

**ABORDAGENS
TEÓRICAS
E PRÁTICAS
EM PESQUISA**

COORDENADORES

Patricia Biegging

Raul Inácio Busarello

ISBN 978-85-7221-633-3

2026

*Raimundo Santos de Castro
Tatiana Cristina Santos de Castro*

**RACIONALIDADE ALGORÍTMICA
E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:**

FORMAÇÃO DE SUJEITOS PARA SOCIEDADES DATAFICADAS
— PERSPECTIVAS CRÍTICAS, EQUIDADE
E CIDADANIA ALGORÍTMICA

RESUMO:

A expansão acelerada dos sistemas orientados por dados e da governança algorítmica está reconfigurando de maneira profunda as competências exigidas para a participação plena na vida contemporânea. Automação decisória, análise preditiva e sistemas de recomendação permeiam domínios que vão do acesso a benefícios sociais à seleção em processos educativos e empregatícios, constituindo um ecossistema de mediação algorítmica que afeta de modo diferenciado distintas populações. Nesse contexto, a educação matemática ocupa uma posição estratégica — e ainda insuficientemente investigada — na formação de sujeitos capazes de compreender, interpretar e contestar criticamente esses sistemas. O presente artigo examina de que modo a educação matemática contribui para o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício da cidadania em sociedades dataficadas, com atenção especial às dimensões de equidade, inclusão e desigualdades educacionais globais. A partir de uma revisão teórica ampliada, articulamos contribuições da sociologia da educação, dos estudos críticos de dados e da filosofia da tecnologia para propor o conceito de competência de cidadania algorítmica como categoria analítica central. Adicionalmente, dialogamos com dados empíricos derivados de análise curricular comparada (n = 12 países), levantamento com estudantes do ensino médio (n = 486) e entrevistas semiestruturadas com professores (n = 24). Os resultados evidenciam que, embora a educação matemática incorpore crescentemente elementos de letramento de dados e raciocínio computacional, permanece majoritariamente procedural, distribuída de modo desigual e insuficiente para fomentar um engajamento crítico com sistemas algorítmicos. Disparidades significativas foram identificadas ao longo de eixos socioeconômicos e geográficos, reforçando padrões estruturais de exclusão. Concluímos com recomendações de política curricular, formação docente e acesso equitativo ao conhecimento matemático como condições para uma cidadania algorítmica democraticamente distribuída.

Palavras-chave: educação matemática; governança algorítmica; dataficação; equidade; educação digital; política educacional global; letramento computacional; cidadania algorítmica.

1. INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo é crescentemente estruturado por sistemas algorítmicos que medeiam o acesso a recursos, oportunidades e direitos. Da tomada de decisão automatizada em sistemas de bem-estar social à análise preditiva na educação e no emprego, a governança algorítmica emergiu como uma característica definidora das sociedades do século XXI (Zuboff, 2019; Eubanks, 2018). Nesse cenário, a capacidade de compreender e engajar-se criticamente com sistemas orientados por dados deixou de ser uma habilidade especializada para tornar-se uma componente fundamental da cidadania democrática.

A educação matemática ocupa uma posição central, porém insuficientemente examinada, nessa transformação. Tradicionalmente associada ao raciocínio abstrato e à competência técnica, a educação matemática está agora diretamente implicada na formação de sujeitos capazes de navegar em ambientes algorítmicos. Contudo, as pesquisas existentes têm se concentrado majoritariamente em resultados de desempenho, eficácia curricular e lacunas de aprendizagem, deixando em segundo plano o papel social mais amplo da educação matemática na constituição de subjetividades dentro de sistemas dataficados (OCDE, 2022; Skovsmose, 2014).

O presente artigo aborda essa lacuna investigando como a educação matemática contribui para o desenvolvimento de competências necessárias à participação em sociedades algorítmicamente governadas. Partimos da seguinte questão de pesquisa central: de que modo a educação matemática molda as capacidades dos indivíduos para se engajar, compreender e avaliar criticamente sistemas algorítmicos em diferentes contextos socioeconômicos e educacionais?

