-se a formação de guetos (guetorização) como um de seus efeitos. O termo *guetorização* é associado por Skovsmose (2005) ao *Quarto Mundo*, de Castells e Espanha (2007), conceituado como um processo multiforme de exclusão social. O gueto pode ser restrito a um certo grupo de pessoas que se encontram à margem da sociedade; embora não sejam bem-vindas na sociedade, no gueto vivem de acordo com sua cultura e com suas tradições (SKOVSMOSE, 2005).

Entretanto, com a expansão da globalização, os guetos que surgiram na era pós-moderna podem ser distintos de uma comunidade. Bauman (2003) apresenta novas formas de guetos chamados *hiperguetos* que, diferentemente dos guetos ditos clássicos, classificados como comunidades, são identificados somente como uma prisão que serve como uma estratégia de confinar e imobilizar sujeitos que não têm funções a desempenhar na economia informacional.

Skovsmose (2005, 2008) considera a globalização e a guetorização como diferentes perspectivas da sociedade que estão relacionadas com escolaridade, educação e aprendizagem numa visão geral. E, a educação matemática contribui para a formação de tais perspectivas. Por exemplo, grande parte das pesquisas realizadas em educação matemática baseia suas abordagens em uma sala de aula prototípica, onde há professores formados; com todos os recursos pedagógicos necessários, inclusive os tecnológicos; alunos motivados e que não passam fome. Os discursos promovidos sobre educação matemática têm como parâmetro essa *sala de aula modelo* (SKOVSMOSE, 2008, 2009, 2014).

Isso oculta como a educação matemática manifesta-se em situações de inclusão e de exclusão no nível global. Nesse sentido, é objetivo da educação matemática crítica questionar estereótipos estabelecidos pela pesquisa em educação matemática, a fim de apoiar

discursos que representem de fato realidades expressas pelos diferentes contextos educacionais.

6.2 Foreground, intencionalidade e significado

A noção de *foreground* está relacionada à interpretação que cada indivíduo faz das oportunidades de vida em relação ao que considera aceitável e possível dentro do seu contexto sócio-político-cultural (SKOVSMOSE *et al*, 2009; SKOVSMOSE *et al*, 2012; SKOVSMOSE, 2009, 2014, 2018). Tal noção defende que o interesse dos estudantes no processo de aprendizagem está baseado no significado que atribuem ao aprendizado em relação ao seu futuro. Foregrounds não são condições determinadas unicamente por fatores sociais presentes em índices socioeconômicos. A maneira como cada indivíduo interpreta suas possibilidades também é relevante.

Os foregrounds não devem ser interpretados de modo estático e unificado, já que podem ser desenvolvidos de diferentes maneiras, a depender do contexto e das múltiplas expectativas e perspectivas que cada indivíduo experiencia no decorrer de sua vida. Um foreground pode ser repleto de obstáculos ou ausente de possibilidades, pode ser estruturado tanto em termos de possibilidades, esperanças e aspirações, quanto de impossibilidades, medos e aversões. Nesse sentido, o foreground representa as dinâmicas interpretações das possibilidades futuras de uma pessoa ou um de grupo.

De acordo com Skovsmose (2014, 2018), as intencionalidades são estruturadas sociopoliticamente por fatores de âmbito cultural, religioso e econômico. As intencionalidades representam os motivos que um indivíduo tem para aprender, e o foreground pode elaborá-las. A intencionalidade está relacionada à direcionalidade das ações do indivíduo que são baseadas no seu background (experiências passadas) e, principalmente, em seu foreground. Existe uma relação próxima entre a intencionalidade de um sujeito e seu foreground, ou seja, o foreground pode ser visto como um impulsionador de motivações. Desse modo, as intenções de aprendizagem[16] dos estudantes estão fortemente relacionadas ao seu foreground.

