



EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS: DOS PRIMÓRDIOS ÀS PERSPECTIVAS FUTURAS

Mathematics education and digital technologies: from origins to future perspectives

Rodrigo Medeiros dos Santos

Doutor em Educação

Universidade Federal do Oeste do Pará – Santarém - Brasil

rodrigomedeiros182@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9108-9826>

Resumo

Esta investigação busca compreender, descrever e avaliar o percurso histórico do uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) aplicadas ao ensino de Matemática no Brasil. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa de natureza exploratória e histórico-bibliográfica, com o intuito de coligar e organizar as informações dispersas na literatura sobre o tema. Os principais resultados indicam que as primeiras iniciativas brasileiras no sentido de aliar o uso de tecnologias com a educação ocorreram nos anos 1970, inicialmente nas universidades federais. A década de 1990, entretanto, representou um marco de transição, com a crescente democratização do acesso ao computador e a sua recente chegada às escolas, notadamente as escolas particulares. Porém, a chegada do computador à escola por si só não representou imediatamente uma revolução nos métodos de ensino. Era necessário tanto alfabetizar digitalmente os alunos, quanto formar professores aptos ao trabalho com as tecnologias digitais. Neste sentido, o grande entrave foi adequar os cursos de formação inicial à nova realidade. Esta investigação enumera dois principais desafios e perspectivas futuras para área, a saber: *i*) as novas potencialidades da inteligência artificial e as suas aplicações ao ensino de Matemática; *ii*) a formação inicial de professores para o trabalho com as tecnologias digitais, que segue historicamente como um dos maiores entraves para a área, uma vez que os contantes avanços tecnológicos e as novas diretrizes curriculares em frequente mutação demandam constantes atualizações na grade curricular das Licenciaturas.

Palavras-Chave: educação matemática; tecnologias digitais; história da educação matemática; Educação a Distância; Inteligência Artificial.

Abstract

This research seeks to understand, describe and evaluate the historical trajectory of the use of digital technologies applied to the Mathematics' teaching in Brazil. To this end, an exploratory and historical-bibliographical study was conducted with the aim of collecting and organizing the information scattered in the literature on the subject. The main results indicate that the first Brazilian initiatives to combine the use of technologies with education occurred in the 1970s, initially in federal universities. The 1990s, however, represented a transitional period, with the increasing democratization of access to computers and their recent arrival in schools, especially private schools. However, the arrival of computers in schools did not in itself immediately represent a revolution in the teaching methods. It was necessary to both teach students digital literacy and train teachers capable of working with digital technologies. In this sense, the major obstacle was adapting the undergraduate courses to the new reality. This research lists two main challenges and future perspectives for the area, namely: *i*) the new potential of artificial intelligence and its applications to Mathematics' teaching; *ii*) training the future teachers to work with digital technologies, which historically remains one of the biggest obstacles for the area, since the constant technological advances and the new curricular directives in frequent change demand constant updates in the curriculum of the undergraduate courses.

Keywords: mathematical education; digital technologies; history of mathematical education; Distance Education; Artificial Intelligence.

INTRODUÇÃO

Se, por um lado, a Matemática é a principal base para todas as aplicações complexas desenvolvidas na tecnologia dos computadores, tais como a ciência de dados, os jogos digitais, a segurança da informação, dentre outras; por outro, as tecnologias digitais, por sua vez, passaram a retribuir com preciosas contribuições ao campo do ensino de Matemática. É nesse sentido que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) descreve o ensino de Matemática e as Tecnologias Digitais como duas áreas indissociáveis.

Nas últimas décadas, assistiu-se no meio acadêmico brasileiro a um aumento das discussões a respeito da inserção das tecnologias digitais no ensino de Matemática e as formas de operacionalizar este cenário nos cursos de formação inicial de professores. As discussões têm predominantemente girado em torno das potencialidades e possibilidades advindas dessa relação, buscando novas alternativas de abordagem de ensino e de produção do conhecimento matemático em sala de aula.

A relevância conferida às tecnologias digitais no ensino da Matemática pode ser também revelada pela quantidade de trabalhos produzidos nos últimos anos, sobretudo nos programas de pós-graduação. A partir de um levantamento de teses e dissertações sobre o tema, Silva, Assis e Amaral (2023) revelaram a produção de 14 trabalhos defendidos

em programas de pós-graduação brasileiros, de 2008 a 2021. Um outro levantamento, este organizado por Nunes e Grossi (2023), elencou 91 artigos publicados em periódicos abordando a temática do uso das TDIC no ensino de Matemática.

A consolidação do uso de tecnologias no ensino de Matemática pressupõe não somente o estabelecimento dos aspectos teóricos inerentes à sua aplicação, mas uma série de fatores, circunstanciais em sua natureza, que incluem o estabelecimento de políticas públicas; as cambiantes definições na dimensão curricular; a própria evolução tecnológica dos aparelhos eletrônicos (*smartphones, tablets, smartwatches* etc.) e suas ferramentas, que contribui para definir e alterar paradigmas na área; e a concepção e consolidação dos grupos de pesquisa e programas de pós-graduação, de onde emergem predominantemente as pesquisas e discussões sobre o tema.