Essa pergunta possui relevância global. Em países de alta renda, os sistemas algorítmicos estão profundamente incorporados

aos processos decisórios institucionais — desde triagem de currículos até concessão de crédito e avaliação de risco penal (O’Neil, 2016). Nos países de baixa e média renda (PBMRs), as infraestruturas digitais se expandem rapidamente, frequentemente sem investimentos educacionais correspondentes que habilitariam as populações a engajar-se criticamente com esses sistemas (Banco Mundial, 2021). Conseqüentemente, disparidades na educação matemática podem se traduzir em novas formas de desigualdade digital e epistêmica.

Estruturalmente, o artigo desenvolve-se em seis seções. Após esta introdução, apresentamos o referencial teórico, articulando sociologia da educação, estudos críticos de dados e filosofia da tecnologia. Em seguida, detalhamos os procedimentos metodológicos adotados. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos. A quinta seção aprofunda as implicações teóricas, propondo a noção de competência de cidadania algorítmica como categoria heurística. Por fim, apresentamos recomendações de política e encaminhamos as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E REPRODUÇÃO SOCIAL

A educação matemática tem sido historicamente compreendida como mecanismo simultâneo de oportunidade e estratificação social (Bourdieu; Passeron, 1990). O acesso ao conhecimento matemático avançado correlaciona-se fortemente com a participação em mercados de trabalho de alta qualificação e em processos decisórios. Todavia, esse acesso permanece distribuído de forma desigual ao longo de eixos socioeconômicos, raciais e de gênero.

Pesquisas em sociologia da educação matemática têm documentado como práticas pedagógicas dominantes podem funcionar como mecanismos de exclusão, ao privilegiar determinadas formas de raciocínio e representação que refletem valores culturais específicos (Bishop, 1988; Gutiérrez, 2017). A chamada “crise de equidade” na educação matemática não é apenas quantitativa — expressa em lacunas de desempenho — mas qualitativa, manifestando-se em diferenças no tipo de conhecimento matemático ao qual diferentes grupos têm acesso. Enquanto estudantes de contextos privilegiados frequentemente desenvolvem competências de modelagem, raciocínio crítico e aplicação contextualizada, estudantes de contextos desfavorecidos tendem a receber uma educação calcada em habilidades procedurais e algorítmicas de baixo nível cognitivo (Anyon, 1980; Oakes, 1985).

Skovsmose (1994; 2014) propõe o conceito de “educação matemática crítica” como forma de superar essas limitações, argumentando que a matemática deve ser compreendida não apenas como ferramenta técnica, mas como linguagem de poder e instrumento de questionamento social. Essa perspectiva ganha renovada urgência no contexto das sociedades dataficação, onde compreender a matemática por trás dos algoritmos é condição para a participação cidadã qualificada.

2.2 SOCIEDADE ALGORÍTMICA E DATAFICAÇÃO

O conceito de dataficação refere-se à transformação da vida social em dados quantificáveis, possibilitando o processamento e a governança algorítmica (Van Dijck, 2014). Essa transformação não é neutra: implica escolhas sobre o que é mensurado, como é representado e quem tem poder sobre os dados gerados. As implicações para a educação matemática são profundas, pois os sistemas algorítmicos que governam a vida contemporânea são, em sua essência, construções matemáticas que incorporam pressupostos, valores e vieses (Noble, 2018; O’Neil, 2016).

Zuboff (2019) cunhou o termo “capitalismo de vigilância” para descrever a lógica econômica que impulsiona a dataficação: a extração e commodificação de dados comportamentais como matéria-prima para previsão e modificação do comportamento humano. Nesse paradigma, os sistemas algorítmicos não apenas descrevem o mundo — eles o produzem, ao influenciar decisões, moldar preferências e determinar possibilidades de vida. Compreender essa lógica exige não apenas literacia digital no sentido técnico, mas uma sofisticação matemática e crítica que permita questionar as premissas dos modelos.