A noção de significado tem uma complexa estruturação filosófica e possui uma significativa relevância na fundamentação das teorias de aprendizagem. Skovsmose (2018) sugere uma interpretação de significado baseada em termos de foreground. O significado,

[16] Aprendizagem associada às condições sociais, políticas, culturais, econômicas e ao modo de interpretá-las (SKOVSMOSE *et al.*, 2012).

nessa concepção, considera a dimensão sociopolítica das *experiências de significado*[17] e defende a importância de estabelecer significados em atividades propostas em sala de aula. Ou seja, as experiências de significado construídas nas atividades de matemática estão associadas às oportunidades futuras, à visualização de possibilidades, ao foreground dos alunos. Essa interpretação de significado feita por Skovsmose é baseada na dificuldade que estudantes têm de perceber alguma relação sensata entre o seu futuro e aquilo que realizam nas aulas de matemática. Como uma forma de possibilitar a construção de significados nas atividades propostas nas aulas de matemática, Skovsmose (2009) propõe a criação de cenários para investigação[18] a fim de estabelecer relações entre as atividades e o foreground dos alunos.

6.3 Matemacia

Dois conceitos mostram-se relevantes para a compreensão de matemacia no contexto da educação matemática crítica. O primeiro diz respeito à *literacia*, na concepção de Paulo Freire, que não se limita à interpretação, leitura e escrita de palavras, mas das situações históricas, políticas, sociais e culturais e dos mecanismos de repressão em que (essas palavras) estão inseridas. Trata-se de uma leitura de mundo que busca desenvolver a competência crítica do indivíduo ao fazê-lo perceber sua posição no contexto sociopolítico onde está inserido e maneiras de transformá-lo.

O outro conceito é o de *matemacia,* proposto por D'Ambrósio em 1999. D'Ambrosio (2016) apresenta-o como a capacidade interpretativa de sinais e de códigos, e o uso de modelos em representações da vida cotidiana.

A matemacia, concebida por Skovsmose em 1994, está associada aos conceitos mencionados, com maior proximidade ao de literacia. A matemacia refere-se ao desenvolvimento de habilidades para lidar com noções matemáticas e suas aplicações em diferentes contextos; (refere-se) também à capacidade de refletir a respeito dessas aplicações. Ou seja, a matemacia envolve reflexões sobre a *matemática em ação*, presente na confiabilidade das informações de fórmulas, de tabelas, de gráficos e afins, e na responsabilidade manifestada em decisões e ações baseadas em informações matemáticas (SKOVSMOSE, 2009). A capacidade reflexiva é substancial para tornar o desenvolvimento

[17] O significado é visto como experiência. É um significado subjetivo, também chamado de significado pessoal (SKOVSMOSE *et al.*, 2012).
[18] Ambientes de aprendizagem investigativa, descritos em 6.4.

da competência da matemacia próximo ao da literacia, algo que pode ser ilustrado pela possibilidade de o indivíduo transcender as limitações impostas pelo seu contexto sociopolítico (SKOVSMOSE, 2005)

Outras reflexões também são possíveis, como a relação das práticas dentro da sala de aula e os backgrounds e foregrounds dos alunos. A matemacia não acontece mediante toda interação em sala de aula, pois, às vezes, essas interações podem resultar na submissão de alguns alunos ao realizarem rigorosamente as tarefas do modo mais desejável pelo professor ou (podem resultar) na quebra de autoestima de outros por não conseguirem adaptar-se ao sistema imposto em sala de aula. Por outro lado, as interações baseadas no *diálogo*[19] são capazes de atingir os objetivos da matemacia.

De acordo com Skovsmose (2014), a capacidade reflexiva fornecida pela matemacia nas práticas de educação matemática de alunos marginalizados — não só no aspecto socioeconômico, mas também cultural — deve considerar seus contextos e particularidades e ser pensada principalmente a partir dos seus foregrounds, não somente dos seus backgrounds. Isso a fim de ampliar suas oportunidades e habilitá-los para assumirem uma postura de caráter emancipatório e de responsabilidade social frente aos desafios impostos pelo mundo contemporâneo.

