

EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ARTICULANDO COMPREENSÕES

TECHNOLOGICAL EDUCATION IN THE MATHEMATICAL EDUCATION FRAMEWORK: ARTICULATING UNDERSTANDINGS

Fabiane Mondini¹

Luciane Ferreira Mocrosky²

Nelem Orłowski³

Alexandre da Silva Simões⁴

Resumo: Neste texto expomos entendimentos para uma educação tecnológica, ou educação matemática tecnológica, seguindo o caminho de explicitar como compreendemos o que vem sustentando a matemática escolar. Para isso, tematizamos sobre a previsibilidade e exatidão matemática, muitas vezes exigidas em processos educacionais, articulando-a à formação das pessoas e nela trazemos o pensamento computacional como um modo criativo de enlaçar ciência-tecnologia-matemática-ensino. Constatamos que a tecnologia sustenta uma mudança estrutural em nossa sociedade, no modo como vivemos e agimos, assim como no modo como ensinamos e aprendemos. Essa mudança se estende também para o cenário educativo em que emerge a Educação Tecnológica, como um movimento formador que se estrutura a partir da tecnologia, mas para além da utilidade, trazendo a temporalidade, guiando-se pelo sentido que isso faz no mundo e chamando-nos ao pensar, nesse contexto, a Educação Tecnológica no âmbito da Educação Matemática como uma possibilidade formativa.

Palavras-chave: Educação Matemática; Educação Tecnológica; Formação de pessoas; Pensamento Computacional.

Abstract: In this article, we expose understandings for technological education, or technological mathematical education, following the path of explaining how we have come to understand what has been supporting school mathematics. To do this, we focus on mathematical predictability and accuracy, which are often required in educational processes, articulating it with the formation of people and bringing in it computational thinking as a creative way of linking science-technology-mathematics-teaching. We conclude that technology sustains a structural change in our society, in the way we live and act, in the way we teach and learn. This change also extends to the educational scenario in which Technological Education emerges, as a forming movement, which is structured based on technology, but beyond utility, bringing

¹ Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro (UNESP). Professora da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Sorocaba (UNESP) e do programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro (UNESP). Sorocaba, São Paulo, Brasil. E-mail: fabiane.mondini@unesp.br

² Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro (UNESP). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET-UTFPR). Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: mocrosky@gmail.com

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus de Curitiba (UFPR). Professora da Rede Municipal de Ensino de Curitiba Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: orlovskice@yahoo.com.br

⁴ Livre-docente em Robótica e Inteligência Artificial pela Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Sorocaba (UNESP). Professor do programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica Interunidades da Unesp e do programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Sorocaba, SP, Brasil. E-mail: alexandre.simoies@unesp.br

temporality, guided by the sense it makes in the world and calling us to think, in this context, Technological Education in the scope of Mathematical Education, as a formative possibility.

Keywords: Mathematical Education; Technological Education; People formation; Computational Thinking.

1 Introdução

A educação tecnológica vem sendo tematizada em nossos estudos com a intencionalidade de compreendê-la nos meandros formativos da educação matemática que, na escola, solicita articulação entre educação, tecnologia e matemática para suplantar o ensino disciplinado em unidades curriculares estanques. Vimos nos interessando, mais especificamente, pelo formar e o formar-se, que tem por fio condutor o movimento empreendido para conhecer. Movimento este que exige envolvimento e disposição para aprender antes de uma visão utilitarista, em que produção se assenta no produto final possível pelo desenvolvimento em determinado processo.

Na complexidade do cotidiano escolar, as questões que ali emergem solicitam o pensar permanente sobre o feito que cultive possibilidades de endereçamentos, cujo sentido orientador seja o *ser* tecnológico, e não *ter* tecnologia (MOCROSKY, MONDINI, ORLOVSKI, 2018), o que nos parece solicitar a iminência de uma formação tecnológica que vem se anunciando.

Ao avançarmos nessa temática, propomo-nos a pensar a Educação Tecnológica num contexto de formação de pessoas no âmbito da Educação Matemática, afastando-nos de defini-la como algo que se coloca à disposição pelos equipamentos e nos aproximando de movimentos que vislumbram aberturas para o ensino⁵. Isso porque vivemos em um