Cathy O’Neil (2016), em sua obra seminal, demonstra como modelos matemáticos aparentemente objetivos podem reproduzir e amplificar desigualdades existentes — um fenômeno que denomina “armas de destruição matemática em massa”. Os exemplos abrangem algoritmos de avaliação de professores, modelos de pontuação de crédito, sistemas de previsão de reincidência criminal e classificadores de currículos, todos partilhando características comuns: são opacos, de larga escala e socialmente prejudiciais. A análise crítica desses sistemas requer exatamente o tipo de letramento matemático que a educação formal raramente proporciona.

2.3 PERSPECTIVAS CRÍTICAS SOBRE TECNOLOGIA E DESIGUALDADE

A tradição de estudos críticos de ciência e tecnologia (STS — Science and Technology Studies) oferece ferramentas analíticas valiosas para compreender como artefatos tecnológicos incorporam valores sociais e distribuem poder de maneira desigual (Winner, 1980). No domínio digital, essa perspectiva tem sido desenvolvida por autores como Couldry e Mejias (2019), que denunciam o “colonialismo de dados” como forma contemporânea de extração assimétrica de recursos, e por Ruha Benjamin (2019), que elabora o conceito de “racismo tecnológico codificado”.

Na educação, essas dinâmicas se manifestam na distribuição diferenciada de competências tecnológicas e matemáticas. A chamada “divisão digital” não é apenas de acesso a dispositivos, mas de capacidade para compreender, questionar e produzir os sistemas que estruturam a vida digital (Warschauer, 2003; Van Dijk, 2020). A educação matemática, ao não abordar criticamente as estruturas algorítmicas, pode inadvertidamente contribuir para a reprodução dessas desigualdades, formando uma classe de “consumidores algorítmicos” em vez de “cidadãos algorítmicos” críticos.

2.4 COMPETÊNCIA DE CIDADANIA ALGORÍTMICA: UMA PROPOSTA CONCEITUAL

Construindo sobre essas perspectivas teóricas, este artigo desenvolve o conceito de competência de cidadania algorítmica, definida como: a capacidade de compreender, interpretar, avaliar criticamente e engajar-se de modo significativo com sistemas algorítmicos em formas que apoiam a participação informada na vida social, econômica e política.

Esse conceito articula três dimensões interdependentes. A dimensão técnica envolve competências de letramento de dados, raciocínio computacional e compreensão dos fundamentos matemáticos dos algoritmos — incluindo estatística, otimização, álgebra linear e probabilidade. A dimensão interpretativa refere-se à capacidade de ler e questionar as representações produzidas por sistemas algorítmicos, identificando premissas implícitas, limitações e escolhas de design. A dimensão política-cidadã diz respeito ao uso dessas competências para participar democraticamente de debates sobre governança de algoritmos, política de dados e regulação tecnológica.

Diferentemente de noções como “letramento de dados” (data literacy) ou “pensamento computacional” (computational thinking),

que tendem a enfatizar a dimensão técnica, a competência de cidadania algorítmica incorpora explicitamente a dimensão crítica e política. Aproxima-se das propostas de “letramento estatístico crítico” (Gould, 2017), “matemática para a justiça social” (Gutstein, 2006) e “pedagogia crítica dos algoritmos” (Pedersen; Bayne, 2021), mas avança ao articulá-las em um quadro integrado e orientado à cidadania.

3. METODOLOGIA

3.1 DESENHO DA PESQUISA

Este estudo adota um desenho de métodos mistos (Creswell; Plano Clark, 2018), combinando abordagens quantitativas e qualitativas para fornecer uma análise abrangente da educação matemática em relação às sociedades algorítmicas. A integração de múltiplas fontes de dados permitiu a triangulação metodológica, ampliando a validade e a profundidade interpretativa dos achados. A lógica integrativa adotada segue um modelo convergente, no qual os dados quantitativos e qualitativos são coletados de forma paralela, analisados independentemente e, em seguida, comparados e contrastados na fase de interpretação.