6.4 Cenários para investigação

Skovsmose (2008) faz uma explanação sobre ambientes de aprendizagem baseados em três referências: à matemática, à semi-realidade e à realidade. A primeira diz respeito à própria matemática e suas formulações lógicas, algorítmicas e conceituais; a segunda relaciona-se à realidade criada por quem elaborou a tarefa a ser executada, uma realidade hipotética, sem a necessidade de ter alguma conexão com situações do cotidiano dos alunos; e a última corresponde à realidade coerente àquela enfrentada pelos estudantes, formulada com informações não hipotéticas: é a referência caracterizada pelo autor como “fora da sala de aula”. Cada uma das referências pode ser trabalhada sob a perspectiva do *paradigma do exercício* e dos *cenários de investigação*, resultando em seis ambientes de aprendizagem.

[19] Em *Diálogos e aprendizagem em educação matemática*, Alro e Skovsmose (2021) definem diálogo como uma conversação que objetiva a aprendizagem e o ato de construir novos significados em um processo de realizar investigações, correr riscos e promover a igualdade. Isso transcende a ideia de diálogo em sala de aula limitada à transferência de informação pelo professor seguida de questionamentos (dentro de sua abordagem) à turma, que demonstra “entendimento” ao proferir/adivinhar a resposta correta com argumentos previstos pelo professor.

O ensino tradicional da matemática é fortemente marcado por uma valorização e pela exclusividade ao paradigma do exercício, que se configura na exposição do conteúdo matemático, da resolução de exemplos pelo professor e na resolução de exercícios – semelhantes aos exemplos – pelos alunos (SKOVSMOSE, 2008; ALRO & SKOVSMOSE, 2021).

Os ambientes de aprendizagem voltados para o paradigma do exercício admitem respostas únicas e exatas, limitadas às informações fornecidas pelo enunciado, que, em geral, são introduzidas por verbos imperativos, tais como: calcule, resolva, encontre, faça etc., que não possibilitam reflexões quanto às aplicações dos conceitos em ações regidas pela matemática, mas obediência aos comandos sem a necessidade de questionamentos. Com isso, o paradigma do exercício acaba por fortalecer os ideais de adestramento[20] impostos pela matemática, tornando-a uma área do conhecimento sem nexo com as questões de âmbito sociopolítico (SKOVSMOSE, 2014).

Por outro lado, o cenário para investigação é conceituado por Skovsmose (2008, p.17) como "um ambiente que pode dar suporte a um trabalho de investigação". Diferentemente do paradigma do exercício, os cenários para investigação como ambiente de aprendizagem não são facilmente identificados, isso porque uma tarefa não pode ser considerada um cenário para investigação somente por ter sido elaborada com tal fim ou por ser caracterizada como uma metodologia de ensino investigativa. Uma tarefa pode ser considerada um cenário investigativo para um determinado grupo de alunos, mas não para outro; ou seja, trata-se de uma propriedade relacional que depende do interesse dos alunos e da forma por meio da qual é proposto o convite pelo professor, indo além da constituição de uma atividade.

Desse modo, para a tarefa ser assim caracterizada, é necessário um diálogo entre o professor e os alunos, no qual ambos estão envolvidos no problema a ser solucionado; esse diálogo é estabelecido a partir do convite feito pelo professor através de questionamentos que instiguem seus alunos, como "o que acontece se..? " (SKOVSMOSE, 2008, p. 20). Os estudantes, quando instigados, demonstram interesse formulando outras questões com seus colegas e reafirmando a questão estabelecida pelo professor: "sim, o que acontece se…? "

[20] Sob a lógica apresentada por Foucault (1987), adestramento é caracterizado pelo poder disciplinar que "fabrica" indivíduos, que os torna objetos e instrumentos de seu exercício.

(SKOVSMOSE, 2008, p. 20). Isto demonstra a aceitação do convite[21] ao cenário de investigação, que se constitui, nesse momento, num ambiente propício à aprendizagem.

Embora Skovsmose (2008) ressalte que o ambiente mais propício ao desenvolvimento da educação matemática crítica seja o investigativo com referência à realidade, não apoia a inutilização dos ambientes de aprendizagem baseados no paradigma do exercício ou a sugestão de um único ambiente como o principal objetivo da educação matemática.