Cada um desses aspectos apresenta-se situado no espaço e no tempo, trilhou um caminho, percorreu uma trajetória. O que esta investigação objetiva é descrever e analisar esse percurso histórico do uso de tecnologias digitais aplicadas ao ensino de Matemática no Brasil, descrevendo suas principais características, além de elencar as principais perspectivas e desafios futuros para a área.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se metodologicamente como exploratória, quanto aos seus objetivos, e histórico-bibliográfica e documental, segundo o seu processo de coleta e análise de dados. Exploratória principalmente em suas etapas iniciais, pela necessidade de levantamento de hipóteses ou busca de subsídios que levem a informações necessárias para melhor definir o objeto, o foco de estudo e o planejamento estrutural da pesquisa. Histórico-bibliográfica e documental em sua natureza metodológica de coleta e análise de dados, uma vez que visa o levantamento de pesquisas (artigos, monografias, dissertações, teses etc.), documentos curriculares oficiais e de legislação, com o intuito de analisar e descrever o desenvolvimento das tecnologias digitais aplicadas ao ensino de Matemática em uma perspectiva histórica.

Para tanto, esta investigação lança mão da técnica conhecida como Análise de Conteúdo, definida como “uma técnica para produzir inferências de um texto focal para seu contexto social de maneira objetivada” (Bauer, 2008, p. 191), ou ainda definida como:

[...] Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

Seguindo a delimitação metodológica da Análise de Conteúdo, a pesquisa foi desenvolvida em três etapas complementares: *i) a pré-análise*, que incluiu a escolha dos documentos para compor o corpus de análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos da investigação e a elaboração de indicadores para fundamentar a interpretação final dos textos; *ii) a análise do material*, que corresponde à fase de conversão do material arrolado em dados passíveis de serem analisados; *iii) o tratamento dos dados obtidos e a interpretação*, que corresponde à fase final da pesquisa, com a extração dos significados e interpretações dos textos analisados, além das correlações feitas entre eles.

O material de análise foi predominantemente coligido em ambiente *online* e composto por artigos publicados em periódicos, dissertações, documentos oficiais e livros.

Neste artigo, são adotadas a terminologia e a delimitação por fases históricas das tecnologias digitais no ensino de Matemática estabelecidas por Borba, Silva e Gadaniadis (2015). Segundo esses autores, são quatro as fases das tecnologias. A primeira corresponde à Tecnologia Informática (TI), que teve início no ano de 1985, caracterizada principalmente pela utilização da linguagem de programação *LOGO*. A segunda fase, também com a terminologia TI, teve início no ano de 1995, destacando-se softwares como *GrafEq*, *Winplot*, *Maplee*, dentre outros. A terceira fase, denominada Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), teve início a partir do ano de 1999, com a popularização da *internet* e o destaque dos cursos de Educação a Distância (EaD) para a formação de professores. A quarta fase teve início em 2004, representada pela denominação Tecnologias Digitais (TD) e caracterizada pela *internet* rápida e de fácil acesso, destacando o estar conectado o tempo todo e em todo lugar, *internet* na sala de aula, redes sociais, produção, edição e compartilhamento de vídeos, aplicativos *online* e objetos e ambientes virtuais de aprendizagem (Borba, Silva; Gadaniadis, 2015). Atualmente, a nomenclatura mais utilizada é Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Este artigo também adota a delimitação utilizada por Borges Neto (1999) quanto às formas difundidas de utilização do computador no ambiente escolar, a saber: *i)*

Informática aplicada à educação, em que a máquina é utilizada predominantemente para trabalhos administrativos, ou seja, referentes à gestão das instituições de ensino; ii) *Informática na educação*, na qual o computador assume a posição de máquina de ensinar, dentro de uma abordagem instrucionista, com influência do *Behaviorismo*; iii) *Informática educacional*, que trata o computador como uma ferramenta de resolução de problemas, sem, no entanto, que o professor tenha participação ativa no processo de aprendizagem e; iv) *Informática educativa*, que seria o uso mais significativo do aparato tecnológico para a construção do conhecimento do aluno.

AS TDIC NO CONTEXTO DO ENSINO BRASILEIRO

As primeiras iniciativas brasileiras no sentido de aliar o uso de tecnologias digitais com a educação ocorreram nos anos 1970, inicialmente nas universidades federais.

Na UFRJ, em 1973, o Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e o Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional (NUTES/CLATES) usou o computador no ensino de Química, para realizar simulações. Na UFRGS, nesse mesmo ano, realizaram-se algumas experiências usando simulação de fenômenos de física com alunos de graduação. Já na UNICAMP, em 1974, foi desenvolvido um software, tipo CAI (instrução apoiada de computador), para o ensino dos fundamentos de programação da linguagem BASIC, usado com os alunos de pós-graduação em Educação (Valente, 1997, p. 2).