3.2 FONTES DE DADOS

3.2.1 Análise Curricular Comparada

Foram analisados currículos de matemática de 12 países, selecionados para representar contextos de alta, média e baixa renda, segundo a classificação do Banco Mundial (2021). Os países

incluídos foram: Alemanha, Brasil, Canadá, China, Etiópia, Finlândia, Índia, México, Nigéria, Reino Unido, Tailândia e Uruguai. Os documentos curriculares foram obtidos junto às autoridades educacionais nacionais e analisados por meio de codificação temática, com foco na presença de: (a) letramento de dados e estatística; (b) pensamento computacional; (c) competências matemáticas críticas; (d) referências explícitas a algoritmos ou sistemas de tomada de decisão.

3.2.2 Levantamento com Estudantes (n = 486)

Estudantes do ensino médio (faixa etária de 15 a 18 anos) de três países — Brasil, África do Sul e Alemanha — responderam a um questionário estruturado desenvolvido para esta pesquisa. O instrumento avaliou quatro dimensões: confiança matemática geral, habilidades de interpretação de dados, compreensão de processos algorítmicos e atitudes em relação à tecnologia. A amostra incluiu escolas de contextos socioeconômicos distintos dentro de cada país, possibilitando comparações tanto entre países quanto internas. O questionário foi pilotado com 48 estudantes adicionais e refinado com base em análises de consistência interna (alfa de Cronbach $\geq 0,78$ para todas as subescalas).

3.2.3 Entrevistas com Professores (n = 24)

Entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com 24 professores de matemática do ensino médio, oito por país, selecionados por amostragem intencional com base em experiência docente e área de especialização. As entrevistas exploraram práticas pedagógicas, percepções sobre competências digitais, desafios para integrar conteúdos algorítmicos e concepções sobre o papel social da educação matemática. As entrevistas foram realizadas individualmente, gravadas com consentimento e transcritas na íntegra.

3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Os dados curriculares foram submetidos à análise temática comparada, com codificação dedutiva orientada pelo referencial teórico e codificação indutiva para categorias emergentes. Os dados do levantamento foram analisados por meio de estatísticas descritivas e regressão linear múltipla, com status socioeconômico, país e gênero como variáveis preditoras. Os dados das entrevistas foram submetidos à análise temática segundo os procedimentos de Braun e Clarke (2006), com triangulação de analistas para aumentar a confiabilidade interpretativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TENDÊNCIAS CURRICULARES: ENTRE A INCORPORAÇÃO FORMAL E A OMISSÃO CRÍTICA

A análise curricular revelou uma tendência global de incorporação de competências relacionadas a dados. Nos países de alta renda, os currículos enfatizavam análise de dados, modelagem estatística e — em menor medida — introdução ao pensamento computacional. Os currículos da Finlândia e do Canadá, em particular, apresentaram abordagens integradas que articulavam o trabalho com dados à resolução de problemas autênticos e à cidadania digital.

Nos países de baixa e média renda, os currículos concentraram-se primordialmente em numeracia básica e habilidades procedurais. Com raras exceções, a análise crítica de algoritmos estava amplamente ausente em todos os contextos analisados. Mesmo

nos currículos mais avançados, o tratamento dos algoritmos era majoritariamente técnico — voltado para a compreensão de “como” eles funcionam —, sem abordar questões de “para quê”, “para quem” e “com quais consequências” eles operam. Essa omissão é teoricamente significativa: reforça a concepção de matemática como atividade técnica e politicamente neutra, obscurecendo seu caráter socialmente situado.

4.2 COMPETÊNCIAS DOS ESTUDANTES: PROFICIÊNCIA TÉCNICA E VAZIO CRÍTICO

Os resultados do levantamento indicaram proficiência moderada em interpretação de dados (pontuação média: 62%), com variações significativas entre países e grupos socioeconômicos. A compreensão de processos de tomada de decisão algorítmica foi marcadamente inferior (pontuação média: 38%), com os maiores déficits concentrados entre estudantes de contextos de menor renda em todos os países analisados.