O autor defende a importância de, no processo educativo, transitar-se por distintos ambientes de aprendizagem que promovam o engajamento ativo e reflexivo dos alunos, e não a limitação de um ensino voltado para o paradigma do exercício com referência à matemática e à semi-realidade, o que reforça o ensino tradicional da matemática escolar. Um ambiente de aprendizagem investigativo, ao considerar a realidade dos estudantes, considera também variados contextos e condições distintas daquelas que formam a sala de aula prototípica e tornam a educação matemática democrática e significativa para a ampliação das possibilidades futuras dos alunos, dos seus foregrounds.

6.5 Zona de risco

Pode-se dizer que os ambientes de aprendizagem voltados para o paradigma do exercício colaboram com uma atmosfera confortável tanto para o professor quanto para o aluno. Os possíveis questionamentos gerados pelos alunos são, de certa forma, previsíveis. As questões propostas em atividades são previamente elaboradas, as conclusões possíveis da resposta dos alunos podem limitar-se ao certo ou ao errado. Esse é o regime de verdades estabelecido nas aulas de matemática e que as constitui como uma zona de conforto.

A adoção a ambientes investigativos, como os cenários para investigação, representa uma renúncia à proteção fornecida pelo estabelecimento de regras do paradigma do exercício. Com isso, abandona-se a zona de conforto e adentra-se numa zona de risco.

A noção de zona de risco é apresentada, em 2001, por Borba e Penteado (2019) em termos de perda de controle e obsolescência no contexto do ensino de matemática com o uso de computadores. A perda de controle dá-se na imprevisibilidade de situações que podem ocorrer mesmo que o professor seja experiente em termos do conteúdo ou das ferramentas

[21] Embora a noção de "convite" indique que os cenários para investigação sejam previamente construídos sem a colaboração dos alunos, Alro e Skovsmose (2021) expressam que "fazer um convite" também pode designar que os alunos, juntamente com o professor, prepararam ou identificaram um cenário.

computacionais que pretende ensinar à sua turma; o surgimento de um questionamento inesperado por parte dos alunos pode não ser facilmente explicado; ou uma nova combinação de teclas ou ferramentas fora do planejamento pode exigir um longo tempo para análise e compreensão do ocorrido.

O ambiente de aprendizagem gerado pelo contexto informático conduz a um grau de incerteza no professor, desafiando sua autoridade e colocando em risco (de tornar-se obsoleto) o conhecimento adquirido em sua formação.

Conforme a tecnologia informática desenvolve-se, a atualização do conhecimento sobre a ela torna-se necessária. Além disso, a inserção de tecnologias informacionais nas aulas de matemática pode romper o poder hegemônico da matemática diante das outras áreas do conhecimento e incentivar a interdisciplinaridade, tendo em vista a sua importância na disseminação de conhecimentos além dos matemáticos. Nesse sentido, a zona de risco descrita possibilita que o professor de matemática constantemente repense e amplie seu conhecimento.

O equilíbrio (ou controle) de aprendizagem estabelecido em um *contrato didático*[22] diz respeito à harmonia entre a forma como o significado é produzido e a estrutura da comunicação, das atividades, dos livros didáticos etc.; essa harmonia é aceita e reconhecida tanto pelo professor quanto pelos seus alunos.

Por outro lado, Skovsmose (2008) aponta que, embora o contrato didático esteja estabelecido, isso não garante a qualidade no ambiente de aprendizado; mas que o professor e os alunos compartilham do mesmo entendimento e da mesma aceitação acerca das prioridades estabelecidas no contrato. A quebra do contrato didático pode ocorrer de múltiplas formas – como quando o professor modifica radicalmente a avaliação ou um dos alunos questiona detalhes dos exercícios voltados para uma semi-realidade – e essa quebra pode representar melhorias educacionais. A quebra do paradigma do exercício, também representada como inserção na zona de risco, pode ser vista como uma quebra de contrato no ensino da matemática tradicional.

