

## Proposta para formação crítica do professor de matemática: princípios a partir do movimento CTSA e da Educação Matemática Crítica

Proposal for critical training of mathematics teachers:  
principles from the CTSA movement and Critical Mathematics Education

Propuesta de formación crítica del profesorado de matemáticas:  
principios del movimiento CTSA y de la Educación Matemática Crítica

Gildemberg da Cunha Silva<sup>1</sup> 

Lizete Maria Orquiza de Carvalho<sup>2</sup> 

### RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta teórica para fundamentar práticas e pesquisas sobre formação de professores de matemática. Tal proposta está apoiada em teorias críticas de sociedade, em especial, da Escola de Frankfurt. Nesse sentido, uma revisão bibliográfica evidenciou lacunas no campo da Educação Matemática Crítica que, a nosso ver, poderiam ser superadas a partir de contribuições do campo CTSA. Dessa maneira, propomos uma nova perspectiva teórica, que denominamos de MTSA (Matemática, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), a partir da qual esperamos contribuir para que o campo da Educação Matemática fortaleça os caminhos para um agir docente no mundo de problemas plurais e complexos, que permitam a análise e tomada de decisão em questões de caráter sociocientífico. Os autores compreendem como viável pensar princípios para formação docente onde o enfoque CTSA/MTSA sejam evidenciados na direção da sustentabilidade social.

**Palavras-chave:** Formação docente; Licenciatura; Matemática Crítica; CTS; Matemática.

### ABSTRACT

The purpose of this article is to present a theoretical proposal to support practices and research on mathematics teacher education. This proposal is based on critical theories of society, especially the Frankfurt School. In this sense, a literature review evidenced gaps in the field of Critical Mathematics Education that, in our view, could be overcome with contributions from the CTSA field. In this way, we propose a new theoretical perspective, which we call MTSA (Mathematics, Technology, Society and Environment), from which we hope to contribute to the field of Mathematics Education to strengthen the paths for a teaching action in the world of plural and complex problems, which allow the analysis and decision making in social and scientific issues. The authors believe it is viable to think principles for teacher education where the CTSA/MTSA approach is evidenced in the direction of social sustainability.

**Keywords:** Teacher Education; Undergraduate; Critical Mathematics; CTS, Mathematics.

### RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar una propuesta teórica para apoyar las prácticas y la investigación sobre la formación de profesores de matemáticas. Esta propuesta se basa en las teorías críticas de la sociedad, especialmente de la Escuela de Frankfurt. En este sentido, una revisión bibliográfica evidenció lagunas en el campo de la Educación Matemática Crítica que, a nuestro juicio, podrían ser superadas con las aportaciones del campo CTSA. De este modo, proponemos una nueva perspectiva teórica, que denominamos MTSA (Matemáticas, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente), desde la que esperamos contribuir al campo de la Educación Matemática para fortalecer los caminos para una acción docente en el mundo de los problemas plurales y complejos, que permitan el análisis y la toma de decisiones en temas sociales y científicos. Los autores creen que es factible pensar en principios para la formación del profesorado donde se evidencie el enfoque CTSA/MTSA en la dirección de la sostenibilidad social.

**Palabras clave:** Formación docente; Licenciatura; Matemática Crítica; CTS; Matemática.

- 1 Doutor em Educação em Ciências e Matemática (UFMT/REAMEC). Docente do Instituto Federal do Tocantins (IFTO). Atua em cursos técnicos integrados ao ensino médio, EJA/EPT, cursos de graduação e pós-graduação. E-mail: gildemberg.silva@ifto.edu.br
- 2 Doutora em Educação (USP). Estágio de pós-doutoramento no College of Education da Michigan State University (EUA). Atua nos Programas de Pós-graduação: Educação para Ciência (UNESP); Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) e Formação Científica, Educacional e Tecnológica (UTFPR). E-mail: lemaorc@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O século passado deixou suas marcas no seio da sociedade humana, nas mais diferentes regiões do planeta. Fome, secas, desastres climáticos, inflação, doenças mortais, guerras, desemprego, depressão e expectativa à felicidade eminente e imanente foram alguns fatores que assolaram famílias, despedaçando sonhos. Em contrapartida, o mundo descortinou possibilidades antes inimaginadas, que foram percebidas em toda parte como avanços inegáveis, tais como: sequenciamento genético, energia renovável, inovações na comunicação e nos transportes. Algumas dessas heranças permearam os pávidos solos do presente século, pavimentando o surgimento de outras possibilidades como decorre em todo e qualquer tempo na história humana. Entretanto, setores da sociedade têm evidenciado questões outrora não aventadas, tais como: a expansão e surgimento de novos centros urbanos; o elevado custo de vida, que flerta com a fome associado ao baixo engajamento de direitos trabalhistas; a fragmentação das jornadas de trabalho e o esquecimento daqueles que são assolados pela miséria. Todos esses problemas despertaram setores da sociedade à reflexão quanto ao futuro construído e em construção para esta e futuras gerações, ameaçado pela própria ação do homem sobre a natureza e sobre os contingentes humanos.

Nesse contexto, crianças, jovens e adultos tem sido alvo de perguntas, que têm como pano de fundo as competências e habilidades demandadas por um tempo em que a autonomia profissional, a livre iniciativa, o empreendedorismo, a inovação foram tomados como esperança por parte do Estado, deixando à margem todo aquele que busca sobressair a partir de contextos pautados pela miséria, fome e desemprego.

Inflado por interesses neoliberais de um estado fragilizado e mínimo, o setor educacional corre na direção de atender interesses do mercado, construindo uma narrativa de preparo e potencial fornecimento de uma geração. Nos labirintos da vida, em contextos incertos, problemas de caráter aberto adentraram os lares e os gabinetes onde são tomadas decisões estratégicas no universo político. É nesse cenário que se apresentam, por vezes de maneira silenciosa, soluções econômicas, que, na maioria dos casos, não se traduz como decisão acertada às necessidades populares e de interesse coletivo.

Em contrapartida, é nesse mesmo cenário que se reconhece uma necessária investidura cidadã crítica capaz de mobilizar saberes e conhecimentos na construção de soluções heterogêneas em que prejuízos, riscos e perdas sejam devidamente analisados pelas lentes solidárias, cientificamente respaldadas e socialmente responsáveis. Silenciar não é o caminho. É preciso caminhar na direção de uma formação humana crítica e responsável (ADORNO, 2006), fazendo-se ouvir e construindo outras e inteligentes alternativas para o desenvolvimento de uma cidadania atuante, que vise fazer frente à barbárie, que tão perto ameaça a humanidade desatenta e desalentada frente à capacidade transformativa no presente e futuro que ligeiramente se aproxima.

No entanto, fazer emergir temas sobre a dignidade humana tangencia caminhos postos para e a formação profissional, sim, e isto abrange a formação de quem forma os demais profissionais: o professor. O campo da formação de professores, compreendido por muitos como neutro e distante dos problemas que permeiam a sociedade, passa ser contemplado

como estratégico na formação desta e das próximas gerações, em que temas como modelagem tendem a favorecer determinados aspectos em detrimento de outros.

Nesse cenário, este artigo é fruto de uma tese de doutoramento que adotou caráter teórico e bibliográfico por meio de um olhar criterioso para a literatura da Educação Matemática Crítica (EMC) e da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), com o intuito de contribuir para o delineamento de caminhos para a formação de professores de matemática.

A EMC emergiu a partir da Educação Crítica (EC), tendo como principal objetivo o fortalecimento dos valores democráticos, preocupando-se “com a maneira como a matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político, e com as finalidades para as quais a competência matemática deve servir” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2010, p. 18). Por sua vez, a proposta de uma Educação CTSA vem se constituindo desde o último quartel do século XX, quando se identificou a necessidade de educação científica para o público em geral, como busca para promover, da tenra idade às mais variadas formações dos cientistas, uma escola que contemplasse as questões locais ou globais como problemas da comunidade escolar. Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta para formação crítica do professor de matemática a partir do campo CTSA e da EMC.

## A EDUCAÇÃO CRÍTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

A perspectiva freiriana de pensar e fazer escola libertadora (FREIRE, 1967) objetiva a construção de uma sociedade mais igualitária e justa. De um modo geral, a EC tem como objetivo formar indivíduos que exerçam a cidadania em sua plenitude, de forma crítica e responsável, que trabalhem pelo bem comum, contribuindo para uma sociedade sustentável, na qual os direitos a saúde, educação, moradia e emprego sejam assegurados. Desenvolver Educação Crítica é conscientizar-se do trabalho intelectual necessário para superar e atravessar ideologias presentes e que orquestram a engenharia social que compõe a vida idealizada e real (HENRIQUES, 2021).