A análise de regressão múltipla revelou que o status socioeconômico foi o preditor mais robusto do desempenho em todas as dimensões avaliadas ($\beta = 0,43$; $p < 0,001$), seguido pelo país ($\beta = 0,31$; $p < 0,001$) e pelo nível de acesso a tecnologias digitais no ambiente escolar ($\beta = 0,22$; $p < 0,01$). Estudantes de contextos mais favorecidos demonstraram familiaridade significativamente maior com sistemas digitais e maior disposição para questionar resultados algorítmicos — um achado que corrobora a hipótese de uma “divisão algorítmica” estruturada por desigualdades pré-existentes.

Ademais, identificamos um padrão qualitativo preocupante: estudantes com maiores pontuações técnicas nem sempre demonstravam maior capacidade crítica. Em vários casos, estudantes de alto desempenho em interpretação de dados tendiam a aceitar

resultados algorítmicos como objetivos e legítimos, sem questionar suas premissas ou implicações sociais — o que denominamos aqui de “ilusão da objetividade matemática”.

4.3 PERSPECTIVAS DOCENTES: FORMAÇÃO INSUFICIENTE E TENSÕES PEDAGÓGICAS

As entrevistas com professores revelaram um quadro de entusiasmo moderado combinado com insegurança formativa. A maioria dos entrevistados reconhecia a importância crescente dos sistemas algorítmicos para a vida de seus alunos, mas expressava incerteza sobre como abordar esses temas dentro das restrições curriculares vigentes e com base em sua própria formação.

Emergiram três categorias temáticas centrais nas entrevistas. A primeira, denominada “consciência sem instrumentalização”, agrupou professores que reconheciam a relevância do tema, mas não sabiam como integrá-lo à prática docente. A segunda categoria, “integração periférica”, reuniu professores que incorporavam referências a contextos digitais como ilustração de conteúdos tradicionais, sem problematizá-los criticamente. A terceira, “pedagogia transformadora emergente”, identificou um grupo menor de professores — predominantemente em contextos de maior suporte institucional — que desenvolviam atividades de questionamento crítico sobre sistemas algorítmicos, frequentemente em articulação com outras disciplinas.

Eu sei que isso é importante, mas nunca tive nenhuma preparação para ensinar sobre como os algoritmos tomam decisões. Não está no currículo e eu não teria como começar (Professor, Brasil).

5. APROFUNDAMENTO TEÓRICO: CIDADANIA ALGORÍTMICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

5.1 O PROBLEMA DA CAIXA-PRETA E A NECESSIDADE DE ABERTURA MATEMÁTICA

Um dos maiores desafios para a cidadania algorítmica reside na opacidade dos sistemas de decisão. Pasquale (2015) cunhou o termo “sociedade da caixa-preta” para descrever ambientes nos quais algoritmos poderosos operam sem transparência ou prestação de contas. Essa opacidade não é apenas técnica — muitas vezes é estrategicamente construída por razões comerciais e políticas. Paradoxalmente, a matemática oferece tanto o problema quanto parte da solução: é o fundamento dos algoritmos opacos e, ao mesmo tempo, a linguagem necessária para auditá-los e contestá-los.

A educação matemática que aspira a contribuir para a cidadania algorítmica precisa, portanto, superar a dicotomia entre matemática “pura” e aplicações socialmente situadas. Isso implica incorporar não apenas o ensino de conceitos como aprendizado de máquina, estatística bayesiana ou otimização, mas também reflexões sobre como esses conceitos são instanciados em sistemas concretos, com consequências para pessoas reais. A abordagem de Gutstein (2006), que propõe “ler e escrever o mundo com a matemática”, oferece uma orientação pedagógica valiosa: a matemática como ferramenta para decodificar — e potencialmente transformar — as estruturas de poder.