De modo semelhante ao ocorrido no ensino de matemática no contexto informático, os questionamentos não podem ser previstos nos cenários para investigação. O retorno ao paradigma do exercício representa uma forma de eliminar riscos e, consequentemente, as

[22] É um contrato implícito, manifestado através do conjunto de hábitos específicos do professor, já esperados pelo aluno, e por meio do conjunto de comportamentos do aluno, esperados pelo professor (BROUSSEAU, 1996).

oportunidades de aprendizagem. Os desafios, as incertezas e os riscos gerados pelo cenário para investigação não podem ser vistos como uma ameaça, mas como formas de possibilitar que professores e alunos sejam capazes de agir em cooperação, tornando a atividade uma experiência produtiva.

Para Borba e Penteado (2019), uma condição que capacita os professores a atuarem em zonas de risco é constituir novas formas de trabalho colaborativo entre professores, alunos, pais e pesquisadores. A finalidade de abandonar a zona de conforto para adentrar em uma zona de risco está em propiciar uma autonomia intelectual, que definida por Cobb e Yackel (1998), e caracterizada por Skovsmose, como:

> A autonomia intelectual é caracterizada em termos da consciência e da disposição dos alunos para recorrer às suas próprias capacidades intelectuais quando envolvidos em decisões e julgamentos matemáticos. A autonomia intelectual pode ser associada a atividades de exploração e explicação, como nos cenários para investigação (SKOVSMOSE, 2008, p. 37).

Zonas de risco podem propiciar novas formas de relacionamento, entre professor e alunos, que desconstruam o regime de verdades – que infere o conhecimento de modo estático e concluído, cabendo ao professor apenas transmiti-lo – imposto nas aulas de matemática e (zonas de risco podem) possibilitar descobertas e questionamentos que transcendam previsibilidades e tornem alunos e professores colaboradores na construção do conhecimento. Portanto, zonas de risco ampliam, não somente capacidades cognitivas, mas capacidades relacionais, argumentativas e investigativas.

7. Considerações finais

O presente trabalho buscou descrever os principais componentes históricos, ideológicos e conceituais que colaboraram para a formação e formalização de uma educação matemática crítica; e suas principais preocupações apresentadas através de conceitos que abrangem os efeitos da matemática em ação em um mundo globalizado, estruturado tecnologicamente e com acentuadas disparidades sociais, como a desigualdade e a exclusão.

Tem-se que, nos capítulos precedentes, a matemática e a educação matemática foram apresentadas não como estruturas com naturezas intrinsecamente éticas, definidas e democráticas, nem mesmo neutras. Mas indefinidas, classificadas como naturezas incertas. Quer dizer, a matemática e a educação matemática podem ser "objetos" com diferentes fins em se tratando dos quesitos: controle, segregação, manipulação, domínio, exclusão ou liberdade, democratização, emancipação e inclusão. A matemática e a educação matemática podem satisfazer os mais variados interesses – além de educacionais, políticos, ideológicos e comportamentais –, a depender da intencionalidade que rege suas práticas.

A forte influência da concepção moderna da matemática sobre os principais movimentos da educação matemática afetou as suas formas de ensino, fazendo com que a educação matemática admitisse uma postura técnica, estruturada em seu regime de verdades. Isso distanciou-a dos interesses emancipatórios buscados pela educação crítica. A educação matemática crítica pode ser vista como um elo entre os ideais da aprendizagem matemática e os da educação crítica.

As preocupações da educação matemática crítica, em um mundo globalizado (e, consequentemente, guetorizado), giram em torno de desenvolver no educando a capacidade crítica diante das ações baseadas na matemática e nos seus interesses. Embora não se prenda a metodologias de ensino cristalizadas, defende o uso de práticas que desmistifiquem a postura de poder e controle adotada pelo professor no ensino tradicional da matemática e que valorizem a participação investigativa dos alunos, bem como suas expectativas.