Das primeiras experiências, aquela que promoveu a ideia de levar computadores à Educação Básica foi o documento *Introdução de Computadores nas Escolas de 2º Grau*, de 1975, sob a coordenação do professor Ubiratan D'Ambrósio, então integrante do Instituto de Matemática, Estatística e Ciências da Computação, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (Moraes, 1997).

No mesmo ano, por ocasião da visita de Seymour Papert e Marvin Minsky à UNICAMP, foi fechado um acordo de cooperação técnica entre a referida universidade brasileira e o *MEDIA-Lab*. Dessa relação, emergiu um grupo interdisciplinar, que envolveu especialistas das áreas de Computação, Linguística e Psicologia Educacional, que deu origem às primeiras investigações sobre o uso de computadores na educação no Brasil, com o uso da linguagem de programação *LOGO* (Moraes, 1997; Valente, 1999).

Em 1981, novos projetos apoiados nas teorias de Jean Piaget e nos estudos de Seymour Papert foram desenvolvidos a partir do Laboratório de Estudos Cognitivos, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS). A UNICAMP

ainda criou, em 1983, o Núcleo Interdisciplinar de Informática Aplicada à Educação, que está em atividade até os dias de hoje.

A implantação de um programa de informática na educação brasileira iniciou-se com a realização do primeiro e segundo Seminários Nacionais de Informática em Educação, realizados respectivamente na Universidade de Brasília, em 1981, e na Universidade Federal da Bahia, em 1982. A partir da realização desses seminários, ficou estabelecido um programa de atuação que originou o Programa de Educomunicação e Cidadania (EDUCOM), o primeiro projeto público a tratar da informática educacional, agregando diversos pesquisadores da área e tendo por objetivo atrair investimentos para as pesquisas educacionais. Segundo Moraes (1997), esse projeto pretendia produzir uma filosofia diferenciada do uso do computador na educação, que incluía, dentre outras áreas, o ensino de Matemática. A proposta estabelecida era a de que o computador passasse a ser fundamentalmente uma ferramenta para a aprendizagem (informática educacional), e não apenas uma máquina de ensinar (informática na educação), premissa que havia sido inicialmente idealizada e propagada entre professores e teóricos, sobretudo dentro do grupo dos adeptos do **instruccionismo**.

Nesta ótica, a aprendizagem que decorre do uso adequado do computador na educação passaria a ser uma aprendizagem por exploração e descoberta, sendo dado ao aluno, neste processo, o papel ativo de construtor de sua própria aprendizagem (Cardoso, Azevedo e Martins, 2013, n. p.).

Com os resultados do Projeto EDUCOM, o Ministério da Educação (MEC) criou, em 1986, o Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de 1º e 2º graus, visando a capacitação de professores (Projeto FORMAR) e a implantação de infraestruturas de suporte nas secretarias estaduais de educação (Centros de Informática Aplicada à Educação de 1º e 2º graus - CIED), nas escolas técnicas federais (Centros de Informática na Educação Tecnológica - CIET) e nas universidades (Centro de Informática na Educação Superior - CIES).

Dessas experiências acumuladas, decorreu, em 1989, a criação do Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE), com o objetivo de desenvolver a informática educativa no Brasil a partir de atividades e da articulação de projetos apoiados em fundamentação pedagógica, buscando assegurar a unidade política, técnica e científica imprescindível ao êxito dos esforços e investimentos envolvidos (Moraes, 1993). O PRONINFE trazia como ponto forte em sua proposta a formação de professores dos três

níveis de ensino (1º, 2º e 3º graus, hoje fundamental, médio e superior, respectivamente), bem como na área de educação especial e em nível de pós-graduação, visando ainda a pesquisa sobre a utilização da informática na educação (Tavares, 2016).

A despeito das iniciativas em criar projetos para promover a inserção do computador no ensino das escolas públicas brasileiras, os governos, de maneira apressada, acabaram escolhendo materiais da pior qualidade, fracamente interativos e pouco adequados ao uso pedagógico (Lévy, 2010). Por essa razão, a iniciativa privada parece ter sido mais bem-sucedida em conseguir implementar e manter laboratórios de informática bem equipados e em pleno funcionamento. Sobre o contexto das escolas públicas, Tavares (2016, p. 18) afirma:

Os projetos partem da ideia de que as escolas são autônomas e capazes de articular propostas inovadoras e ajustadas aos investimentos realizados. Ainda consideram que, aos professores, bastam cursos rápidos para que sua atuação pedagógica empregando a informática educacional seja bem-sucedida.

Neste sentido, os anos 1980 foram, em geral, mais marcados pela busca da implementação do computador no espaço escolar – e, ainda assim, de forma precária –, e menos pelas experiências bem-sucedidas de aplicabilidade das tecnologias digitais ao ensino das disciplinas escolares. Este fato, em grande medida, pode ser explicado pelo ainda incipiente arcabouço teórico-prático existente naquele momento no ideário educacional brasileiro no que tange as aplicações das TDIC ao ensino, com as poucas e esparsas experiências de ensino até então sendo embasadas pelo empirismo e pela recente necessidade de explorar o novo cenário que se descortinava.