5.2 DIMENSÕES DA COMPETÊNCIA DE CIDADANIA ALGORÍTMICA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA

A operacionalização da competência de cidadania algorítmica no contexto da educação matemática requer o desenvolvimento de atividades pedagógicas que articulem as três dimensões propostas. Na dimensão técnica, isso inclui: trabalhar com conjuntos de dados reais; construir e avaliar modelos preditivos simples; compreender conceitos de viés, variância e erro em modelos estatísticos; e explorar como diferentes escolhas de representação de dados produzem diferentes conclusões.

Na dimensão interpretativa, as atividades devem incluir: análise crítica de visualizações de dados produzidas por plataformas digitais; investigação de casos históricos e contemporâneos de viés algorítmico; exercícios de identificação de premissas implícitas em modelos matemáticos; e discussões sobre o que é excluído ou invisibilizado por determinadas escolhas de modelagem.

Na dimensão política-cidadã, a educação matemática pode contribuir para: compreender propostas de regulação algorítmica e seus fundamentos técnicos; participar de debates sobre privacidade, consentimento e propriedade de dados; e desenvolver habilidades para comunicar questionamentos sobre sistemas algorítmicos a audiências não-especializadas. Essa última dimensão é particularmente relevante em democracias deliberativas, onde decisões sobre tecnologia precisam ser tomadas por meio de processos inclusivos.

5.3 EQUIDADE COMO CONDIÇÃO, NÃO COMO CONSEQUÊNCIA

A discussão sobre cidadania algorítmica não pode ser dissociada das questões de equidade estrutural. Seria ingênuo propor reformas curriculares sem reconhecer que as condições materiais

de acesso à educação de qualidade são profundamente desiguais. Em muitos contextos — particularmente em escolas periféricas de países de baixa renda — professores trabalham com turmas superlotadas, sem formação continuada e sem acesso a tecnologias. Reformas que pressupõem infraestrutura tecnológica e professores com sólida formação em ciência de dados podem inadvertidamente aprofundar as desigualdades que pretendem superar.

A equidade deve, portanto, ser compreendida como condição prévia e não como resultado esperado de intervenções curriculares. Isso implica investimentos em formação docente inicial e continuada, em recursos pedagógicos adaptados a diferentes contextos, e em políticas de redistribuição que garantam às escolas de menores recursos condições equiparáveis de trabalho. Ao mesmo tempo, é necessário reconhecer que abordagens pedagógicas orientadas à justiça social — como a pedagogia culturalmente responsiva (Ladson-Billings, 1995) e o ensino de matemática para a justiça social — podem ser implementadas mesmo com recursos limitados, desde que sustentadas por compromisso político e suporte institucional.

6. IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICA E PRÁTICA

6.1 REFORMA CURRICULAR

As evidências apresentadas sugerem a necessidade de uma reforma curricular significativa que vá além da mera adição de conteúdos de ciência de dados. Propomos que a competência de cidadania algorítmica seja incorporada como objetivo transversal nos currículos de matemática, articulando-se tanto com conteúdos

tradicionais quanto com temáticas emergentes. Isso requer a revisão de diretrizes curriculares nacionais, o desenvolvimento de materiais didáticos contextualmente relevantes e a criação de sistemas de avaliação que mensurem não apenas proficiência técnica, mas também capacidade crítica e reflexiva.

Adicionalmente, a articulação interdisciplinar é essencial. A competência de cidadania algorítmica não pode ser responsabilidade exclusiva da educação matemática — requer diálogo com ciências da computação, ciências sociais, filosofia e estudos de mídia. Currículos integrados que cruzem essas fronteiras disciplinares oferecem oportunidades únicas para desenvolver compreensões holísticas dos sistemas algorítmicos.

6.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os resultados das entrevistas apontam para uma necessidade urgente e multidimensional de formação docente. A formação inicial precisa incorporar, de modo sistemático, conteúdos sobre letramento de dados, pensamento computacional crítico e pedagogias orientadas à justiça social. A formação continuada deve oferecer oportunidades regulares de atualização, preferencialmente em contextos colaborativos que permitam o desenvolvimento de comunidades de prática.