A EC emerge das múltiplas relações dos anseios e problemas que moveram a Escola de Frankfurt, como aquelas expandidas pelo conceito de capitalismo tardio, que resultaram em contribuições no campo filosófico, sociológico e estético, caracterizados pela transformação da tecnologia e da ciência em forças produtivas (HABERMAS, 2002).

Baseado na obra de Adorno, Pucci (2001) destaca que a EC focaliza “o desenvolvimento da educação para autonomia, que ajude a fortalecer sua capacidade de resistência e de enfrentamento à intensa e diuturna pressão do coletivo sobre o particular” (PUCCI, 2001, p. 6). Considerando o enfraquecimento do Estado e seu minimalismo, defendido pelo neoliberalismo contemporaneamente estimulado em diversos países, o que decorre a baixa proteção ao trabalhador diante dos desafios do mercado, favorecidos por visões turvas, confusas e pouco democrática a respeito do viver em sociedade, sobretudo em contextos subdesenvolvidos como cenários latino-americanos, a EC compreende como estratégica a capacidade reflexiva e questionadora do *status quo*. Ou seja, um despertar para uma postura libertadora frente às opressões do presente e do futuro construídos pelo próprio homem.

Atualmente [os seres humanos] se tornaram mais capazes e ainda mais incapazes de se libertarem. Subsiste não apenas a possibilidade de uma libertação, mas também a criação de novas formas de opressão no futuro (HORKHEIMER *apud* RÜDIGER, 2004, p. 45).

É diante da incapacidade do homem frente às opressões, que a EC se torna uma resposta de reconhecimento da educação como caminho para superação da tragédia da barbárie, que emana da semiformação e semicultura, estratégias para alienação de corpos e mentes com fins nebulosos do sistema das massas e consequentes riscos que permeiam alienação das massas. Auschwitz, marco na história da humanidade, soa como alerta para os riscos da alienação das massas e dos perigos que rodeiam toda e qualquer sociedade e, conseqüentemente, a educação acrítica e refém de interesses particularizados de grupos. Adorno (1995) aponta ao menos dois grandes impulsionadores do desastre de Auschwitz: a) inconsciência das pessoas e b) pressão pessoal, fatores alienadores de massas que se aprofundam mesmo diante do avanço da tecnologia, enquanto interiormente a inveja, ganância se perpetuam no interior das pessoas. Fatos como o alargamento das desigualdades sociais, refletidas na expansão da miséria enquanto ocorre o acúmulo de riquezas pelas minorias privilegiadas, são alguns dos resultados desse caminhar tão próximo da barbárie. Skovsmose (2013) destaca que:

O axioma básico da Educação Crítica é que a educação não deve servir como reprodução passiva de relações sociais existentes e de relações de poder [...]. A educação tem de desempenhar um papel ativo na identificação e no combate das disparidades sociais. Naturalmente, a educação não tem um papel importante nas mudanças sociais e tecnológicas – tais mudanças não são conseqüências de empreendimentos educacionais, mas a educação deve lutar para ter um papel ativo paralelo ao de outras forças sociais críticas (SKOVSMOSE, 2013, p. 32).

No fim do século XIX e início do século XX, concomitantemente a Primeira Guerra Mundial, iniciou-se um movimento de modernização curricular de matemática na Europa, denominado de Movimento da Matemática Moderna (MMM). Destaca-se, nesse período, a fundação da *Internationale Mathematische Unterrichtskommission* (IMUK), durante o IV Congresso Internacional de Matemática, ocorrido na cidade de Roma, em 1908, marcando início do processo de modernização do ensino da matemática. O Brasil veio participar efetivamente apenas no congresso seguinte e com direito a voto, em 1912, em Cambridge (CLARAS: PINTO, 2008; VALENTE, 2006).

O MMM teve como um dos principais contribuidores o grupo Bourbaki, formado em sua maioria por matemáticos franceses. A proposta era rigorosa, simples, axiomática e independente e priorizava habilidades do medir e prever (MIORIM, 1998). O MMM repercutiu no Brasil a partir de 1960 e teve seu declínio na década seguinte em virtude, sobretudo, do distanciamento da realidade e do contexto dos professores e alunos, sua linguagem e simbologia era inadequada às crianças em suas diferentes faixas etárias (CLARAS; PINTO, 2008).

É no contexto de declínio do movimento MMM que a EMC emergiu, a partir da EC, tendo como principal objetivo o fortalecimento dos valores democráticos e preocupando-se “com a maneira como a matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político, e com as finalidades para as quais a competência matemática deve servir” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2010, p. 18).

Skovsmose (2005), um dos principais pesquisadores da EMC, destaca que a matemática é uma importante aliada para implementação de políticas, seja para promoção social, como também na construção de barreiras sociais de ascensão. Logo, o tecido social, que envolve as sociedades, está envolto por inúmeras contradições, cabendo, pois, a Educação Matemática reações às contradições sociais, visto ser ela mesma uma força social (SKOVSMOSE, 2013).

Na perspectiva da EMC, o ambiente da sala de aula deve ser um espaço democrático, onde os alunos possam analisar e discutir aspectos dos conflitos culturais e sociais, preparando os estudantes para cidadania pautada na comunicação, no debate do contexto social diluído na sociedade tecnológica, na qual a matemática não apenas descreve, mas também altera a sociedade (ARAÚJO, 2009). Certos de que a Educação Matemática Crítica não pode fazer frente às forças do capital, acredita-se que ela em algum momento da vida dos indivíduos faz diferença, sobretudo nas tomadas de decisão (CEOLIN; HERMANN, 2012).

Na EMC dois conceitos são fundamentais: *background* e *foreground* (SKOVSMOSE, 2004). O primeiro, segundo Skovsmose (2014), está relacionado às experiências passadas do aluno em seu contexto cultural e sociopolítico, ou seja, compreendem cenários fechados, “cristalizados” na vida do estudante. O segundo diz respeito às transformações experienciais na vida futura do estudante, suas expectativas, interpretações, esperanças, ou seja, um cenário aberto em cada ato comunicativo (CARRETA; SANTOS, 2020). Logo, desenvolver EMC é reconhecer o passado do estudante no presente e desenvolver matemáticas que contribuam para o exercício da cidadania, de modo que contribua para o fortalecimento das sociedades democráticas.

Ao analisar livros didáticos, Carreta (2017) estabelece quatro vertentes da Educação Matemática Crítica: 1) sociedade atual como altamente tecnológica (sociedade envolvida pela tecnologia da informação e comunicação, aspectos dominantes da civilização); 2) competência crítica (quando o aluno torna-se centro do processo educacional), distância crítica (quando o aluno juntamente com seu professor assumem uma postura socialmente responsável capaz de posicionar-se em relação ao conteúdo oficial) e engajamento crítico (quando aluno desenvolve interesse sobre o que está sendo ensinado); 3) dimensão política (matemática intrinsecamente ligada à sociedade por meio da tecnologia); 4) competência democrática (principal função da EMC, sendo fundamental para vida em sociedade) (CARRETA, SANTOS, 2020; SKOVSMOSE, 2013) (Cf. Figura 1).

Presentes na exposição das matemáticas, no ensino escolar, que almeja caminhar na direção no fortalecimento da cidadania, essas vertentes alteram a organização da sala de aula tornando-a mais participativa e democrática, a ponto de os participantes da vida escolar tornarem-se potenciais integrantes do processo de ensino da matemática com suas histórias de vida e experiências com a matemática. Vertentes que se manifestam ao trilhar os caminhos da Educação Matemática Crítica transformam o ensino de matemática e alteram decisões tomadas a partir do currículo proposto.

**Figura 1** – Vertentes da EMC



**Fonte:** Baseado em Skovsmose (2013)

## A EDUCAÇÃO CTSA

Desde o último quartel do século XX, quando se constatou a necessidade de educação científica para o público em geral, a proposta de uma educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) vem se constituindo como busca para promover, da tenra idade às mais variadas formações dos cientistas, uma escola que contemple as questões locais ou globais como problemas da comunidade escolar. Krasilchik (1987) e Santos (2011) explicam que, a partir da Guerra Fria, cientistas desenvolveram projetos, nos quais o currículo escolar passou a preconizar conhecimentos, vivências, experiências do método científico, cujo espírito científico era sobremodo necessário. Diante dos desafios que estes projetos impunham à formação científica e tecnológica, foram sendo pensados caminhos que fomentassem a imersão de estudantes e cientistas ao exercício do pensar, debater, avaliar, criticar, para além da compreensão hegemônica, os mais variados artefatos, eventos e novidades, sobretudo de ordem tecnológica, que alteram os rumos da sociedade e do meio ambiente. Nessa perspectiva, a educação científica sob as lentes CTSA foi sendo elaborada conforme contexto-histórico, associando papel da ciência na sociedade (SANTOS, 2011) e suas contraposições diante dos mais variados e complexos temas, silenciados ou não, que permeiam os seres humanos e seus fazeres.