⁵ Dentre tantas possibilidades, neste texto, damos atenção às metodologias STEAM e MAKER, que se apoiam na ciência moderna e contemporânea, destacando um modo de pensar pautado na matemática e na técnica. Originalmente fazia-se o uso do acrônimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) para designar a metodologia de aprendizagem, fundamentada em projetos, que buscava a formação de pessoas por meio da integração de Ciência, Tecnologia, engenharia e matemática. Ao mudar para STEAM, incluem-se as Artes. O movimento Educação em Steam se dá de modo transdisciplinar e abrange principalmente cinco áreas do conhecimento humano: Ciência, Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática. Surgiu nos Estados Unidos, na década de 90, como uma possibilidade de *atualizar* o ensino, fundamentando-se na aprendizagem por projetos e integrando conhecimentos de diferentes áreas em favor do desenvolvimento de competências. Na atualidade, vem ganhando força no Brasil, principalmente por favorecer o acesso à robótica e à inteligência artificial. O movimento maker, baseado na ideia do faça você mesmo, considera que o ser humano é capaz de fabricar, construir e reparar os objetos em seu entorno. Tal movimento se disseminou com a tecnologia, destacando-se em países como os Estados Unidos e a Austrália. Com a expansão ganhou novo eixo norteador. Por meio da disponibilização de microcontroladores e impressoras 3D, inicia uma revolução nos modos de ensinar e aprender, trazendo os pilares da cultura maker para a escola, possibilitando aos estudantes acesso a conhecimentos inovadores e transdisciplinares, como, por exemplo, os que se pautam na robótica e na inteligência artificial, dando sentido à lógica (principalmente a computacional) e à matemática escolar.

mundo adjetivado como tecnológico e nele nos percebemos mergulhados nos desdobramentos da ciência, da tecnologia e da inovação, de modo que o tecnológico tem sido o fio que vem alinhavando a produção de conhecimentos, solicitando por compreensões em uma perspectiva formativa.

Nesse sentido, educação tecnológica no âmbito da educação matemática requer esclarecimento que abarque compreensões de matemática do ensino atual, que numa perspectiva heideggeriana (MOCROSKY, BICUDO, 2013) preserva a condição técnica de matematização, traço da ciência moderna ocidental, como orientadora em sala de aula. Do mesmo modo, entendemos que para educação tecnológica há um chamamento sobre pensamento computacional, por vir amparando ações, numa lógica de produção que exige mais criatividade do que garantias, e que muitas vezes se descola dos modos pelos quais o ensino da matemática é praticado e faz valer seu potencial formativo.

Lançamo-nos, assim, a compreender e nos compreender no movimento de uma educação tecnológica, em nossa vivência em Educação Matemática e em pesquisas junto aos grupos Fenomenologia em Educação Matemática (FEM)⁶, Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores (GEForProf)⁷ e Grupo de Automação e Sistemas Integráveis (GASI)⁸.

Em nossas investigações, pautamo-nos em procedimentos fenomenológicos da filosofia husserliana, caracterizada pelo constante *voltar-se às coisas mesmas*, no sentido de que toda a produção de conhecimento organiza-se com as percepções primeiras, que se dão nas vivências (MONDINI, MOCROSKY, PAULO, 2019)

A percepção, tal qual é compreendida pela fenomenologia, não é uma ciência do mundo, não é nem mesmo um ato, uma tomada de posição deliberada; ela é o fundo sobre o qual todos os atos se destacam e ela é pressuposta por eles. Desse modo, o mundo não é um objeto do qual o indivíduo possui consigo a lei de constituição; ele é o meio natural e o campo de todos os seus pensamentos e de todas as suas percepções explícitas. Assim, a verdade não “habita” apenas o “homem interior”, ou, antes, não existe homem interior, o homem está no mundo, e é no mundo que ele se conhece (MERLEAU-PONTY, 2018, p. 6).

O mundo e tudo o que há nele faz sentido para o sujeito que o percebe, com todos os seus sentidos, bem como “com toda a sua historicidade enquanto convive com outros

⁶ <http://fem.sepq.org.br/>

⁷ <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/22085>

⁸ <https://www.sorocaba.unesp.br/#!/gasi/>

sujeitos” (MONDINI, MOCROSKY, PAULO 2018). Enquanto filosofia, a Fenomenologia possibilita compreender o homem não “como um mero corpo ou espírito, mas /.../ enquanto uma totalidade, valorizando o corpo, a inteligência, a imaginação, a emoção, o desejo, enfim, todas as dimensões de sua existência” (COÊLHO, 1999, p. 88). A postura fenomenológica exige, portanto, atos de refletir sempre efetivados pelos sujeitos que realizam a atividade nas dimensões temporal e cultural em que elas significam e fazem sentido.

A ciência e a tecnologia se pautam na *investigação*; por esse caminho o conhecimento vai acontecendo, sendo tecido nos modos de proceder — que não significa aqui apenas método ou procedimento — pois já carece de um setor aberto em que se move e, nesse movimento, há abertura para a Educação Tecnológica, que se sustenta e se projeta no âmbito de um determinado esboço dos processos naturais e rigorosos da ciência, da técnica e da tecnologia.

Na ciência contemporânea, procedimento e projeto são duas inserções interpretativas sobre a essência da ciência e da tecnologia. E, estas inserções interpretativas possuem como fundamento o pensar matemático” (VEIGA, 2011, p. 48). Em outras palavras: a matemática encontra-se vinculada ao modo de produzir ciência e tecnologia na contemporaneidade que, em sua historicidade, mantém traços do sentido da concepção moderna desta ciência. Entretanto, ao mesmo tempo, resgata a produção do conhecimento enquanto um modo de investigar, revivendo sentidos filosóficos originários.