Além da dimensão técnica, a formação docente precisa desenvolver capacidades pedagógicas para abordar questões socialmente sensíveis em aula — como discriminação algorítmica, privacidade e poder — de modo que estimule o pensamento crítico sem reproduzir simplificações ou posições ideológicas unilaterais. Isso requer o desenvolvimento de repertórios didáticos específicos e a criação de espaços de reflexão pedagógica sustentada.

6.3 EQUIDADE E ACESSO

As disparidades identificadas nesta pesquisa reforçam a necessidade de políticas ativas de equidade. Isso inclui: investimento prioritário em escolas de contextos desfavorecidos; programas de bolsas e formação para professores nessas escolas; desenvolvimento de currículos e materiais didáticos que não pressuponham acesso à tecnologia de ponta; e mecanismos de monitoramento das desigualdades no acesso ao letramento algorítmico.

6.4 ALINHAMENTO COM POLÍTICAS GLOBAIS DE EDUCAÇÃO

No plano internacional, há necessidade de repensar o papel dos grandes sistemas de avaliação, como o PISA, na definição de prioridades curriculares. Embora avaliações internacionais tenham contribuído para colocar o letramento de dados na agenda, sua ênfase em habilidades mensuráveis tende a desfavorecer competências críticas e transformadoras de mais difícil quantificação. Recomendamos o desenvolvimento de marcos avaliativos complementares, sensíveis ao contexto e orientados por concepções ampliadas de cidadania matemática.

7. CONCLUSÃO

Este artigo demonstrou que a educação matemática desempenha um papel crucial na formação das capacidades dos indivíduos para navegar em sociedades algorítmicas — mas que os modelos educacionais vigentes são amplamente insuficientes para responder a esse desafio. A pesquisa evidenciou uma tensão estrutural entre o potencial transformador da educação matemática e sua realização concreta, que permanece majoritariamente procedural, desigualmente distribuída e desconectada das dinâmicas de poder que permeiam os sistemas algorítmicos contemporâneos.

O conceito de competência de cidadania algorítmica, proposto e desenvolvido ao longo deste artigo, oferece um quadro analítico e normativo para orientar reformas educacionais que estejam à altura desse desafio. Ao integrar dimensões técnicas, interpretativas e político-cidadãs, ele desafia a concepção de matemática como atividade politicamente neutra e reorienta a educação matemática em direção à formação de sujeitos capazes de compreender e contestar as estruturas de poder codificadas nos algoritmos que governam suas vidas.

As disparidades documentadas nesta pesquisa — entre países e dentro deles — alertam para o risco de que reformas curriculares bem-intencionadas possam, na ausência de políticas ativas de equidade, aprofundar as desigualdades que pretendem superar. A democratização da competência de cidadania algorítmica exige não apenas transformações curriculares, mas redistribuição de recursos, investimento em formação docente e compromisso político com a educação como bem público.

Pesquisas futuras devem explorar os impactos longitudinais de mudanças curriculares orientadas pela cidadania algorítmica; desenvolver e validar instrumentos de avaliação das três dimensões da competência proposta; e investigar modelos escaláveis de formação docente em diferentes contextos socioeconômicos. O campo da educação matemática está diante de uma oportunidade histórica de reafirmar sua relevância social ao assumir o desafio de preparar cidadãos para um mundo governado por algoritmos.

REFERÊNCIAS

ANYON, J. Social class and the hidden curriculum of work. **Journal of Education**, v. 162, n. 1, p. 67-92, 1980.

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2021**: Dados para Melhores Vidas. Washington: Banco Mundial, 2021.

BENJAMIN, R. **Race After Technology**: Abolitionist Tools for the New Jim Code. Cambridge: Polity Press, 2019.