Disseminação e utilização de agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas na década de 1940 e 1950 nos Estados Unidos, a doença de Minamata no Japão em 1954, a Nuvem de Dioxina na Itália em 1976 e o Pesadelo Nuclear (Three Mile Island) na Pensilvânia foram alguns temas ambientais que demandaram por uma visão humana crítica a respeito da própria ciência e de suas promessas, apontando como solução ótima, sem contrapontos a outros aspectos da própria decisão adotada e seus riscos. Nesse emaranhado de ressalvas, nas análises dos estreitos caminhos trilhados pela humanidade na corrida pelo aparente conforto, comodidade, produção em larga escala e lucros é que a educação CTSA acabou por se constituir como perspectiva para formação cidadã que, ao mesmo tempo, fortalece o preparo de cientistas, na qual temas são postos em discussão a respeito das políticas e propósitos da ciência e tecnologia, embora saiba que parte da tecnologia por ela produzida implique em tecnociência (AIKENHEAD, 2003; LINSINGEN, 2007; SANTOS, SCHNETZLER, 2010; DAGNINO, 2020). Sobremodo, a Segunda Guerra Mundial e seus desdobramentos catastróficos, como o lançamento da bomba sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki,

também são tomadas como significativas nos debates e primeiras análises de sustentação dos ideais do movimento CTSA. Logo, podemos afirmar que o conhecimento produzido e disseminado a partir das últimas décadas do século passado sobre os pares, “ciência-tecnologia”; “ciência-sociedade” e “ciência-ambiente”, mobilizou reflexão a respeito da própria ciência na sua relação com a sociedade.

Em consequência, quando se trata de uma educação CTSA, no centro do debate, está o próprio conhecimento. Goergen (2014, p. 566) lembra-nos que, de modo geral, “(...) o conhecimento é a fonte de liberdade, domínio e poder desde as primeiras comunidades humanas. Mas foram os cientistas do século XVI e XVII e os iluministas do século XVIII que elevaram ao extremo a crença no poder supremo da razão.”

Por outro lado, não é a iniciativa tomada pela corrente CTSA em questionar, contrapor, analisar criticamente caminhos adotados pela ciência em sua racionalidade hegemônica (CEREZO, 2009). São pelas vias da análise de questões sociocientíficas que o caminho de uma educação CTSA tem se demonstrado viável e necessário nos tempos atuais. No entanto, um dos obstáculos às superações nas análises das questões de caráter sociocientífico, lembra Orquiza-de-Carvalho e Carvalho (2018), é a visão reducionista do raciocínio lógico de viés cientificista na consideração das consequências (PEDRETTI; NAZIR, 2011). Entraves que são potencializados pelo distanciamento e silenciamento da matemática dos contextos científicos e de seus caminhos e análises. Um distanciamento que demanda por aproximações da dialética materialista. Consiste em participar complexamente das variadas situações da vida, lançando mão de matemáticas. Lacuna e oportunidade que nos aproxima da educação CTSA.

A corrente conhecida como educação CTSA vem se consolidando e, dentro dela, a abordagem das questões sociocientíficas. Esta valoriza atitudes/ações individuais e conjuntas de professores e alunos de questionar, contrapor e analisar criticamente caminhos adotados pela ciência em sua racionalidade hegemônica, tomando como ponto de partida a experiência no mundo contemporâneo dos envolvidos na formulação, por meio do diálogo, de “controvérsias sociocientíficas”, que demandam por matemáticas muitas delas distantes daquelas ensinadas nas escolas e em alguns casos na formação inicial do professor de matemática.

O silenciamento do social nas pesquisas em Educação Matemática Crítica e de suas conexões com aspectos da sociedade, cultura, ambiente e tecnologia; expõe lacunas e oportunidades de expansão do espectro da EC e EMC, de modo a se promoverem aproximações necessárias para a formação do professor de matemática contemporaneamente conectado e responsabilmente sustentado para além dos contornos tradicionalmente e hegemonicamente estabelecidos.

## **METODOLOGIA**

Quanto ao caráter teórico do trabalho, a metodologia desta pesquisa implica a busca do estado inacabado das coisas em sua profunda e complexa transformação, o que inclui os mais variados problemas. Trata-se, assim, de um problematizar de ideias, questões e aspectos do problema/objeto observado com o intuito de evidenciar equívocos, lacunas

e oportunidades ou de fazer melhor compreendido o contemplado (MALDONADO, 2011). Para Maldonado (2011, p. 297), “cultivar a dimensão teórica é uma arte, um exercício de liberdade e uma prática de sobrevivência frutífera do pesquisador” (MALDONADO, 2011, p. 297).

No contexto formativo docente, a teoria pode oferecer instrumentos e esquemas que permitem questionar as práticas institucionalizadas, visto ser ela uma explicação provisória da realidade (PIMENTA, 2012). Dessa forma, um tratado teórico, em geral, não possui caráter estático, exigindo-se, na sua dinamicidade, ser sensível a possíveis influências de outras correntes que possam vir a complementar, divergir, contrapor. Trata-se de um exercício aberto a outras perspectivas que se complementam ou se dispensam, um fazimento próprio dos ambientes democráticos, plurais e que estão presentes no exercício da práxis como teia da teorização e da prática.

O primeiro momento da pesquisa consistiu na revisão da literatura sobre a EC, CTS e EMC. A partir dos achados da revisão da literatura, realizou-se uma pesquisa bibliográfica na Base de Teses e Dissertações (BTD) da CAPES, sendo selecionadas teses defendidas nos anos de 2012 - 2021. As buscas foram feitas a partir dos seguintes descritores: matemática, social, sociedade, ambiente, cultura e tecnologia, para o primeiro grupo; e educação científica, CTS, CTSA, Matemática Crítica, Matemática e CTS. Foram identificadas 97 teses brasileiras que contemplavam aspectos da formação de professores, as quais foram separadas em dois grupos, sendo 47 teses de Educação Matemática (EM) e 50 de Educação em Ciências (EC) (Cf. Figura 2).

Em seguida, observou-se na literatura e teses da educação CTSA e Educação Matemática Crítica aspectos que favorecem para um olhar crítico a respeito do mundo, para uma formação socialmente responsável, democrática na direção do fortalecimento do exercício da cidadania em uma sociedade em constante, veloz e profunda transformação. Para isso, baseados em Bardin (1977), procedemos a Análise de Conteúdo (AC).

**Figura 2** - Sistematização Metodológica da Pesquisa



**Fonte:** Elaboração pelo(s) autor(es)

Análises das teses coletadas foram enquadradas pelas seguintes categorias: matemática, social, sociedade, ambiente, cultura e tecnologia, visto serem descritores em consonância com princípios norteadores da literatura CTSA e Matemática Crítica que sinalizam para alargamento do campo na direção MTSA (Matemática, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) como trataremos a seguir.

Auxiliados pelo *software* Excel, foram plotados os gráficos, apresentam alguns achados.

## RESULTADOS

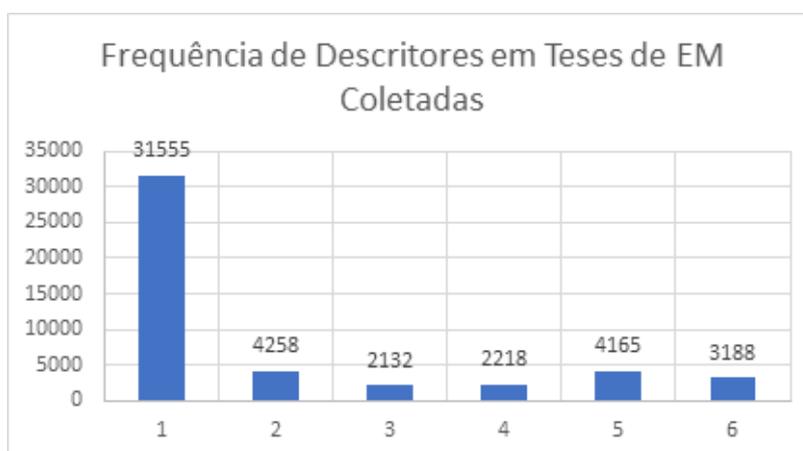
### Lacunas e oportunidades de expansão do espectro da EC e EMC

Nesse item, explicitamos resultados da busca bibliográfica com o intuito de revelar lacunas no espectro EC e EMC, as quais demandam um tratamento no âmbito da Educação Matemática na direção do fortalecimento, expansão e aprofundamento de uma educação científica comprometidos com valores democráticos.