Neste artigo, visando a expor entendimentos para uma educação tecnológica, ou educação matemática tecnológica, seguimos o caminho de explicitar como vimos entendendo o que vem sustentando a matemática escolar. Por isso, debruçamo-nos em falar sobre a previsibilidade e exatidão matemática, muitas vezes exigidas em processos educacionais. Seguimos tematizando a formação das pessoas e nela trazemos pensamento computacional como um modo criativo de enlaçar ciência-tecnologia-matemática-ensino na educação formativa das pessoas. Metodologicamente, trata-se de um artigo discursivo, que visa articulação do interpretado-compreendido em textos de autores que vêm estruturando os estudos em nosso grupo de pesquisa fenomenológica. Portanto, elegemos Martin Heidegger, Maurice Merleau-Ponty, Edmund Husserl por embasarem nosso estudo. Com eles, fomos ao encontro de pesquisadores em fenomenologia, educadores matemáticos e buscamos uma abertura de horizontes para compreender aspectos do

pensamento computacional. Traçamos, portanto, um caminho que nos possibilitou iluminar a temática, sem a intenção de esgotar o assunto.

2 A matematização da ciência, o previsível e o insustentável

Heidegger (1992), em diversos escritos, aponta a modernidade como nossa herança científica imediata e enfatiza que ainda nos pautamos no pensamento de que científico é tudo que pode ser matematizado, mensurado e medido. A ciência moderna traz em seu bojo a perspectiva platônica de idealização e axiomatização — inclusive das nossas experiências enquanto seres humanos — e com ela busca-se a verdade por meio da racionalidade pura, fundamentada na matemática. Para exemplificar, podemos pensar em nossa compreensão de espaço advindo da matemática formal, mais especificamente o da obra de Euclides.

“O espaço intelectual da geometria euclidiana e da matemática antiga, em geral, é a priori finito e fechado. Situa-se também aqui a silogística aristotélica, como um a priori sobreordenado a todos os outros” (HUSSERL, 2012, p. 15). Em toda a Antiguidade, o ser humano não pensou a possibilidade de uma tarefa infinita, ou seja, o “conceito de um espaço como a geometria hoje a ele se refere” (HUSSERL, 2012, p. 15). Para nós, na contemporaneidade, há uma ideia de espaço ideal (dado a priori), universal e sistematicamente unificado, compreendido como

uma teoria infinita que, não obstante a infinidade, é encerrada em si e sistematicamente unificada e que, partindo de conceitos e proposições axiomáticos, permite construir com univocidade dedutiva qualquer figura imaginável que se possa inscrever no espaço. Está à partida decidido, de modo unívoco e em todas as suas determinações, o que idealmente ‘existe’ no espaço geométrico (HUSSERL, 2012, p. 15).

A matemática formal nos dá o espaço ideal como uma ideia formalizada, que sustenta saberes importantes da modernidade, tais como a matemática dos contínuos e a geometria analítica. Pouco tempo após esse feito, o racionalismo matemático da ciência galilaica “se alastra para a ciência da natureza e cria a ciência matemática da natureza” (HUSSERL, 2012, p. 15), denominada também de ciência moderna ocidental.

Portanto, o projeto da ciência moderna tem em suas bases um conhecimento axiomático, onde as coisas se dão por antecipação, ou seja, na previsibilidade. O conhecimento se sustenta em um saber experimental, cuja experiência ocorre pela matemática. A matematização da ciência da natureza traz como consequência “a idealização da natureza orientada pela matemática” (HUSSERL, 2012, p. 15).

Quando nós, homens de hoje, falamos de medição, de grandezas de medidas, de métodos de medida ou simplesmente de grandezas, já sempre queremos normalmente dizer medidas ‘exatas’, referidas já a idealidades, assim como se nos torna difícil levar a cabo o necessário isolamento abstrativo dos plena [...] (HUSSERL, 2012, p. 26).

Mas o que é a exatidão? Segundo o mesmo autor, é a medição empírica num incremento de precisão, mas sob a orientação de um mundo de idealidades. “Temos uma só forma universal de ver o mundo, não duas, uma só geometria” (HUSSERL, 2012, p. 27). Mundo este que é compreendido como uma configuração total de todos os corpos e de todas as formas, idealizadas e dominadas para a análise: matematiza-se a natureza pela tecnização. Esvazia-se o pensar originário, que confere o sentido à técnica e o método subsidia as reflexões.

Na ciência moderna, o pensamento matemático é fundamentador de verdades e, portanto, saber autêntico, que passa a ser chamado de conhecimento natural (HEIDEGGER, 1992). A concepção empirista de ciência moderna, presente na atualidade, faz com que ocorra a matematização do conhecimento, e quanto mais matematizável for o conhecimento, mais previsível ele se torna. Quanto mais previsíveis e matematizáveis forem às regras da natureza, mais elas podem se tornar aproveitáveis, instrumentalizáveis, ou seja, mais facilmente elas podem se transformar em tecnologia (SCHUTZ, 1976).