O PERCURSO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E AS TDIC NO BRASIL

As primeiras incursões teóricas a respeito das aplicações das TDIC ao ensino de Matemática surgem ainda nos anos 1980. Essas discussões emergem inicialmente sob a ótica das novas repercussões diante da então recente introdução das tecnologias no ensino e as possíveis abordagens que enfocavam mais as potencialidades gerais dessa tecnologia, e menos a discussão de propostas concretas e direcionadas.

Em 1987, por ocasião da realização da primeira edição do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), o professor Ubiratan D’Ambrósio proferiu uma conferência de abertura intitulada “A Educação Matemática na década de 90: perspectivas

e desafios”. Já no primeiro parágrafo, o autor destacou a então vindoura década de 90 como um marco de transição, com “uma presença marcada e dominante da tecnologia” (D’Ambrósio, 1987, p. 3), previsão que certamente veio a se confirmar.

Esta primeira edição do evento trazia um minicurso intitulado “O computador na classe de Matemática”, que discutia uma primeira aproximação ao tema, levantando possíveis abordagens para o trabalho com o computador na sala de aula de Matemática, analisando pontos negativos e positivos e citando aqueles que seriam temas então ainda não explorados, tais como a arte no computador e a inteligência artificial como instrumentos de reflexão sob a nossa forma de pensar a Matemática.

A segunda edição do evento, de 1988, trouxe uma abordagem ainda bastante restrita e superficial ao tema, com a palestra intitulada “Introdução do computador nas disciplinas de Matemática”, que, como o próprio título sugere, discutia elementos de inserção, em uma perspectiva ainda inicial, do computador nas salas de aula. Nesta edição, a despeito da realização da mesa-redonda “Informática na Educação Matemática”, as comunicações referentes ao ensino de Matemática e suas tecnologias ainda foram classificadas na temática “Estatística e Informática”, o que, por sua vez, é um indicativo de que o ensino de Matemática e suas tecnologias ainda não estava constituído como uma área consolidada, com especificidades e objetos de investigação próprios. A única comunicação oral que abordou o tema foi: “A informática no ensino da matemática: uma questão em discussão” (Araújo, 1988).

Na terceira edição do ENEM, em 1990, foi criado um grupo de trabalho, o GT-07: Informática na Educação Matemática, e a área, enfim, começou a ganhar especificidade, ganhando um núcleo temático próprio dentro das seções de comunicação oral, o núcleo temático 03: Informática no ensino de Matemática.

A partir do início dos anos 1990, o Brasil experimentou um processo de expansão do mercado de computadores domésticos, que, no entanto, tornaram-se apanágio exclusivo das classes média e alta. Analogamente, os computadores também começaram a chegar às escolas com mais intensidade, porém muito mais sob o contexto estrito das escolas particulares, enquanto as escolas públicas prosseguiram relativamente à margem do processo de informatização do ensino.

Uma nova proposta do governo para mudar este cenário surgiu a partir de 1997, quando o MEC instituiu a primeira versão do Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), que tinha como principal objetivo inserir a tecnologia de informática nas escolas da rede pública de ensino. A execução deste projeto contou com várias fases. Na primeira, o objetivo foi o de implantar uma política de informatização educativa e de criar centros de pesquisa e capacitação na área. Na segunda fase, o intuito era o de levar finalmente o computador para dentro do espaço escolar. O PROINFO perdura até os dias de hoje e atualmente tem como principal objetivo promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação básica.

A chegada do computador à escola não significou, entretanto, uma renovação imediata nos métodos de ensino. Era necessário primeiramente alfabetizar digitalmente os alunos com a finalidade de instrumentalizá-los para a utilização do novo recurso, razão pela qual as “escolas particulares investiram na criação de disciplinas de informática, nas quais se ensinava *a* informática e não se ensinava *com* informática” (Tavares, 2016, p. 1).

Além do mais, as escolas equipadas por si só não representavam uma melhoria imediata no ensino, era necessário também formar professores que fossem aptos ao trabalho com as novas tecnologias. Entretanto, a inserção e adoção das tecnologias digitais nas escolas aconteceram, via de regra, desarticuladas da formação inicial de professores, tendo a maioria dos esforços se concentrado predominantemente no contexto da formação continuada (Maia, 2012).

Ao analisar a literatura acerca das políticas de Informática Educativa no Brasil é possível constatar que não existem referências à formação inicial docente para o uso pedagógico dos recursos tecnológicos. Os programas como o FORMAR dos anos 1980, o PROINFO das décadas de 1990 e 2000 e, mais recentemente, o Programa Um Computador por Aluno (PROUCA) de 2010 – todos propõem políticas de formação no serviço, logo para profissionais já em exercício da docência (Maia, 2012, p. 17).

Dentro dos cursos de licenciatura em Matemática, as portas de entrada foram as disciplinas de programação, geralmente abordando as linguagens *LOGO*, *BASIC*, *PASCAL* ou *FORTTRAN*. O foco principal dessas disciplinas era, em geral, a escrita de programas que pudessem auxiliar o futuro professor no ensino de Matemática. Isso porque, até o final dos anos 1990, ainda havia uma relativa escassez de *softwares* especificamente voltados para o ensino de Matemática, o que só passou a mudar a partir

do início do século XXI. Em 2001, por exemplo, foi criado o *software Geogebra*, que acabou se tornando uma grande referência na área.