A figura 3, que trata das frequências em trabalhos de teses de Educação Matemática, revela uma predominância do descritor “matemática”, com aproximadamente de 30.000 palavras, enquanto as demais assumem tendência inferior demonstrando baixa interação ou envolvimento destes trabalhos no campo de discussão do social, da sociedade, do ambiente, da cultura e da tecnologia.

Em ambos os gráficos, os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem, respectivamente, aos descritores: matemática, social, sociedade, ambiente, cultura e tecnologia (eixo x). No eixo vertical, são representados os valores das frequências destes descritores.

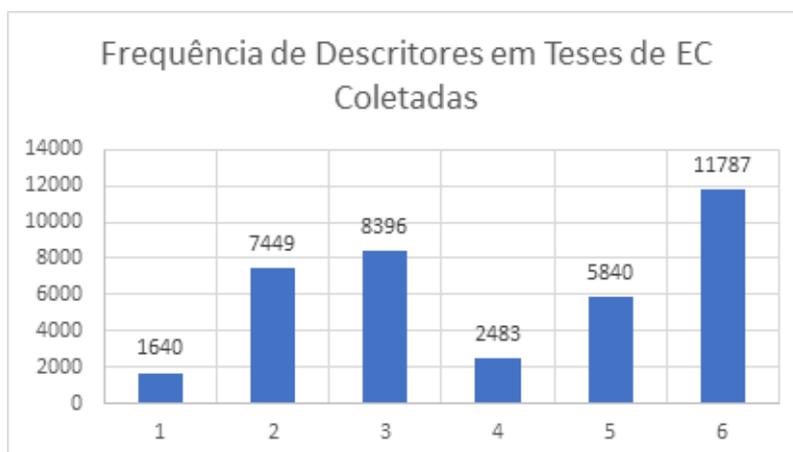
**Figura 3** - Gráfico de frequência das palavras: Matemática, Social, Sociedade, Ambiente, Cultura e Tecnologia em teses de Educação Matemática (EM).



**Fonte:** Elaboração pelo(s) autor(es)

A figura 4, que se remete a teses em Educação em Ciências, mostra uma frequência bastante diferente.

**Figura 4** - Gráfico de frequência das palavras: Matemática, Social, Sociedade, Ambiente, Cultura e Tecnologia em teses de Educação em Ciências (EC).



**Fonte:** Elaboração pelo(s) autor(es)

Neste segundo caso, o descritor que apresentou maior frequência foi “tecnologia”, enquanto o descritor “matemática”, o menor. As altas dos descritores “social”, “sociedade”, “cultura” e “ambiente”, certamente, sofrem influência dos enfoques dados na educação científica e tecnologia, impulsionados pelo campo de discussão e análise presente nas últimas décadas o campo CTSA, que aproximou e trouxe à tona questões sociocientíficas à formação do professor de ciências e pesquisa a nível doutoral.

Contrapondo ambas as curvas, definimos duas categorias descritivas. A primeira consiste na observação de que, no campo CTSA, investidas investigativas envolvendo a matemática têm se revelado escassas. A segunda consiste na observação de que a segunda curva sugere que discussões no campo da matemática que envolvam temas, seja no campo interdisciplinar de sociológico ou filosófico que orbitem o social, a sociedade, o ambiente, a cultura, como a tecnologia e a matemática, ainda que em pares, ainda carecem de atenção seja por parte da Educação Matemática ou seja dos trabalhos do campo da educação em ciências destacando o poder da matemática e sua influência reflexiva e formativa que envolve os outros descritores.

Dessa forma, analisadas as 97 teses de Educação Matemática e Educação em Ciências no Brasil, constatou-se por parte das teses em Matemática intensa interação com a própria matemática e baixa quando tema eram: social, sociedade, cultura, ambiente e tecnologia. Nas teses de Educação em Ciência (EC), a relação dela com a matemática apresentou frequência bem abaixo quando comparadas com aquelas da Educação Matemática (EM). Havendo, portanto, uma dissonância, lacunas significativas entre ambas áreas quanto a grande área da Educação. Sendo fecundo avançarmos nos próximos anos articulação da Matemática, seja no campo da Filosofia da Matemática, como da formação do professor de matemática e de práticas de ensino que permeie e provoque compreensões, implicações, reflexões a respeito das conexões existentes das matemáticas com as tecnologias, sociedades, culturas, ambientes.

O silenciamento do social nas pesquisas em Educação Matemática Crítica e de suas conexões com aspectos da sociedade, cultura, ambiente e tecnologia expõe lacunas e oportunidades de expansão do espectro da EC e EMC, de modo a se promoverem aproximações necessárias para a formação do professor de matemática contemporaneamente conectado e responsabilmente sustentado para além dos contornos tradicionalmente e hegemonicamente estabelecidos.

### **Uma Proposta: fundar um campo investigação representado pela sigla MTSA**

Com o crescimento de pesquisa em educação em ciências e matemática, propõe-se aqui a exploração um novo caminho de investigação, denominado de campo MTSA, como um canal de fortalecimento de reflexões, problematizações, análises e busca de caminhos formativos, localizável para profissionais, sobretudo professores de matemática, na direção de se moverem nas análises, pesquisas e práticas, emergindo ainda que na formação inicial. Defende-se a proposta do campo MTSA como sendo profícua para o reconhecimento na e da Educação Matemática para o aprimoramento das compreensões das nuances que envolvem tema como a tecnologia e sua influência transformativa e disruptiva na sociedade contemporânea do silenciamento das matemáticas presentes nos entrelaçamentos da ciência,

na sociedade, cultura e tecnologias e conseqüente expansão da criticidades necessária para o exercício da cidadania em tempos de profundas controvérsias, tendo a matemática como ferramenta importante na e para disseminação de narrativas hegemônicas que em muitos casos andam descompassadamente com valores humanos, solidários, fraternos e sustentáveis para sociedades e meio ambiente, disseminando cultura de dominação que pouco agrega à participação cidadã e nas tomadas de decisões de toda ordem, sobretudo política.

Dessa maneira, um olhar duplo, da EMC para a Educação CTSA e/ou da Educação CTSA para a EMC, faz-se necessário, no sentido de se fomentar possibilidade emancipatórias, por meio de aproximações e/ou afastamentos, a partir da identificação de lacunas no espectro considerado, tendo em vista um outro ponto de vista. Assim sendo, é importante enfatizar que a palavra lacuna está sendo usada aqui, na perspectiva da Educação Crítica, ou seja, ela tem também uma conotação fecunda, no sentido de não excluir da descrição do mundo “as possibilidades melhores inscritas na realidade social” (NOBRE, 2003, p. 9).

Uma primeira categoria interpretativa refere-se à aproximação entre ciências, filosofia, sociologia, tendo a tecnologia como balizador principal. Nesse sentido, movimentos no interior da educação CTSA se organizaram, em sua diversidade, na promoção de aproximações entre a ciência e campos da filosofia, sociologia descortinando saberes a respeito da influência da tecnologia na sociedade, cultura, ambiente. Assim, a formação inicial do professor de matemática demanda por aproximações na direção de expandir e aprofundar compreensão desses campos na própria concepção de modelos e outros nichos da matemática, na busca de decisões mais bem fundamentadas dela mesma - a matemática - ao se construir no seio das sociedades, em toda comunidade dos grandes centros a menor cidade deste país continental modelos, tendências e mobilidades sociais e culturais. Nesse caso, a lacuna refere-se à escassez de trabalhos na Educação Matemática que associam o ensino de matemática com elementos CTSA. De fato, nas teses do grupo de Educação Matemática que foram analisadas, apenas três faziam essa associação: Silveira (2014) e Civiero (2016) e Zorzi (2018). Essa situação revela que ainda há um grande espaço para ser percorrido no espectro que sinalizamos como campo MTSA, visto que as matemáticas estão em toda parte.

Nesse sentido, o campo MTSA pode ser uma resposta tanto na construção de disciplinas formativas nos cursos de matemática como na formação continuada de professores e na confecção de materiais didáticos e paradidáticos que auxiliem o professor e o estudante nos alicerces que fundamentam a cidadania em sociedades democráticas, de problemas complexos que demandam por olhar sobre os sistemas, de modo a favorecer construção de si e de uma escola mais plural, heterogênea e consciente da construção diária do presente e futuro para além de toda e qualquer ameaça à barbárie.

Segue-se disso uma circunstância decisiva, que, até agora, escapou aos próprios matemáticos. Se a Matemática fosse uma mera ciência, como a Astronomia ou a Mineralogia, seria possível definir o seu objeto. Não há, porém, uma só Matemática; há muitas Matemáticas (SPENGLER, 1973, p. 68).