Essa concepção de produção de conhecimento, característico da ciência moderna ancorada na perspectiva descrita por Heidegger (1992), traz à sociedade um modo de desenvolvimento que se caracteriza por uma relação com a natureza não sustentável, explorando recursos naturais acima dos limites de seu restabelecimento, empobrecendo-os de modo rápido e progressivo. Além disso, tal exploração acaba por causar poluição da água e do ar por dejetos industriais, com a multiplicação dos meios mecânicos de transporte e com maior densidade demográfica destruição da paisagem natural e dos monumentos históricos e artísticos, em decorrência da multiplicação das indústrias e da expansão indiscriminada dos centros urbanos; sujeição do trabalho humano às exigências que tendem a transformar o homem em acessório da máquina; e incapacidade da tecnologia atender às necessidades estéticas, afetivas e morais do homem. Portanto, sua tendência é favorecer ou determinar o isolamento e a incomunicabilidade dos indivíduos.

Isso torna a ciência moderna insustentável. Cabe à contemporaneidade transcender essa perspectiva da previsibilidade, não mais adequada à sociedade, que é adjetivada como tecnológica. Para a ciência contemporânea, Husserl (1957, p. 343-352)

propõe uma mudança radical de atitude, ou seja, um modo de proceder sustentável, tanto em termos de produção para a ciência, quanto para a atitude de pensamento, centrado na investigação e não mais apenas na previsibilidade.

3 Subvertendo a lógica de ensinar matemática com tecnologia para pensar uma matemática em que se aprende a conhecer com o tecnológico

A formação tecnológica surgiu no Brasil na esteira da demanda industrial, que solicitava profissionais capazes de saber fazer com a tecnologia disponível, vista muito mais pelo aspecto proporcionado pela máquina que adentrava com força à produção industrial (MOCROSKY, 2010; OBATA, MOCROSKY, KALINKE, 2018). Quando tematizada no âmbito das teorias educacionais, ou seja, como Educação Tecnológica, já se supera um discurso que valida uma formação cuja finalidade é a performance (uso) com o aparato tecnológico, sustentada na aquisição, portanto no ter e no saber usar como um *formar para* uma finalidade pré definida da tecnologia.

Nessa direção, diferente de um modo de *formar para*, destacamos o *formar-se com*, como um movimento em que o professor, além de contar com o lançado exteriormente, tenha o poder de se movimentar e abrir horizontes para o seu ser, entrelaçando aspectos culturais, históricos, científicos, tecnológicos, características da sociedade em que se vive, seu projeto de educação, extrapolando o imediato e utilitário sem os ignorar, trazendo possíveis desdobramentos éticos, gnosiológicos e ontológicos e acolhendo os atos da própria pessoa que reflete e analisa, dando-se conta de si em formação

É esta ação de se dar conta de si, do que se está fazendo na própria ação do fazer, que nos ajuda a transcender a ação prática e de visualizações de justificativas, ou seja, a *do como se faz e do por que se faz assim*, para se perceber fazendo, dando-se conta disso que se faz. É um tomar ciência de si e, com isso, aprofunda-se a constituição do conhecimento e expande-se sua abrangência, podendo-se caminhar em direção de assumi-lo no seu próprio modo de ser. O aprofundamento do conhecimento que se dá nesse processo de constituir-se, revela-se na atitude assumida pela pessoa (BICUDO, 2018, p.41).

Seguindo por este caminho fenomenológico, no núcleo da formação de pessoas está o dar-se conta da própria ação, da análise dessa ação em expressões intencionais de quem as atualiza, nos modos de ser realizada e nos desdobramentos e reflexões do realizado, uma “forma/ação”.

O termo “forma/ação” foi cunhado por Bicudo (2003) para dar ênfase ao significado de forma como configuração ou manifestação de algo que assume uma forma

por meio de um ato atualizador. Este por sua vez, lhe serve como conteúdo e força que impulsiona à forma configurada (BICUDO, 2018, 2020; MIARKA; BICUDO, 2010).

As formas são compreendidas como as ideias carregam ideais e valores, vão sendo produzidas historicamente no contexto cultural, social e político no qual se caracterizam as concepções sobre educação, matemática, ciência, tecnologia e sobre as pessoas, de modo que a forma vai sendo nutrida nesse contexto material de concepções e valores que indicam direções permeadas pelas relações sociais, pelas expectativas das pessoas, seus modos de ser e de compreender, dos conhecimentos produzidos, preservados e comunicados pela linguagem e pela tecnologia disponível.

Entra em jogo uma complexidade de aspectos que, entrelaçadamente, constituem a forma/matéria da forma mencionada na expressão forma/ação. As ações efetuadas por pessoas trazem à realidade a forma/ação do professor. Esse processo se expande para as realidades em que cada pessoa se põe a exercer sua profissão (BICUDO, 2018, p.36).