Havia, já na segunda metade dos anos 1990, uma preocupação generalizada em reduzir as taxas de analfabetismo no Brasil. E, a isso, somou-se a nova necessidade de alfabetizar digitalmente as pessoas, buscando atender às novas exigências do mercado de trabalho em todas as áreas. Alinhados a essa premissa, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados na segunda metade dos anos 1990, ponderavam ser:

[...] Indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras (Brasil, 1998, p. 96).

Os PCN ainda enumeravam alguns dos benefícios da utilização do uso de tecnologias no ensino de Matemática, a saber:

- Relativiza a importância do cálculo mecânico e da simples manipulação simbólica, uma vez que por meio de instrumentos esses cálculos podem ser realizados de modo mais rápido e eficiente;
- Evidencia para os alunos a importância do papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação, permitindo novas estratégias de abordagem de variados problemas;
- Possibilita o desenvolvimento, nos alunos, de um crescente interesse pela realização de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental de sua aprendizagem;
- Permite que os alunos construam uma visão mais completa da verdadeira natureza da atividade matemática e desenvolvam atitudes positivas diante de seu estudo (Brasil, 1998, p. 43-44).

Apesar de destacar a demanda por uma formação de professores no que diz respeito ao uso dos recursos digitais para o ensino da Matemática, os PCN não traziam recomendações explícitas com relação à inserção de práticas com tecnologias digitais na formação inicial de professores (Maia, 2012). Isso gera um contexto paradoxal quando são considerados todos os investimentos no sentido de equipar as escolas com tecnologias digitais visando o aprimoramento do trabalho pedagógico.

Durante toda a década de 1990 e adiante, o problema da formação inicial de professores de Matemática para o trabalho com as tecnologias digitais prosseguiu sendo um entrave. Segundo Valente (2011, p. 22), “os computadores só fazem sentido se forem implantados para enriquecer o ambiente de aprendizagem, e se, nesse ambiente, existirem as condições necessárias para favorecer o aprendizado do aluno”. Professores preparados para a utilização das tecnologias digitais certamente são uma dessas condições necessárias e imprescindíveis.

Com o advento do computador doméstico, sua crescente popularização e gradativa inserção, primeiramente nas universidades e posteriormente nas escolas, o ensino de Estatística se beneficiou a partir da utilização das planilhas eletrônicas e dos *softwares* específicos da área, tais como o *SPSS*, criado em 1968, e o *Minitab*, desenvolvido em 1972. Essa nova perspectiva de trabalho com os dados estatísticos no computador passou a deslocar os objetivos pedagógicos do ensino de Estatística, antes enfocados na contagem e tabulação dos dados, cálculo de medidas e construção de tabelas e gráficos, para a realização de simulações e a interpretação dos dados retornados pelo computador, subsidiando a tomada de decisões.

ensino de Matemática também ganhou um importante incremento com o advento da EaD. No Brasil, os grandes marcos do ensino a distância são a fundação do Instituto Rádio Técnico Monitor, em 1939; a criação do Instituto Universal Brasileiro, em 1941; e do Instituto Padre Reus, em 1974 (Cruz, 2012). Dentro do contexto do ensino de Matemática, receberam grande notoriedade e popularidade as aulas de Matemática do Telecurso 2000, criado pela Fundação Roberto Marinho, indo ao ar pela primeira vez em 1981.

A partir dos anos 2000, as inovações tecnológicas passaram a trazer muitas mudanças em um curto intervalo de tempo. Segundo dados de 2009 a 2011, os bens duráveis com maior crescimento dentro dos lares brasileiros foram o computador com acesso à internet (39,8%) e o telefone celular (26,6%) (IBGE, 2011). As novas possibilidades descortinadas pelo uso do computador e outros aparelhos eletrônicos, como *smartphones* e *tablets*, assim como a crescente democratização do acesso à *internet*, estabeleceram novos parâmetros para a EaD, com a possibilidade de plataformas mais interativas, compartilhamento rápido e eficiente de arquivos, videoaulas e aulas virtuais interativas em tempo real.

Esse novo cenário abriu novas possibilidades de discussão a respeito do ensino de Matemática a distância. Segundo Oliveira (2018), quatro grupos de pesquisa haviam sido criados em universidades brasileiras a partir dos anos 1990 para discutir e produzir conhecimentos sobre Educação Matemática e EaD. Esse número cresceu na década seguinte com a criação de mais onze grupos.

No entanto, a primeira investigação envolvendo a articulação entre EaD e Educação Matemática é uma tese de doutorado que veio a lume apenas em 2003 (Oliveira, 2018).