Neste campo que se descortina aos nossos olhos, D’Ambrósio nos brindou, ao discorrer sobre as representações da realidade mediante artefatos e mentefatos, ao dizer que, a realidade é transformada por meio da incorporação de fatos promovidos pela ação consciente ou inconsciente, individual ou coletiva dos seres humanos manifestos nas conjunções his-

tóricas. Sendo estas traduzidas, explicadas, manipuladas, via ideologias, e suas origens por meio da filosofia (D'AMBRÓSIO, 1993).

É nos campos potenciais das ideologias, dos fatos, eventos e da própria filosofia que é preciso alargar e aprofundar as relações da matemática imersa nas tecnologias, sociedades, culturas e ambientes sob olhar atendo das concepções freirianas e frankfurtianas de modo que, o exercício da cidadania, seja na esfera pública ou privada se distancie dos abismos da barbárie que tão próximos caminham da humanidade contemporânea (ADORNO, 2006).

O perfil espiritual que permeia o campo da filosofia, “não é de acordo com a disciplina, mas sim mediante o gênero de questionamento no ducto de seu pensamento”, frisa Habermas (2014, p. 216) ao explicar perfis do filósofo Michael Tomasello, o que certamente pode ser útil para análise das múltiplas formas de conceber e manifestar a própria filosofia, sobretudo na atualidade.

Ora, em uma sociedade que massacra a filosofia como que houvesse não mais que uma mera doutrinação, considerando os berços em medida comum do campo da filosofia e da matemática, é preciso fortalecer o professor de matemática quanto à sua responsabilidade em expandir e favorecer questionamentos não apenas sobre a manipulação, aplicação e interpretação da matemática pela e na própria matemática, mas, sobretudo na leitura do mundo da vida e dos sistemas como disserta em suas obras Habermas (2012), ainda que no campo sociológico.

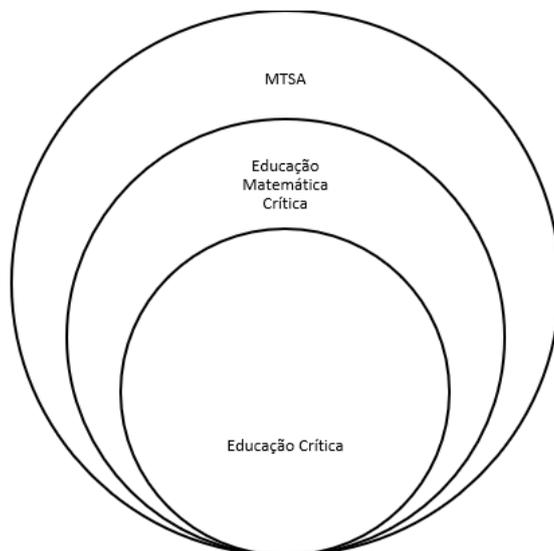
Um exercício que se perfaz nas análises conceituais, na objetividade do mundo e intersubjetividade do mundo da vida que se constituem simultaneamente aos homens (HABERMAS, 2014). Caminhos que se entrelaçam com o exercício do professor de matemática perante as múltiplas e ligeiras vivacidades da própria matemática perante a realidade que, ora assustadora, envolve o campo educacional diariamente em contextos cada vez mais incertos.

Uma segunda categoria interpretativa refere-se à transdisciplinaridade e interdisciplinaridade. Para uma análise holística da materialidade e seus desdobramentos seja no campo social, cultural, econômico; a matemática reporta-se a outros conhecimentos para além dela mesma na construção de uma crítica epistemologicamente fundamentada. Desse modo, entendemos que a EMC necessita alargar-se na direção da transdisciplinaridade e interdisciplinaridade transformativa de modo a poder de desenvolver na dialogicidade externa à própria matemática no contemplar e descobrir espaços comuns à escola, à vida, à sociedade. Nesse sentido, entendemos que o campo que denominamos MTSA (Matemática, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) é uma resposta, um esforço no exercício do alargamento da EC e, em particular da EMC, na aproximação do enfoque CTSA no cenário interdisciplinar que perpassa pela própria formação do professor de matemática.

Considerando os “por quês” peculiares à Educação Crítica, os “como” da Educação Matemática Crítica, é oportuno e fundamental perguntar “com quê” determinado problema interage e a matemática que se evidencia nas pontes construídas no caminhar de descobertas do exercício científico matemático, perpassando pela própria filosofia da matemática, da ciência, e dos arranjos peculiares à organização das sociedades, culturais e ambiente. Ou

seja, nos cenários contemporâneos em que se discute teoria da complexidade, sustentabilidade e outros temas que propiciam além do contemplar da matemática é preciso abrir-se na direção de matemáticas cada vez mais próximas da tecnologia, sociedade e ambiente e de seus desdobramentos culturais (Cf. Figura 5).

**Figura 5** - Alargamentos a partir da EC, EMC na direção da MTSA



**Fonte:** Elaboração pelo(s) autor(es)

O alargamento proposto aproxima-se da perspectiva da interdisciplinaridade, necessária à exposição da matemática frente à problemas àqueles de natureza sociocientíficas, também denominados de problemas aberto. Em que não apenas um campo de conhecimento é suficiente para explicar, contrapor, criticar e evidenciar possibilidades de tomada de posição. Situações problemas nos quais a matemática é ainda pouco evidenciada na educação básica, mas estratégicas para um direcionamento de uma sociedade mais justa, fraterna, solidária e cidadã. Processo interdisciplinar que nas palavras de Fazenda (1992),

[...] não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se... Todo o indivíduo engajado nesse processo será não o aprendiz, mas, na medida em que familiarizar-se com as técnicas e quesitos básicos o criador de novas estruturas, novos conteúdos, novos métodos, será o motor da transformação (FAZENDA, 1992, p. 56).

Desse modo, o campo MTSA consistirá em um exercício consciente, articulador e crítico de conhecimentos e saberes que emanam da tecnologia, sociedade e ambiente de modo que aprender matemática, fazer matemática, formar-se professor de matemática atravessará campos, reflexões, pressupostos, análises interdisciplinares conjuntas com outros campos do conhecimento para o exercício consciente e crítico da cidadania, favorecendo aprendizagem significativa. Ou seja, um direcionamento para superação da rígida fragmentação das disciplinas por meio da integração e engajamento de educadores saberes e conhecimentos. Nas palavras de Lück (1995), a interdisciplinaridade consiste na

integração e engajamento de educadores num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania mediante uma visão global do mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual (LÜCK, 1995, p. 64).

Ora, integrar-se e se engajar no campo MTSA consiste em se lançar na e para reflexão das múltiplas relações da tecnologia, de sua manifestação e influência na sociedade, ambiente e cultura. Destacando aspectos matemáticos presentes nas diferentes questões sociocientíficas, que contrariam o pleno exercício da cidadania frente aos mais desafiadores interesses do capital. Uma análise que se constrói nas lentes das matemáticas interdisciplinares, e que deve se perfazer ainda na formação inicial do professor de matemática para uma escola socialmente reconhecida e comprometida para uma transformação social solidária tangenciando os objetivos da Educação CTSA.

Nesse espectro, é razoável considerar a formação do professor de matemática como estratégica para um tempo de vozes, muitas delas duvidosas, que advogam narrativas hegemônicas em defesa do *status quo*.

Em Educação Matemática, dissertar sobre e a respeito de um problema e cenário no campo teórico é se permitir lançar-se no estado inacabado das relações que se transformam geralmente na direção não uniforme e linear, afinal dialoga-se com a própria formação e constituição das comunidades que não necessariamente ocorre e decorre de uma percepção linear, uniforme, uma vez que cada qual com e em seus interesses. Cabe, pois, à perspectiva aqui apresentada um refletir teórico no campo, sobretudo, de princípios capazes de nortear o pensar, o refletir, o conjecturar para ações diretas e interventivas na realidade, sobretudo da formação do professor de matemática e seus saberes especializados com enfoque no campo MTSA.

Entretanto, desses princípios de natureza teórica, necessários aos contornos profissionais do professor de Matemática, espera-se frente à imensidão das informações em que o tratamento crítico, seja empírico ou comparativo, da lógica, da aritmética à álgebra, ou na discussão e análise da geometria, atenta-se às manifestações desses no contexto diário, no mundo dos homens imersos e diluídos nas problemáticas de caráter sociocientífico e CTSA, os quais denominamos de MTSA.

Destarte, não podemos confundir, sobretudo, o formato escolar e universitário contemporâneo, os currículos e trajetórias formativas do docente professor de Matemática, por exemplo, com os fins práticos da atividade do professor de sociologia e filosofia. Mas, é preciso despertar para pontos comuns presentes nas atividades que ambos exercem no que diz respeito ao pensar. Onde emanam profícuas inquietações e pensares que contribuem para que a humanidade caminhe na direção formativa, quiçá reflexiva, crítica e responsável.