Com base nessa concepção compreendemos que o foco passa a ser o movimento constante de pensar e repensar a ação, dando-se conta do que se está realizando junto aos envolvidos, o que significa a percepção de que nunca estamos formados, mas estamos sempre em condição de vir a ser, em forma/ação. Sua condição aberta nos indica também que não há etapas ou limites cronológicos, uma vez que vai se dando ao longo da vida docente desde de seus primeiros contatos com expressões matemáticas, científicas, tecnológicas num movimento de realizar-se sendo, em que o tornar-se pessoa e professor se entrelaçam no próprio movimento de ser pessoa e professor, ao mesmo tempo que carrega em si a potencialidade de realização.

Assim, interessa-nos a formação como potência para movimentar as pessoas e para criar espaços em que a tecnologia se abre à compreensão, para além da utilidade, trazendo a temporalidade e guiando-se pelo sentido que isso faz no mundo. Nessa perspectiva, a tecnologia se doa ao habitar do homem no mundo, adjetivado como tecnológico e, desse modo, elas não são, mas tornam-se possíveis de ser.

Ser no mundo tecnológico significa movimentar-se de modo que seja possível compreender-se nele estando nele como presença (contrapondo ao modo ocidental de ser da representação, do agir calculado e técnico), abrir-se ao deixar-habitar. O deixar-habitar que solicita o cultivo, que tem o seu sentido original relacionado à cultura (MOCROSKY, MONDINI, ORLOVSKI, 2020, p. 170, *tradução nossa*).

A palavra cultura, por sua vez, tem origem no latim, é um verbo e significa “ato de plantar e cultivar plantas” ou “realizar atividades agrícolas”. No decorrer dos tempos, passou a significar “cultivar a mente”. Esse termo tem origem em outra palavra do latim, *colere*, que significa “cuidar de plantas”. Propomos pensar no plantio e na colheita, como potencial de ser do que se planta. Há um potencial que a semente carrega de vingar aquilo que foi plantado. O ser humano, além de potencial, é possibilidade. Mas para cultivar as possibilidades é preciso plantar as ações que se abrem aos modos de ser. Cultivar as possibilidades de um deixar-se habitar o contexto formativo tecnológico no qual o sentido orientador seja o *ser* tecnológico e não *ter* tecnologia é a iminência de uma formação tecnológica que se anuncia.

Computadores se movimentam, veem, ouvem e interagem conosco. Armazenamos dados e informações virtualmente e nos comunicamos com *as coisas*. O aparato tecnológico da atualidade demanda uma formação que seja capaz de proporcionar ao indivíduo conhecimentos e habilidades, de modo a compreender a tecnologia para além da sua usabilidade. Além disso, lança um desafio para contexto escolar: possibilitar ao estudante, ao longo de sua formação básica, o desenvolvimento de habilidades e competências relativas ao pensamento computacional.

O “pensamento computacional” é um termo genérico usualmente utilizado para designar o padrão de pensamento necessário para a utilização de computadores, ou, mais objetivamente, para sua programação. Mais precisamente, Wing (2006) compreende esse conceito como um processo de resolução de problemas, de projeto de sistemas e de compreensão do comportamento humano norteados por conceitos fundamentais da ciência da computação. Outros autores definem esse conceito como o processo cognitivo associado às habilidades adquiridas desde o pensar de forma abstrata e algorítmica, até a decomposição de atividades complexas e correlatas (SELBY; WOOLLARD, 2012).

A computação é uma ciência recente — com pouco mais de 50 anos — e as linguagens e métodos necessários para o relacionamento dos seres humanos com esses dispositivos têm evoluído consideravelmente. Contudo, sob um prisma mais amplo, todos os paradigmas de programação desenvolvidos ao longo das últimas décadas (procedimental, declarativo, orientado a objetos, etc.) têm seus fundamentos na *lógica matemática*.

O conjunto de operações hoje necessárias para a programação de computadores (atribuição de valores, tratamento com condicionais, operações matemáticas, conectivos lógicos, sequenciamento de ações, loops, funções, etc.) exige diferentes habilidades,

competências e/ou padrões de raciocínio daqueles que se propõem a realizá-la. Nesse cenário, as práticas pedagógicas associadas ao desenvolvimento desse tipo de padrão de pensamento — muitas das quais invariavelmente associadas à matemática, em várias vertentes — têm sido objeto de intensa investigação nos últimos anos.