Trata-se da tese de Telma Aparecida Souza Gracias, intitulada “A natureza da reorganização do pensamento em um curso a distância sobre tendências em educação matemática”, orientada pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba, do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

Recentemente, reacenderam-se com mais intensidade as discussões na área do ensino de Matemática e EaD, sobretudo por ocasião da pandemia de COVID-19, ocorrida a partir de 2020. Por conta da necessidade de isolamento social, houve uma demanda inédita pela utilização dos recursos das TDIC aplicadas ao ensino a distância, dentro de um contexto que ficou conhecido como Ensino Remoto Emergencial (ERE).

A pesquisa na área da Educação Matemática e TDIC, ainda incipiente nos anos 1980 e 1990, passou a se consolidar a partir do ano 2000, quando, por ocasião da realização do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), foram criados os grupos de trabalho da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), e, dentre eles, o GT-06, o grupo de trabalho Educação Matemática: novas tecnologias e educação a distância. A criação do GT-06 possibilitou uma maior articulação entre os pesquisadores da área, engendrando novas publicações e a realização de eventos na área. Com esse impulso, os anos 2000 tornaram-se um marco, no qual é possível perceber um aumento significativo no quantitativo de publicações englobando temáticas relacionadas às TDIC (Borba, Almeida e Chiari, 2015).

Outro marco importante para a pesquisa na área tem sido a criação de programas de pós-graduação voltados para a Educação Matemática e tecnologias digitais, tais como, por exemplo, o mestrado e o doutorado acadêmicos em Educação Matemática e Tecnológica, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), criado em 2008; o mestrado profissional em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), criado em 2018; o mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), criado em 2016, dentre outros. O ensino de Matemática e Tecnologias também tem sido adotado como linha de pesquisa em diversos programas de pós-graduação, como, por exemplo, o Programa de Pós-Graduação em

Educação, da UNICAMP e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Recentemente, vários eventos abordando especificamente a integração entre o uso das TDIC e a Educação Matemática têm sido realizados, tais como o Simpósio Internacional de Tecnologias em Educação Matemática (SITEM), cuja primeira edição foi realizada em 2018; o Seminário Internacional de Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (SIECEMTE), cuja primeira edição foi realizada em 2021; o Encontro Paranaense de Tecnologia na Educação Matemática (EPTM), cuja primeira edição foi realizada em 2018; o Seminário Internacional em Ensino de Ciências e Matemática em tempos mediados pelas tecnologias digitais, cuja primeira edição foi realizada em 2023; dentre outros.

Em 2017, foi homologada, em sua terceira versão, a BNCC (Brasil, 2017), que, no campo das TDIC aplicadas ao ensino de Matemática, trouxe como grande novidade o reconhecimento das tecnologias como um elemento inseparável da Matemática. O documento ainda descreve que campos como a programação e a robótica são cada vez mais presentes nas vidas social e profissional, e que, portanto, devem ser abordados no ensino de Matemática da escola básica.

Já nos anos iniciais do ensino fundamental, a BNCC esclarece que:

[...] Espera-se que os alunos identifiquem e estabeleçam pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, construam representações de espaços conhecidos e estimem distâncias, usando, como suporte, mapas (em papel, *tablets* ou *smartphones*), croquis e outras representações. Em relação às formas, espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associem figuras espaciais a suas planificações e vice-versa. Espera-se, também, que nomeiem e comparem polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos. O estudo das simetrias deve ser iniciado por meio da manipulação de representações de figuras geométricas planas em quadriculados ou no plano cartesiano, e com recurso de *softwares* de geometria dinâmica (Brasil, 2017, p. 270).

Ainda nos anos iniciais do ensino fundamental, outra novidade trazida pela BNCC é que, além das unidades já conhecidas – Números, Geometria e Grandezas e Medidas –, apareceram duas novas unidades, Álgebra e Probabilidade e Estatística. Na unidade temática Probabilidade e Estatística, os alunos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados nos mais diversos contextos,

de maneira a interpretar os resultados com fundamentação estatística e tomar as decisões adequadas.

Dessa maneira, a BNCC enfatiza o uso das tecnologias, tais como calculadoras, para avaliar e comparar resultados, e planilhas eletrônicas, que ajudam na construção de gráficos e nos cálculos das medidas estatísticas. O documento também encoraja a consulta a páginas de institutos de pesquisa, como a do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como meio de exploração de contextos reais, visando não apenas produzir conceitos e cálculos estatísticos, mas também utilizá-los para compreender a realidade.

Nos anos finais do ensino fundamental, a BNCC enfatiza que os alunos devem se apropriar das tecnologias digitais disponíveis para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados. Uma novidade nas aulas de Matemática dentro deste nível é a introdução das medidas de capacidade de armazenamento de computadores (*byte* e seus prefixos – quilo, mega, giga) como grandeza associada a demandas da sociedade moderna.

Outra grande novidade trazida pela BNCC, válida tanto para os anos finais do ensino fundamental quanto para o ensino médio, é a introdução de noções básicas de Matemática computacional, com a utilização de fluxogramas como forma usual para a produção e escrita de programas em linguagem de programação. Essa habilidade refere-se à resolução de um problema específico (ou grupo de problemas semelhantes) a partir da execução de passos que podem ser descritos por um algoritmo. O intuito é desenvolver no estudante o pensamento computacional, que envolve uma maneira de obter a resposta para um problema após submetê-lo a uma rotina, ou seja, um algoritmo, construído para esta finalidade.