Sim, ao pensar, a respeito das coisas, do mundo, do universo, da lógica, os homens e seus interesses, é presumível mover para além dos modelos matemáticos que se estabelecem apresentados nos livros didáticos, muitas vezes pré-concebidos por interesses e soluções alinhadas hegemonicamente direcionados por recortes locais e globais dos próprios autores, o ambiente em sua concepção não arranjada, mas imersa nas tecnologias em crise dialógicas ou não.

Estamos diante de um caminho teórico metodológico que busca sinalizar princípios para formação inicial do professor de Matemática, baseado em evidências e perspectivas na literatura, para uma docência consciente, sensível à Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 1994)

em interface aos objetivos CTSA em contextos específicos. Demandando mobilidade para uma contemplação do objeto e problema de pesquisa em diferentes “ângulos” de observação que resultam na construção e fechamento da tese com devido distanciamento de olhares e conclusões imprudentes e desatentas à necessária junção da epistemologia, reflexão a respeito da prática e formação docente, um exercício para o pensamento crítico.

## MTSA

A educação CTSA deve ser compreendida como oposição ao chamado “ensino tradicional”, pois se dispõe não apenas adequar conteúdos programáticos, mas direcionar-se para uma compreensão mais real da Ciência e “menos dogmática e menos neutra, refletindo as relações e interações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente” (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877). Entretanto, é necessário que os professores sejam formados a ponto de adentrarem à perspectiva CTSA, assim como os livros didáticos e manuais devem ser claros nas orientações na direção CTSA, a fim de estabelecer elos para uma transposição didática articulada, para além da perspectiva tradicional, positivista e idealistas a respeito da natureza da ciência (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018; RODRIGUES; VIEIRA, 2012; VÁZQUEZ; MANASSERO – MAS, 2016; VÁZQUEZ *et al.*, 2012). Ou seja, nessa perspectiva, revela-se que há caminhos a percorrer, seja na formação do professor de Matemática seja na confecção de materiais didáticos que fomentem o pensamento para além do espectro positivista e neutro a respeito da ciência capazes de elucidar relações da ciência com tecnologia, sociedade e ambiente envoltos em temas dos mais variados e que emergem de diferentes lugares e situações da vida.

Temas como energia, água, solo, minério, floresta entre outros requer de quem ensina e aprende capacidade de compreensão, manipulação, aplicação e contextualização de temas matemáticos da educação básica como: aritmética, funções, estatística, probabilidade, finanças, geometria, lógica e outros articulados com conhecimentos das comunidades tradicionais e não apenas aquelas ocidentalizadas. Logo, pensar na educação CTSA é ir além das articulações convencionais da ciência com a tecnologia, sociedade e ambiente.

Articular-se esses desafios à formação do professor de Matemática é se permitir caminhar na direção de uma matemática sensível e relacionada com a tecnologia, sociedade e ambiente. Não apenas crítica, mas imersa no redimensionamento proposto na ciência de maneira paralela aos conceitos pensados, trabalhados na matemática, ora crítica ou que emerge de programas como a etnomatemática.

Nesse sentido, propor o delineamento do campo MTSA (matemática, tecnologia, sociedade e ambiente) é mais do que inserir na “tríade” a letra “M”, é aceitar necessidade de se dar as mãos na direção da superação de uma visão neutra e positivista da ciência e da matemática, articulando campos da matemática, como a EMC e a Etnomatemática, como também os elementos novos que emergem do próprio campo da educação CTSA e das questões sociocientíficas; em que a busca por soluções ótimas desafiam a certeza, demandam por olhar ético e moral que orbitam os variados elementos e sujeitos que permeiam as questões sociocientíficas. Assumimos à “tríade” da CTS o “A”, que destaca aspectos problematizadores do ambiente que demanda por reflexão e imersão própria em tempos de

silenciamento dos desafios do meio ambiente. Concebe-se, portanto, estes temas também de interesse do MTSA na busca da promoção de uma educação científica e tecnológica ancoradas nas visões freiriana e frankfurtiana.

Mas afinal, porque o campo MTSA estaria ancorado nas visões do educador Paulo Freire? Quais motivos nos levam a fundamentar o campo MTSA nas concepções da Escola Frankfurtiana?

Muitos conhecem o educador Paulo Freire, sobretudo pelas propostas na direção da promoção de uma educação libertadora, a princípio no intuito de alfabetizar jovens e adultos para além da leitura e escrita das palavras, mas de mundo. Aproximação necessária defendido pelo educador entre a escolarização e o sujeito autônomo, capaz de exercer princípios basilares da cidadania enquanto e devemos ser sujeitos politizados em que temas que permeiam toda e qualquer sociedade democrática estão envolvidos. Um direcionar-se às transformações de si e das comunidades delas pertencentes na superação da opressão e da liberdade que, próxima das amarras hegemônicas, limitam trabalhadores de suas capacidades criativas, inovadores, solidarias e fraternas. Ou seja, compreender o sujeito enquanto ser histórico em que,

A educação passa a ter sentido ao ser humano porque o seu existir se caracteriza como possibilidade histórica de mudanças. "Somos ou nos tornamos educáveis porque, ao lado da constatação de experiências negadoras da liberdade, verificamos também ser possível a luta pela liberdade e pela autonomia contra a opressão e o arbítrio" (FREIRE, 2000, p. 121).

Das interações humanas nascem ou fortalecem historicamente saberes culturais, que na perspectiva freiriana a mão que arruma, ajeita, trabalha, ela é que faz, sensibiliza, torna visível transformações, um "desaninhar" entre as relações do conhecimento e a vida (FREIRE, 1989; EVANGELISTA, OSÓRIO, 2021). Logo, à medida que alienações, opressões, silenciamentos, visão homogênea da vida, da ciência, da matemática são expandidos, difundidos como verdade absoluta, se faz da crítica a narrativa dominantes em que, superar o aparente torna-se uma ação árdua, quase que insuperável, e profícua à fragilização da própria democracia.

Não é possível atuar em favor da igualdade, do respeito aos direitos à voz, à participação, à reinvenção do mundo, num regime que negue a liberdade de trabalhar, de comer, de falar, de criticar, de ler, de discordar, de ir e vir, a liberdade de ser (FREIRE, 2002, p.193).

Discorrer em ação fraterna, solidária, é seguir na direção da suplantação da desigualdade, é lutar pela superação da fome, miséria, pobreza. E para isso, é mister que reinventar o mundo é promover ações dialógicas e educacional profícuo para plasticizar o pensamento. O pensamento freiriano pode ser aplicável não apenas aos processos de alfabetização, mas a qualquer modalidade de ensino em quaisquer contextos em que a liberdade seja tomada como fonte de conhecimento para aproximação crítica da realidade (FREIRE, 1980; FERREIRA; MESQUIDA, 2015).

Nesse aspecto, o campo de investigação proposto, denominado MTSA, associa-se aos interesses apresentados pela literatura freiriana na busca por promover, expandir e fortalecer o exercício da cidadania, onde educadores e demais agentes das comunidades es-

colares estejam comprometidos com os pilares das sociedades democráticas em contextos heterogêneos e de múltiplas vozes.

Pensávamos numa alfabetização que fosse ao mesmo tempo um ato de criação, capaz de gerar outros atos criadores; uma alfabetização na qual o homem, que não é passivo nem objeto, desenvolvesse a atividade e a vivacidade da invenção e da reinvenção, características dos estados de procura (FREIRE, 1980, p. 41).

Para promover e estimular capacidade inventiva no contexto escolar, neste tempo de vicissitudes ligeiras e líquidas, da inteligência artificial, de dispositivos eletrônicos, *smartphones*, *tablets*, internet de alta velocidade, do acesso rápido à informação e bibliotecas eletrônicas, Silva, Carvalho e Moura (2021) destacam como caminhos à escola socialmente reconhecida, o professor pesquisador que se lança na construção permanente do conhecimento e de si. Na perspectiva freiriana, é na pesquisa e nas manifestações individuais e, sobretudo, coletivas, pelas vias da escrita e oralidade, que o conhecimento se sedimenta, criando laços e outras possibilidades formativas na direção da expansão do próprio conhecimento, saberes e experiências na contemplação dos cenários. Casos de natureza socio-científicas são analisados, criticados e pavimentados pela dialogicidade e expandidos pela perspectiva de Habermas (2012) do mundo da vida e dos sistemas.