Estudos sugerem, por exemplo, que os processos cognitivos necessários para a compreensão de condicionais (*if... then*) e da consequência lógica (padrões de raciocínio, tais como o *modus ponens* e o *modus tollens*) em crianças requerem o desenvolvimento de estruturas neuronais específicas, muitas vezes associadas às memórias de longo termo (SCHWARTS *et al.*, 2017; JANVEAU-BRENNAN; MARKOVITS, 1999), o que tipicamente ocorre entre 6 e 11 anos. Alguns autores (WONG, 2017) sugerem que as condicionais estão intimamente associadas à resolução de problemas matemáticos e que, portanto, devem ocorrer associando o pensamento matemático ao computacional, visto que tal resolução é um processo construtivo que requer uma perspectiva analítica para a solução de problemas fundamentais da programação ou do pensamento científico (SUNG, AHN, BLACK, 2017; BERLAND, WILENSKY, 2015; FEURZEIG, PAPERT, LAWLER, 2011).

É na matemática, portanto, que se estrutura esse tipo de pensamento (computacional). Essa abertura dada à matemática escolar, a partir do desenvolvimento deste pensamento computacional, possibilita outras formas de ensinar e ressignifica também as formas de conhecer.

Quando compreendemos a “tecnologia, entendida como a convergência do saber (ciência) e do fazer (técnica)” (D’AMBROSIO, 1999, p.159) e levamos essa concepção ao contexto escolar, um conhecimento disciplinar não é mais suficiente, visto que, por exemplo, a inteligência artificial não é fruto da soma de campos distintos do conhecimento humano e não se resume ao agrupamento de saberes de distintas disciplinas. Ao contrário, o agrupamento desses saberes sob uma nova ótica permite que novas relações sejam estabelecidas, oportunizando a geração de conhecimentos. Rompem-se, desse modo, as fronteiras disciplinares do conhecimento humano, que se inovam como formas de ensinar e de aprender.

Segundo Bicudo (2013), focar a transdisciplinaridade⁹ e ir além das disciplinas requer atenção às transformações dos conteúdos disciplinares, agora não mais visados

⁹ O prefixo *trans* significa ir além de, estar depois de uma situação ou ação, travessia, transposição, transmigrar, transferência, mudança, transformação. *Transfazer* significa ir além do fazer. Em Martins, (1992), esse termo é exposto como um re-criar interminável e sempre inacabado, que avança nas direções

pelos limites da disciplina, buscando entendê-los numa “multiplicidade de possibilidades de compreensão que podem se abrir diante do que tem sob análise”.

Entendemos, no entanto, que para uma Educação Tecnológica no âmbito da Educação Matemática, precisamos superar os modos como temos vivenciado as tecnologias e a matemática no contexto escolar, em que ainda se destaca o ‘ter aparatos’ e, com eles, aprender conteúdos estanques, presentes em matrizes curriculares. Vislumbramos uma abordagem com vistas ao pensamento científico-computacional em que áreas como Artes, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática possam ser articuladas, estimulando a expressão criativa.

Tal abertura nos solicita a inverter nossa lógica de pensar a tecnologia no ensino de uma matemática que se aprende a conhecer resolvendo problemas reais com responsabilidade, criatividade, pensamento crítico, autonomia — uma maneira de vivenciar o pensamento científico de um modo reflexivo e criativo. Compreendemos que os movimentos destacados possibilitam conhecê-la na medida que oferecem “novas formas de as pessoas se envolverem com experiências de aprendizagem criativa”. (RESNICK, 2017, p. 36).

Das aberturas que vimos vislumbrando pela multiplicidade de possibilidades de compreensão e o chamamento a outras formas de ensinar e aprender ressignificando-se também as formas de conhecer, demoramo-nos nos sentidos que podem ser tematizados em relação ao formar e ao formar-se no âmbito da Educação Matemática, intencionando as discussões movimentadas pela Educação Tecnológica, que carrega consigo certo modo de pensar, de criar, de compreender e de produzir ciência, tecnologia e inovação.

Como discutido anteriormente, o pensamento computacional está estruturado na matemática como um modo criativo de enlaçar a ciência e a tecnologia e precisa estar presente na escola.

Na escola ainda parecemos estar tentando entender os modos de uso do aparato tecnológico, onde o ter e o saber usar enfatizam a formação técnico-tecnológica (informática), a qual se sobressai ao pedagógico, bem como às pessoas que estão em formação (MOCROSKY, MONDINI, ORLOVSKI, 2018).

Entretanto, ter e usar foram ganhando diferentes dimensões, uma vez que a cada dia temos à disposição novos aparatos e novos modos de usá-los. Isso gera uma busca

indicadas pelas possibilidades do ser, em uma dialética contínua, que se dá no encontro homem-mundo, jamais aprisionada em uma síntese conclusiva (BICUDO, 2013, p.14).

para conhecer os equipamentos, bem como conhecer a produção que se expõe de um modo técnico e como um produto final.

Estamos sempre atrás deste produto final, transformando-nos em participantes desse modo de produzir como usuários, consumidores de tecnologia (FROTA; BORGES, 2004). Neste movimento de consumo, por seu descolamento do aprender, produzir conhecimento, ficamos nós descolados de nossa intencionalidade formativa, mantendo-nos ocupados e correndo atrás das novas tendências tecnológicas para darmos conta do ensino de matemática.