A presença marcante do uso de tecnologias dentro dos eixos de habilidades requeridas em cada unidade temática, para todos os níveis de ensino, traz à BNCC o epíteto de documento normativo brasileiro que mais avançou nas propostas de ensino de Matemática aliadas à utilização das TDIC até aqui, o que, por sua vez, não significa que as TDIC estejam sendo utilizadas efetiva e produtivamente no ensino. A realização deste ideal perpassa, dentre outras, as dimensões da formação inicial e continuada de professores e das definições nas esferas política e institucional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos primeiros anos, a pesquisa brasileira na área de TDIC e ensino de Matemática, ainda referida como “Informática na Educação Matemática”, trazia o timbre das discussões pela ótica das projeções para o futuro, abordando o tema a partir das perspectivas e desafios para a área, tal como tem ocorrido hoje em relação à inteligência artificial e suas potencialidades para o ensino. Esse, aliás, é, ao nosso ver, o tema que deve dominar as pautas de discussão futuras e promover as novas revoluções educativas dentro do ensino de Matemática.

As novas tecnologias no campo da inteligência artificial têm demonstrado um potencial incrível, e ainda pouco explorado, dentro do campo do ensino de Matemática. No Brasil, o trabalho pioneiro envolvendo o uso da inteligência artificial foi a comunicação de experiência “Inteligência artificial aplicada ao ensino de Matemática” (Gonçalves *et al.*, 1995), apresentada na V edição do ENEM, realizada em 1995.

As pesquisas atuais neste tema têm sugerido “preocupações éticas imensas” (Borba e Balbino Junior, 2023, p. 142) em relação ao uso do ChatGPT, ao mesmo tempo que têm destacado esta ferramenta como “uma estratégia notável, especialmente no aprimoramento do ensino da matemática na educação básica” (Oliveria e Silva, 2023, p. 19).

A despeito de todos os avanços propostos na legislação aqui descritos e dos múltiplos indicativos teóricos a respeito das aplicações das TDIC no ensino presentes na literatura, atualmente poucas mudanças podem ser observadas na prática escolar. Uma possível explicação para este quadro inercial é a percepção e o domínio dos professores acerca desses recursos, aliada, por vezes, à precariedade ou completa ausência do laboratório de informática no espaço escolar.

Outro ponto crítico são os cursos de formação inicial de professores, que parecem estar sempre tentando alcançar uma tecnologia que é dinâmica, que está sempre em constante mudança e evolução. As novas demandas de uma sociedade tecnológica, assim como as novas tecnologias e as frequentes atualizações das orientações constantes nos documentos curriculares oficiais, impõem uma constante revisão e atualização dos currículos universitários nos cursos de Licenciatura.

Buscando superar essas dificuldades, muitas universidades brasileiras vêm ajustando os currículos das Licenciaturas em Matemática e criando novas disciplinas abordando as relações entre a Educação Matemática e as TDIC. É o caso, por exemplo, da UNESP, com a disciplina *TDIC e Educação matemática*; da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com a disciplina *Tecnologias no ensino de Matemática*; da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com a disciplina *Tecnologias avançadas no ensino de Matemática*; dentre outras. O surgimento dessas disciplinas representa um importante avanço, sobretudo, porque, até o início dos anos 2000, o problema das TDIC aplicadas ao ensino de Matemática era geralmente tratado dentro dos cursos de licenciatura quase que exclusivamente pela ótica da programação.

Neste contexto, um dos principais desafios futuros para o professor de Matemática está em superar a perspectiva da *Informática na educação*, de abordagem instrucionista, na qual o computador é assumido antes como uma máquina **de** ensinar, e não **para** ensinar; para, por fim, atingir uma nova perspectiva de *Informática educativa*, com a utilização integral dos recursos tecnológicos, buscando retirar desses recursos o máximo potencial para a construção do conhecimento do aluno.

A título de perspectivas futuras para as políticas públicas, há uma importante novidade. Recentemente, em 2023, foi promulgada a Política Nacional de Educação Digital (PNED) (Brasil, 2023), um documento normativo que estabelece diretrizes para a educação brasileira no âmbito digital para os próximos 10 anos. A PNED está estruturada em quatro principais eixos: inclusão digital, educação digital nas escolas, capacitação para o mercado de trabalho e estímulo à inovação, pesquisa e desenvolvimento. Este documento prevê a adoção das TDIC na educação para 2024 em âmbito nacional, articulando programas, projetos e ações dos municípios, estados e União. Os resultados efetivos dessa política poderão ser analisados e avaliados nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. P. A informática no ensino da matemática: uma questão em discussão. *In*: II ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - ENEM, 2., 1988, Maringá. *Anais [...]*. Maringá: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1988.

Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/files/enemII.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

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

BAUER, M. W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.). **Pesquisa qualitativa com texto imagem e som: um manual prático**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. Petrópolis: Vozes, 2008.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; CHIARI, A. S. S. Tecnologias Digitais e a relação entre teoria e prática: uma análise da produção em trinta anos de BOLEMA. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 29, n. 53, p. 1115-1140, ago. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/RKWYVzWj5r34qJRWZDt4jKg/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

BORBA, M. C.; BALBINO JUNIOR, V. R. O ChatGPT e educação matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, SP, v. 25, n. 3, p. 142-156, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/63304>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BORGES NETO, H. Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola. **Revista Educação em Debate**, Fortaleza, vol. 1, n. 27, p. 135-138, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/24440>. Acesso em: 02 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.415/2017. Regulamenta a Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 07/08/2024.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de Janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: 09 ago. 2024.

CARDOSO, A. M.; AZEVEDO, J. F.; MARTINS, R. X. Histórico e tendências de aplicação das tecnologias no sistema educacional brasileiro. **Revista Colabor@**, Curitiba, v. 8, n. 30, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11448/1/ARTIGO_Hist%C3%B3rico%20e%20tend%C3%Aancias%20de%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20das%20tecnologias%20no%20sistema%20educacional%20brasileiro.pdf. Acesso em: 04 ago. 2024.

CRUZ, F. C. S. **O uso de tecnologias no ensino de Matemática**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2012.

D'AMBRÓSIO, U. A Educação Matemática na década de 1990: perspectivas e desafios. In: I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - ENEM, 1., 1987, São Paulo. In: *Anais [...]*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1987. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/files/enemI.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

GONÇALVES, M. B.; PEREIRA, M. G.; SIQUEIRA, K. C.; CORREIA, F. S.; FLEMMING, D. M. Inteligência artificial aplicada ao ensino de Matemática. In: V ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - ENEM, 5., 1995, Aracaju. In: *Anais [...]*. Aracaju: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1995. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/files/V_ENEM_I%20.PDF. Acesso em: 31 jul. 2024.

IBGE. **Computador com internet e celular são bens que mais crescem nos lares brasileiros**. Brasília, DF: IBGE, 2011.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: Editora 34, 2010.

MAIA, D. L. **Ensinar Matemática com uso de tecnologias digitais**: um estudo a partir da representação social de estudantes de Pedagogia. 2012. Dissertação (Mestrado acadêmico em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

MORAES, M. C. Informática Educativa no Brasil: um pouco de história. **Revista Em aberto**, Brasília, DF, v. 12, n. 57, 1993. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/7727/1/Inform%C3%A1tica%20Educativa%20no%20Brasil%20um%20Pouco%20de%20Hist%C3%B3ria.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2024.

MORAES, M. C. Informática Educativa no Brasil: Uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, São Paulo, SP, n. 01, p. 1-26, set. 1997. Disponível em: <https://edumidiascomunidadesurda.files.wordpress.com/2016/05/maria-candida-moraes-historia-da-informatica-educativa-no-brasil.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2024.

NUNES, K. L. X.; GROSSI, L. Tecnologias Digitais em Educação Matemática: panorama dos Grupos de Pesquisa do Paraná. **Revista Matemática, Ensino e Cultura (Rematec)**, Belém, PA, n. 43, v. 18, 2023. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/431>. Acesso em: 18 nov. 2024.

OLIVEIRA, G. P. Educação Matemática e EaD no Brasil: um perfil sobre grupos de pesquisa. **Revista EducaOnline**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 58-84, 2018. Disponível

em: <https://revistaeducaonline.eba.ufrj.br/edi%C3%A7%C3%B5es-antiores/2018-2/educa%C3%A7%C3%A3o-matem%C3%A1tica-e-ead-no-brasil-um-perfil-sobre-grupos-de-pesquisa>. Acesso em: 04 ago. 2024.

OLIVEIRA, R. M.; SILVA, M. R. O uso da inteligência artificial no ensino da matemática. **Caderno Intersaberes**, Curitiba, v. 12, n. 44, p. 19-29, 2023. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2964/2145>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SILVA, M. K. C.; ASSIS, M. M. A.; AMARAL, L. L. C. Pesquisas sobre tecnologias digitais no ensino de matemática da educação básica: um estado do conhecimento. IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 9., 2023, João Pessoa. In: **Anais [...]** João Pessoa: Centro Multidisciplinar de estudos e pesquisa, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2023/GT13/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD5_ID297_TB4136_27102023075418.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

TAVARES, N. R. B. **História da informática educacional no Brasil observada a partir de três projetos públicos**. Caxias do Sul, RS: APADEV, [2016]. Disponível em: <https://www.apadev.org.br/pages/workshop/historiaInf.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VALENTE, J. A. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. Manuscrito não publicado, NIED: UNICAMP, 1997.

VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: MEC, 1999. (Coleção Informática para a Mudança na Educação).

VALENTE, J. A. Um laptop para cada aluno: promessas e resultados. In: ALMEIDA, M. E. B. de; VALENTE, J. A. (Org.). **O computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de aprendizagem**. São Paulo: Avercamp, 2011.

Submetido em 14/08/2024.

Aprovado em 31/10/2024.