É na expansão do olhar, do refletir, da análise crítica fundamentada e articulada com outros conhecimentos, que a matemática é capaz de ir além dos números frios e encorpar sentido e significados sociais, culturais, ecológicos fortalecendo e expandindo ação cidadã seja na esfera política, empresarial e do campo. Certamente, iniciamos a resposta para indagação sobre o aporte do campo MTSA à perspectiva frankfurtiana. Tendo como seus principais expoentes Walter Benjamim, Marx Horkheimer, Herbert Marcuse, Theodor Adorno e, na segunda geração, Jurgen Habermas e Axel Honneth, esses estudiosos foram responsáveis por redimensionar a teoria crítica marxista.

Ao tratar das questões que orbitam educação CTSA, questões sociocientíficas, em suma, do confronto das narrativas hegemônicas a respeito da ciência e suas relações com tecnologia, sociedade e ambiente, defrontamos com a capacidade reflexiva e argumentativa dos sujeitos, no tocante à sua formação cidadã no contexto científico e tecnológico. Uma imersão formativa que requer olhar para além das grandes narrativas, da comunicação das massas. Logo, ater-se ainda que elementarmente à teoria crítica, impõe o trilhar caminhos que envolvem aspectos e grandes temas como: comunicação das massas, relação da técnica e sociedade e indústria cultural e outros necessários para e na análise, reflexão e encaminhamentos no seio social e da sociedade enquanto cidadãos atuante, críticos e individualmente e coletivamente situado historicamente.

Logo, o campo MTSA busca articular, mediante a escrita e argumentação, as matemáticas e suas relações com as tecnologias, sociedades, ambientes de modo que o professor de matemática componha a esfera de discussão de maneira efetiva no âmbito escolar e educacional como em toda esfera da sociedade, demandando assim releituras do próprio processo formativo inicial do professor de matemática.

Herbert Marcuse (1973) disse no século passado que,

Os setores mais avançados da sociedade industrial ostentam completamente esses dois fatores: a tendência para a consumação da racionalidade tecnológica e os esforços intensos para conter essa tendência no seio das instituições estabelecidas (MARCUSE, 1973, p. 36).

Narrativas hegemônicas seguem na direção de fazer valer seus ideais e, portanto, estabelecer a cultura de que seus produtos e projetos são adequados para o consumo humano sem, contudo, encontrar minimamente análises por parte das massas, um olhar crítico e reflexivo dos rumos dados à sociedade. Logo, cabe aos educadores ser parte de uma perspectiva crítica e reflexiva, seja na leitura de números e gráficos que são apresentadas em livros textos, mas, sobretudo, pela grande mídia. De modo que esta e as futuras gerações consigam exercer de modo significativo e atuante sua cidadania em contextos sociais incertos. Cidadania que constrói e reconstrói seu destino distante do ódio, segregação e racismo e tragédias humanas.

Já disse o poeta cantor Gilberto Gil: “Queremos saber o que vão fazer com as novas invenções. Queremos notícia mais séria sobre a descoberta da antimatéria e suas implicações (...). Queremos saber quando vamos ter raio laser mais barato (...)”<sup>3</sup>. Nesse sentido, em tempos de narrativas que fragilizam o fazer científico, potenciais negacionismo da própria ciência, consolida-se como necessário explorar a matemática atuante nas mais variadas interações sociais, na sociedade, que permeia cultura, no ambiente e na tecnologia. Destacamos ao menos quatro princípios básicos do campo MTSA, a partir da literatura CTSA (SASSERON; CARVALHO, 2011; FARIAS; MIRANDA, PEREIRA FILHO, 2012): 1) compreensão básica de conhecimentos e conceitos científicos matemáticos fundamentais; 2) compreensão da natureza das ciências e das matemáticas e dos fatores éticos e políticos que circundam suas práticas; 3) entendimento das relações existentes entre a matemática, tecnologia, sociedade e ambiente; 4) questionar modelos e valores do desenvolvimento científico e tecnológico de nossa sociedade a partir do conhecimento das matemáticas.

Princípios que dialogam com perspectiva de mobilizar professores na direção de mudanças da compreensão errônea da educação como canal apenas de preparação de mão de obra qualificada (BAZZO, 2016), ou seja, o campo MTSA buscará contribuir para além do conteúdo prescritivo, que, para muitos burocratas não compete à escola. Logo, é pensar e agir contemporaneamente no campo formativo de professores de matemática no tocante a atender e suprir demandas reflexivas, interpretativas e aplicativas de conhecimentos matemáticos na expansão, problematização, aprofundamento do agir cidadão perante temas abertos como as questões sociocientíficas em que muitas delas demandam por olhares que permeiam a matemática.

Um percorrer na direção de elucidar pressupostos de ordens epistemológica e conceitual, que localiza o ser humano individual, social, tecnológico e de conhecimentos matemáticos dialógicos com outras áreas. Ou seja, um discernir ousado, como alerta Bazzo (2016), de rupturas de silêncios, que não deixam fora a matemática, para maior reflexão de toda ordem. Onde “contêineres” de conhecimento podem servir de impulsionadores como

---

<sup>3</sup> Canção: Queremos Saber, autor Gilberto Gil, álbum “O Viramundo vol. 2”, de 1976.

limitadores para a expansão do conhecimento, postura crítica, responsável e cidadã, o que deve perpassar a escola, atuação do professor de matemática.

De todo modo, trata-se de mover-se para abordagem do conhecimento e saberes de forma integrada, dialógica, crítica, a ponto de trazer ao centro da Matemática tópicos de interesse comum ao campo da tecnologia, sociedade e ambiente, sobre olhares atentos da crítica, não pela crítica, mas que sugere mobilização, sobretudo comunicativa para um agir consciente e responsável; de modo que marcas históricas e de social sejam superadas mediante postura integradora e não apartada de pessoas, crenças, credos, raças, minorias. É conceder voz, tratar humanamente e com a sensibilidade devida temas que remete a sociedade a porões do silêncio e da dor. Em tempos de corrosão da compreensão dialógica entre os homens.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos o campo MTSA profícuo tanto para o aprimoramento de compreensões das nuances que envolvem temas como a tecnologia e sua influência transformativa e disruptiva na sociedade contemporânea, na Educação Matemática, como para o reconhecimento crítico da matemática como ferramenta importante na disseminação de narrativas hegemônicas, que, em muitos casos, andam descompassadamente com valores humanos, solidários, fraternos e sustentáveis para sociedades e meio ambiente, disseminando cultura de dominação que pouco agrega à participação cidadã e nas tomadas de decisões de toda ordem, sobretudo política.

Do ponto de vista processual, o campo MTSA trata, sobretudo, da construção de pensares para uma sociedade mais justa e equitativa. Lançando-se ao exercício da interdisciplinaridade, constitui-se como busca pelo rompimento de silêncios que insistem em atravessar fronteiras abertas da Educação em Ciências e Matemática. Assim sendo, parte-se da consideração da tessitura da tecnologia com a sociedade, a cultura e o ambiente tendo a matemática como ferramenta para a formação individual e social de criticidade e cidadania. Isso não envolve distanciamento do passado, mas busca aprender a partir das experiências recentes, por meio de uma agenda cientificamente comprometida e matematicamente situada.

Nesse sentido, é fundamental abrir-se para diálogos e cooperação no contexto de abordagem da Matemática, visando principalmente à não desconsideração da conexão histórica desta com aspectos e anseios desenvolvimentistas na sociedade. O diálogo e a cooperação devem se dar de um modo a contribuir tanto para um pensar/fazer educacional que favorece vozes e vida, paz, acesso ao pão, aos alimentos ricos em nutrientes para o bem viver e bem-estar que se prolonga com saberes e conhecimentos, com a cultura, perfazendo-se, organizando-se em estruturas matemáticas que necessitam olhar e o pensar crítico sobre os contornos que sucedem todas estas manifestações, interesses e organização distributiva., como para uma formação de professores que caminhe na direção do conhecimento especializado do professor e, ao mesmo tempo, se articule aos interesses investigativos do campo CTSA. Isso implica a articulação crítica da Matemática com a tecnologia, com a socie-

dade e com abordagem da educação ambiental crítica durante exercícios de se interpretar, modelar, aplicar e problematizar a realidade.

Tudo isso perpassa os contornos da própria formação inicial do professor de matemática, envolvendo a construção de disciplinas, a confecção de material didático, a releitura dos materiais existente e a transformação da formação continuada de professor de matemática. Cabe, ainda observar que os tópicos em Matemática necessitam ser ampliados para além dos constituídos e sinalizados nos currículos escolares vigentes, visto que, para se triilhar caminhos que orbitem questões de natureza sociocientífica.