Uma educação matemática que considera os preceitos da educação matemática crítica é capaz de propiciar aos alunos uma formação para além da compreensão das principais propriedades e aplicações da matemática. É uma formação que vislumbra potencialidades argumentativas, relacionais e investigativas que possibilitem uma nova interpretação, um novo olhar sobre a manifestação da matemática no cotidiano, na cultura, na economia e na política. Trata-se de uma percepção da matemática que contribua para a formação humana.

É importante enfatizar que os aspectos que formam e conceituam a educação matemática crítica não se limitam ao que consta no presente trabalho. Elementos pertinentes ao estudo de trabalhos desenvolvidos por outros autores, na perspectiva contextual de outros países, de trabalhos publicados recentemente ou de detalhes relativos aos primeiros trabalhos desenvolvidos ainda na década de 1980, resultados diretos do movimento da educação crítica, devem ser investigados.

Por fim, é reconhecível que, embora a pesquisa tenha transitado por alguns diferentes influenciadores essenciais para a formulação e formalização dos princípios que regem a educação matemática crítica, sua essencialidade concentrou-se no arcabouço teórico produzido pelo Ole Skovsmose. Isso pode ser visto como uma de suas limitações. Mas, justificada. Pois suas produções encontram-se acessíveis em relação às de outros autores. Portanto, futuras pesquisas conceituais podem compreender a dimensão de outros aspectos históricos e políticos relevantes para elaboração teórica da educação matemática crítica.

Referências

ALRO, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

BACON, Francis. **Novum organum**: ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. Traduzido por: José Aluysio Reis de Andrade. Pará de Minas: Virtualbooks, 2003. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4344026/mod_folder/content/0/francis_bacon_novum_organum.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2023.

BAUMAN, Zygmunt. **Globalização**: as consequências humanas. Tradução de Marcus Penchel. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

BAUMAN, Zygmunt. **Comunidade**: a busca por segurança no mundo atual. Tradução de Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

BEARD, Charles A. **The idea of progres**s. New York: Project Gutenberg, 2013.

BORBA, Marcelo Carvalho de; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BOURDIEU, Pierre. **A economia das trocas linguísticas**. Traduzido por Sergio Miceli, Mary Barros, Afrânio Catani, Denice Catani, Paula Montero e José Durand. São Paulo: Edusp, 2008.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 10 de jul. De 2023.

BROUSSEAU, Guy. Os diferentes papéis do professor. Traduzido por Maria Emilia Quaranta. In: Parra, C.; Saiz, I. (Orgs.). **Didática da matemática**: reflexões psicológicas. Porto Alegre: Artmed, 1996.

CARVALHO, Ivonete Melo de; VINHOLI JUNIOR, Airton José. Perspectivas sobre a educação matemática crítica: investigando contextos atuais de ensino. **Didasc@ lia: Didáctica y Educación**, v. 12, n. 2, p. 32-43, 2021. Disponível em: <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/1120>. Acesso em: 3 de maio de 2023.

CASTELLS, Manuel; ESPANHA, Rita. **A era da informação**: economia, sociedade e cultura. Tradução de Alexandra Lemos, Catarina Lorga e Tânia Soares. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Serviço de Educação e Bolsas, 2007.

COBB, Paul; YACKEL, Erna. A constructivist perspective on the culture of the mathematics classroom. In: SEEGER, F.; VOIGT, J; WASCHESCIO, U (Eds.). **The culture of the mathematics classroom** (pp. 158-190). Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus,

2007.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 32, p. 189-204, 2018.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. São Paulo: Atlas, 1985.

DIEUDONNÉ, Jean A. Views: Should we teach "modern" mathematics? An affirmation from a founder of Bourbaki of the principles of the new curricula in mathematics. **American Scientist**, v. 61, n. 1, p. 16-19, 1973.

DUARTE, Aparecida Rodrigues Silva; SILVA, Maria Célia Leme da. Abaixo Euclides e acima quem? Uma análise do ensino de geometria nas teses e dissertações sobre o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. **Práxis Educativa**, v. 1, n. 01, p. 87-93, 2006.

ELLUL, Jacques. **The technological society**. Nova York: Free Press, 1964.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. Tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir**. Tradução de Raquel Ramalhete. Petrópolis: Vozes, 1987.

FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas**: uma arqueologia das ciências humanas. Tradução de Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins, 1999.

FOUCAULT, Michel. **A arqueologia do saber**. Tradução de Luiz Felipe Baeta Neves. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.

FRANKENSTEIN, Marilyn. Educação matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire. Traduzido por Maria Dolis e Regina de Buriasco. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Educação matemática**. São Paulo: Moraes, 1983. p.101-137.

FREIRE, Lutgardes Costa. **Pequena biografia de Paulo Freire**. São Paulo: Instituto Paulo Freire. S/D. Disponível em: < https://acervo.paulofreire.org/bitstreams/448c46b1-5e32-4f67-a9fb-73da5d82ab92/download >. Acesso em: 25 de março de 2023.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, Paulo. Leitura da palavra... leitura do mundo. **O Correio da UNESCO**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 4-9, fev. 1991. Entrevista concedida a Marcio D'Olne Campos.

FREUDENTHAL, Hans. **Mathematics as an educational task**. Dordrecht: Reidel

Publishing Company, 1973.

JEZINE, Edineide. A concepção de emancipação em Paulo Freire para uma leitura do acesso à educação superior. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 25, n. 1, p. 15-34, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/3938>. Acesso em: 3 de maio de 2023.

KHUZWAYO, Herbert. Occupation of our minds: a dominant feature in mathematics education in South Africa. In: P. Gates (Ed.). **Proceedings of the first international mathematics education and society conference** (pp. 219-232). Nottingham: Centre for the Study of Mathematics Education. 1998.

MAGER, Miryam. Alguns lugares de inserção da teoria crítica de Habermas. In: SILVEIRA, A. F., *et al*. (Org.). **Cidadania e participação social** [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. pp. 23-34. ISBN: 978-85-99662-88-5. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/hn3q6/pdf/silveira-9788599662885-03.pdf >. Acesso em: 20 de abr. de 2023.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; FORNER, Régis. Um olhar freireano para a Base Nacional Comum Curricular de Matemática. **Olhar de professor**, v. 23, p. 1-14, 2020.

MEHRTENS, Herbert. The social system of mathematics and national socialism: A survey. **Sociological Inquiry**, v. 57, n. 2, p. 159-182, 1987.

PEIRCE, Charles Sanders. Collected papers, v. IV: **The simplest mathematics**. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University, 1960.

SKOVSMOSE, Ole. **Towards a philosophy of critical mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishes, 1994.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, Ole. Guetorização e globalização: um desafio para a educação matemática. **Zetetiké**, v. 13, n. 2, p. 113-142, 2005.

SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas: Papirus, 2008.

SKOVSMOSE, Ole. Preocupações de uma educação matemática crítica. In: FÁVERO, M. H.; CUNHA, C. (Orgs.). **Psicologia do conhecimento**: a educação científica e filosófica na construção da cidadania. Liber Livro, 2009. p. 101-114.

SKOVSMOSE, Ole. **Um convite à educação matemática crítica**. Campinas: Papirus, 2014.

SKOVSMOSE, Ole. O que poderia significar a educação matemática crítica para diferentes grupos de estudantes? **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 6, n. 12, p. 18-37, 2017.

SKOVSMOSE, Ole. Interpretações de significado em educação matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 32, p. 764-780, 2018.

SKOVSMOSE, Ole; VALERO, Paola. Quebrando a neutralidade política: o compromisso crítico entre a educação e a democracia. **Quadrante**, v. 11, n. 1, p. 7-28, 2002.

SKOVSMOSE, Ole *et al*. "Antes de dividir temos que somar": 'entre-vistando' foregrounds de estudantes indígenas. **Boletim de Educação Matemática**, v. 22, n. 34, p. 237-262, 2009.

SKOVSMOSE, Ole *et al*. A aprendizagem matemática em uma posição de fronteira: foregrounds e intencionalidade de estudantes de uma favela brasileira. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, p. 231-260, 2012.