Compreendemos que não se trata de superar, abandonar ou trazer um elemento novo como uma novidade passageira, mas tentar ver o movimento como um todo que se presentifica num sentido orientador diferente e que solicita lançar olhares procurando enlaçar ciência, tecnologia e educação matemática de um modo diferenciado, relacional, em que pensamos este todo como uma amálgama, na qual suas partes, em separado, não fazem sentido; o sentido se faz à medida que conseguimos pensar com elas, e não sobre elas.

Ao enlaçarmos tudo isso e endereçar a discussão de modo que dê um sentido orientador de envolvimento, criação e liberdade, pensamos que a tecnologia na escola pela ideia de Educação Tecnológica, como ter e usar tecnologia associada à tendência educacional, especificamente na Educação Matemática, mostra-se fugidia e nos abre a compreensão da tecnologia como uma condição necessária da educação contemporânea. Condição esta em que matemática e tecnologia se abrem ao aprender a conhecer de um modo formativo. Isso implica considerar tecnologia e matemática como estruturantes da Educação Matemática quando intencionamos formar pessoas.

4 Considerações Finais

Quanto mais nos aproximamos da contemporaneidade, constatamos a presença cada vez mais marcante da tecnologia e do aparato tecnológico inovador, trazendo abertura para o que é significativo matematicamente, tanto do ponto de vista prático, com implicações e aplicações no mundo-vida, quanto de forma recreativa, com a construção e a manipulação de jogos, por exemplo. “O cenário formativo em matemática passa a ser entendido como lugar para vivenciar experiências científico-tecnológicas e criativas, além de fomentar o desenvolvimento social, colaborativo e intelectual do aluno” (AZEVEDO, MALTEMPI, 2020, p. 86).

Neste cenário, segundo os mesmos autores, “nega-se o processo impositivo pedagógico e coloca-se em suspensão a produção de eletrônicos (jogos e dispositivos robóticos) como fim em si mesmo”. Consideramos que os eletrônicos nas aulas de matemática não são ferramentas de ensino, mas matérias-primas de construção, desenvolvimento científico e criativo e expressão pessoal do aluno (AZEVEDO, MALTEMPI, 2020, p. 86).

No processo de criação de coisas, há a necessidade de viabilizar e constituir saberes, possibilitando a mobilização de conhecimentos matemáticos, muitas vezes associados às demais ciências, à arte e à robótica. Há abertura para o pensar.

o exercício de pensar o tempo, de pensar a técnica, de pensar o conhecimento enquanto se conhece, de pensar o quê das coisas, o para quê, o como, o em favor de quê, de quem, o contra quê, o contra quem são exigências fundamentais de uma educação democrática à altura dos desafios do nosso tempo (FREIRE, 2000, p. 102).

Compreendemos, a partir do exposto, que a tecnologia sustenta uma mudança estrutural em nossa sociedade, no modo como vivemos e agimos, no modo como ensinamos e aprendemos. Essa mudança se estende também para o cenário educativo em que emerge a Educação Tecnológica, como um movimento formador, que se estrutura a partir da tecnologia, mas para além da utilidade, trazendo a temporalidade, guiando-se pelo sentido que isso faz no mundo e chamando-nos ao pensar, nesse contexto, a Educação Tecnológica no âmbito da Educação Matemática como uma possibilidade formativa.

Referências

AZEVEDO, G. T. de; MALTEMPI, M. V.; Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 26, e.20061, p.1-18, nov. 2020. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-3132020000100258&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 jan. 2021.

BERLAND, M.; WILENSKY, U. Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. **Journal of Science Education and Technology**, [S.I.], v. 24, n. 5, p. 628–647, out. 2015.

BICUDO, M.A.V. (org.). **Formação de professores? Da incerteza à compreensão**. Bauru, SP: EDUSC, 2003.

BICUDO, M. A. V. Um ensaio sobre concepções a sustentarem sua prática pedagógica e produção de conhecimento. *In*: FLORES, C. R.; CASSIANI, S. (org). **Tendências contemporâneas nas pesquisas em educação matemática e científica**: sobre linguagens e práticas culturais. Campinas: Mercado das Letras, 2013. p. 17-40.