Nesse sentido, a Matemática que orbita a MTSa, é uma Matemática que se lança para outros campos, seja das áreas humanas como das ciências da natureza. Com humildade, é preciso sinalizar no ensino de Matemática que eixos formativos como a filosofia, filosofia da Matemática e sociologia favorecem a compreensão, a aplicação e a problematização da Matemática. Corroboram, assim, para uma argumentação sustentada e socialmente comprometida, na direção da colaboração, cooperação científica e profissional no ambiente escolar, universidade e comunidade, é necessário o caminho na direção do fortalecimento e promoção de uma educação científica, solidária e sustentável, ancorado no processo dialógico e dialético da formação das sociedades (FREIRE, 2000; HABERMAS, 2012), inseridas em contexto global sistêmico.

## REFERÊNCIAS

ADORNO, T. A educação contra a barbárie. *In*: ADORNO, T. **Educação e emancipação**. 2 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

ADORNO, T. O que significa elaborar o passado e educação após Auschwitz. *In*: **Educação e emancipação**. 2 ed. São Paulo: Paz e Terra. 1995.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. 160 p.

AIKENHEAD, G. S. Review of research on humanistic perspectives in Science Curricula. *In* EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA) CONFERENCE. **Proceedings...** Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.2, p.55-68, jul. 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BAZZO, W. A. **Ponto de ruptura civilizatória: a pertinência**. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, n. 33, vol. 11, pp. 73 – 91, Sep, 2016.

CARRETA, C. L. A. **O Programa Nacional do Livro Didático: do conceito de Função à Função Logarítmica: um olhar sociocrítico**. 2017.102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2017.

CARRETA, C. L. A.; SANTOS, C. A. B. Backgrounds, Foregrounds e a Educação Matemática Crítica: uma investigação da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio. **Revista Espaço do Currículo** (online), João Pessoa, v. 13, n. 3, p. 662 – 669, set./dez. 2020.

CEOLIM, A. J.; HERMANN, W. Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica. **Revista Paranaense Educação Matemática**, Campo Mourão, PR, v.1, n.1, p. 9 – 20, jul-dez. 2012.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: GORDILLO, M. M. (org.) **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2009.

Civiero, P. A. G. **Educação Matemática Crítica e as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia no processo civilizatório contemporâneo**: Embates para formação de professores de matemática. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016.

CLARAS, A. F.; PINTO, N. B. O Movimento da Matemática Moderna e as iniciativas de formação docente. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), Curitiba , PUC – PR, 2008. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/863\\_662.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/863_662.pdf). Acesso em: 31 de maio de 2022.

DAGNINO, R. **Tecnociência Solidária**: um manual estratégico. Marília-SP: Lutas Anticapital, 2020.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: um programa. **Educação Matemática em Revista**. Ano 1, número 1, 1993.

EVANGELISTA, E. F. P., OSÓRIO, N. B. A Pedagogia Freiriana na educação de jovens e adultos. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 8, n. 64, 2021.

FARIAS, L. N.; MIRANDA, W. S.; PEREIRA FILHO, S. C. F. . Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.9, n. 17, p. 63-75, jul. 2012/dez. 2012.

FAZENDA, I. C. **A Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia? São Paulo: Loyola, 1992.

FERNANDES, I. M. B; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectivas Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FERREIRA, J. B. M., MESQUIDA, P. Teoria freiriana de educação e trabalho docente conscientizador. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 11, n. 18, p. 259 – 274, jan./abr. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 31º ed. RJ: Paz e Terra, 2000.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**: três artigos que se completam. São Paulo: Cortez, 1989.

FREIRE, P. **Cartas a Cristina**. São Paulo: Editora Unesp 2ª edição revista, 2002.

FREIRE, P. **Conscientização: Teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez e Moraes, 1980.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, v. 199, 1967.

GOERGEN, P. Tecnociência, pensamento e formação na educação superior. **Avaliação**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 561-584, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/3MV8gT5X5XWQmBhfQvpGfqK/?lang=pt#>. Acesso em: 04 de maio de 2022.

HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo, 2: sobre a crítica da razão funcionalista**. Tradução Flavio Beno Siebeneichler. – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.

HABERMAS, J. **Na esteira da Tecocracia: pequenos escritos políticos XII/ Jürgen Habermas: tradução Luiz Repa**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

HABERMAS, J. **A crise de legitimação do capitalismo tardio**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2002.

HENRIQUES, E. Educação Crítica e ideologização da educação: colocando os pingos nos “is”. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**. v. 2, n. 5, p. 1 – 16, jul. / set. 2021.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na America Latina. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. esp., nov. 2007.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 1995.

MALDONADO, A. E. Pesquisa em comunicação: trilhas históricas, contextualização, pesquisa empírica e pesquisa teórica. *In*: MALDONADO, A. E. **Metodologias de Pesquisa em Comunicação**. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MARCUSE, H. **A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

MIORIM, M. A. **Introdução a História da Matemática**. São Paulo, SP: Atual, 1998.

NOBRE, M. Apresentação. *In*: HONNETH, Axel. **Luta por reconhecimento: a gramática moral dos conflitos sociais**. São Paulo: Ed. 34, 2003.

Orquiza-de-carvalho, L. M.; Carvalho, W. L. P. Tecnociências, neoliberalismo e educação científica. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 24, n. 3, p. 537-541, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/183769>. Acesso em.: 04 de maio 2022.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, 95: 601-626, 2011.

PIMENTA, S. G. **O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?** 11 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

PUCCI, B. Teoria crítica e educação: contribuições da teoria crítica para a formação do professor. **Espaço Pedagógico**, v. 8, s.n., p. 13-30, 2001.

RODRIGUES, M. J.; VIEIRA, R. M. Programa de formação de educadoras de infância: seu contributo para a (re)construção de concepções ciência-tecnologia-sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 3, n. 11, p. 501-520, 2012. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC\\_11\\_3\\_2\\_ex664.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_2_ex664.pdf). Acesso em 06 de maio de 2022.

RÜDIGER, F. **Theodor Adorno e a Crítica à Indústria Cultural: comunicação e teoria crítica da sociedade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendencias e resultados de pesquisas** / Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59 – 77, 2011.

SKOVSMOSE, O. **Towards a Philosophy of Critical Mathematical Education**. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1994.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papirus, 2013.

SKOVSMOSE, O. Guetorização e globalização: um desafio para a Educação Matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 13, n. 24, p. 13-142, jul./dez. 2005.

SKOVSMOSE, O. Foreground dos educandos e a política de obstáculos para aprendizagem. *In*: RIBEIRO, J. P. M., DOMITE, M. C. S., FERREIRA R. (org.) **Etnomatemática: papel valor e significado**. São Paulo: Zouk, 2004.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papirus, 2014.

SPENGLER, O. **A decadência do Ocidente**. Esboço de uma morfologia da História Universal. edição condensada por Helmut Werner, tradução Herbert Caro (original 1959), Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

SILVA, G. C.; CARVALHO, L. M. O.; MOURA, A. R. L. Metodologias e Professor pesquisador – Caminhos Pós-modernos para uma Escola Socialmente Reconhecida. **Revista Internacional Educon**, v. 2, n. 2, 2021.

SILVEIRA, E. **A modelagem em educação matemática na perspectiva CTS**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina.

Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PECT0216-T.pdf>. Acesso em: 04 de ago. 2019.

VALENTE, W. R. A Matemática Moderna nas Escolas do Brasil: Um Tema Para Estudos Históricos Comparativos. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 18, p 19-34, 2006,.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO-MAS, A. La formación del profesorado sobre temas CTS: un modelo para mejorar sus concepciones. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 1, p. 110-127, 2016. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/3106/2449>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; BENNÀSSAR, A.; ARIZA, M. R. La comprensión sobre la naturaleza de la ciencia del profesorado: una propuesta integral de formación desde un análisis de caso. In: ENCUESTRO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, 25., 2012, Santiago de Compostela. **Actas...** Santiago de Compostela, USC, 2012. p. 181-188. Disponível em: <http://apice-dce.com/wp-content/uploads/2018/08/XXV-EDCE.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

ZORZI, F. **Matemática escolar e tecnociência: um estudo com professoras da Educação Básica**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos. Programa de Pós-graduação em Educação. São Leopoldo, 2018. (. Disponível em:[http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7695/Fernanda%20Zorzi\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7695/Fernanda%20Zorzi_.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 26 de jul. 2022.

### Histórico

Recebido: 26 de novembro de 2023.

Aceito: 26 de maio de 2024.

Publicado: 29 de maio de 2024.

### Como citar – ABNT

SILVA, Gildemberg da Cunha; CARVALHO, Lizete Maria Orquiza de. Proposta para formação crítica do professor de matemática: princípios a partir do movimento CTSA e da Educação Matemática Crítica. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 47, e2024016, 2024. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024016.id574>

### Como citar – APA

SILVA, G. C., & CARVALHO, L. M. O. (2024). Proposta para formação crítica do professor de matemática: princípios a partir do movimento CTSA e da Educação Matemática Crítica. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, (47), e2024016. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024016.id574>