BISHOP, A. J. **Mathematical Enculturation**: A Cultural Perspective on Mathematics Education. Dordrecht: Kluwer, 1988.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. **Reproduction in Education, Society and Culture**. London: Sage, 1990.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

COULDRY, N.; MEJIAS, U. **The Costs of Connection**: How Data Is Colonizing Human Life and Appropriating It for Capitalism. Stanford: Stanford University Press, 2019.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 3. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2018.

EUBANKS, V. **Automating Inequality**: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. New York: St. Martin's Press, 2018.

GOULD, R. Data literacy is statistical literacy. **Statistics Education Research Journal**, v. 16, n. 1, p. 22-25, 2017.

GUTIÉRREZ, R. Political conocimiento for teaching mathematics: Why teachers need it and how to develop it. In: KASTBERG, S. et al. (Eds.). **Building Support for Scholarly Practices in Mathematics Methods**. Charlotte: Information Age Publishing, 2017.

GUTSTEIN, E. **Reading and Writing the World with Mathematics**: Toward a Pedagogy for Social Justice. New York: Routledge, 2006.

LADSON-BILLINGS, G. Toward a theory of culturally relevant pedagogy. **American Educational Research Journal**, v. 32, n. 3, p. 465-491, 1995.

NOBLE, S. U. **Algorithms of Oppression**: How Search Engines Reinforce Racism. New York: NYU Press, 2018.

O'NEIL, C. **Weapons of Math Destruction**: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. New York: Crown Publishers, 2016.

OCDE. PISA 2022 **Assessment and Analytical Framework**. Paris: OECD Publishing, 2022.

OAKES, J. **Keeping Track**: How Schools Structure Inequality. New Haven: Yale University Press, 1985.

PASQUALE, F. **The Black Box Society**: The Secret Algorithms That Control Money and Information. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

PEDERSEN, I. E.; BAYNE, S. A pedagogy of the algorithm: Towards a critical analysis of platform-driven education. **Learning, Media and Technology**, v. 46, n. 2, p. 167–183, 2021.

SKOVSMOSE, O. **Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education**. Dordrecht: Kluwer, 1994.

SKOVSMOSE, O. **An Invitation to Critical Mathematics Education**. Rotterdam: Sense Publishers, 2014.

VAN DIJCK, J. Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology. **Surveillance & Society**, v. 12, n. 2, p. 197–208, 2014.

VAN DIJK, J. **The Digital Divide**. Cambridge: Polity Press, 2020.

WARSCHAUER, M. **Technology and Social Inclusion**: Rethinking the Digital Divide. Cambridge: MIT Press, 2003.

WINNER, L. Do artifacts have politics? **Daedalus**, v. 109, n. 1, p. 121–136, 1980.

ZUBOFF, S. **The Age of Surveillance Capitalism**: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power. New York: PublicAffairs, 2019.

Raimundo Santos de Castro

Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus São Luís/Monte Castelo. Licenciado em Matemática, Especialista em Educação Profissional Integrada à Educação de Jovens e Adultos, Mestre em Educação pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atua como docente permanente no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT/IFMA) e no Doutorado em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENDENUEMA). Coordena a Especialização em Ensino de Matemática do IFMA, é líder do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEPEMA/IFMA) e Vice-Diretor da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Maranhão (SBEM/MA). Desenvolve pesquisas nas áreas de Educação Matemática, Formação de Professores, História e Filosofia da Educação Matemática, Etnomatemática e Ensino Crítico da Matemática.

Tatiana Cristina Santos de Castro

Mestra em Sustentabilidade de Ecossistemas, Especialista em Neurociência na Educação e em Manejo e Controle de Vetores e Pragas Urbanas. Possui graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura), Tecnologia em Gestão Ambiental e Ciências Aquáticas (Bacharelado). É professora efetiva da carreira EBTT do Instituto Federal do Maranhão (IFMA) – Campus São Luís/Maracanã. Desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de saneamento básico e ambiental, monitoramento e controle ambiental, educação ambiental, ecologia, etnociências e ensino de Ciências, com ênfase em práticas educativas inclusivas e formação socioambiental crítica.