- BICUDO, M. A.V. Filosofia da educação matemática: sua importância na formação de professores de matemática. *In: SILVA, R. S. R. (org.) Processos formativos em educação matemática*. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2018. p.29-46.
- BICUDO, M. A. V. Concepção de forma/ação de professores e possibilidades investigativas. **REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Belém, v. 15, n. 36, p.95-107, 2020.
- COÊLHO, I. M. Fenomenologia e Educação. *In: BICUDO, M. A.V.; CAPPELLETTI, I. F. Fenomenologia: uma visão abrangente da Educação*. São Paulo: Olho d'Água, 1999. p. 53-104.
- FEURZEIG, W.; PAPERT, S.; LAWLER, B. Programming-languages as a conceptual framework for teaching mathematics. *Interactive Learning Environments*. **Interactive Learning Environments**, London, v. 19, n. 5, p. 487–501, feb. 2011.
- D'AMBROSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. *In: BICUDO, M. A. V (org.) Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. 1ª Edição. São Paulo, SP: Editora UNESP, São Paulo, 1999. p. 97-115. Disponível em: http://cattai.mat.br/site/files/ensino/uneb/pfreire/docs/HistoriaDaMatematica/Ubiratan_DAmbrosio_doisTextos.pdf. Acesso em 22 de março de 2021.
- FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. 4. ed., São Paulo: Editora Unesp, 2000.
- FROTA, M. C. R. BORGES, O. Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na Educação Matemática. *In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 27., 2004, Caxambu, MG. Anais da 27ª Reunião Anual da ANPED*. Caxambu, MG: ANPEd, 2004. p. 01-17.
- HEIDEGGER, M. **Que é uma coisa? - Doutrina de Kant dos Princípios Transcendentais**. Tradução de Carlos Morujão. 2. ed. Lisboa: Edições 70, 1992.
- HUSSERL, E. **Logique formale et logique transcendentale**. Tradução de Suzanne Bachelard. Paris, PUF, 1957.
- HUSSERL, E. **A Crise das Ciências Europeias e a Fenomenologia Transcendental: Uma introdução à Filosofia Fenomenológica**. Tradução de Diogo Falcão Ferrer. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.
- JANVEAU-BRENNAN, G.; MARKOVITS, H. The development of reasoning with causal conditionals. **Developmental psychology**, Rockville Pike Bethesda, v. 35, n. 4, p. 904-911, jul. 1999.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. Tradução de Carlos Alberto de Ribeiro Moura. 5. ed. São Paulo: São Paulo: Martins Fontes, 2018.
- MIARKA, R.; BICUDO, M. A. V. Formação do Professor de Matemática e suas Concepções de Mundo e de Conhecimento. **Ciência & Educação**, Bauru. v.16, n. 3, p. 557-565, nov. 2010.
- MOCROSKY, L. F.; BICUDO M. A. V. Um estudo filosófico-histórico da ciência e da tecnologia sustentando a compreensão de educação científico-tecnológica. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 15, n.3, p. 406-419, set./dez. 2013.
- MOCROSKY, L. F.; MONDINI, F.; ORLOWSKI, N. Familiarity-Strangeness: Movements on Actualization of a Project of Mathematics Teachers Technological Formation. *In: BICUDO, M.*

A. V. (Org.). **Constitution and Production of Mathematics in the Cyberspace**. New York: Springer, 2020. p. 159-172.

MOCROSKY, L.F. **Uso de calculadoras em aulas de matemática: o que os professores pensam**. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

MOCROSKY, L. F.; MONDINI, F.; ORLOVSKI, N. A quem possa interessar. In: PAULO, R. M.; FIRME, I. C; BATISTA, C. C. (org.). **Ser professor com tecnologias: sentidos e significados**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2018.

MONDINI, F.; MOCROSKY, L. F; PAULO, R. M. Sentidos de Matemática na contemporaneidade: um estudo a partir da filosofia heideggeriana. **Educere et Educare**, Cascavel, v. 14, n. 33, p. 1-19. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/educare.v15i33.22156>. Acesso em: 27 de janeiro de 2021.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play**. Cambridge, MA: MIT Press, 2017

SCHUTZ A. **The Phenomenology of the Social World**. London: Heinemann Educational Books, 1976

SCHWARTS, F. *et al.* The neural development of conditional reasoning in children: different mechanisms for assessing the logical validity and likelihood of conclusions. **Neuroimage**, [S.I.], v.163, n. 02, p. 264-275, Dez, 2017.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. **Computational thinking: the developing definition**. University of Southampton (E-prints), 2013. Disponível em: Disponível em: <http://eprints.soton.ac.uk/356481/>. Acesso em: 20 jul. 2016.

SUNG, W. & AHN, J.-H & BLACK, J. Introducing Computational Thinking to Young Learners: Practicing Computational Perspectives Through Embodiment in Mathematics Education. **Technology, Knowledge and Learning**, New York, v. 22. 2017. 10.1007/s10758-017-9328-x.

VEIGA, I. S. O confronto de Heidegger com o "motivo matemático" da metafísica moderna. **Synesis: Revista do Centro de Teologia e Humanidades**, Petrópolis, v. 3, n.2, p. 36-52, 2011.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, New York, v. 49, n. 3, p.33–35, feb. 2006.

WONG, T. T. Y. Is conditional reasoning related to mathematical problem solving? **Developmental Science**, Nova Jersey, v.21, 5 ed. s/p, 2017.

Recebido em: 27 de janeiro de 2021.

Aceito em: 04 de março de 2021.