

Interfaces entre as tecnologias digitais e a resolução de problemas na perspectiva da educação matemática

Interfaces between digital technologies and problem solving in the mathematics education perspective

Adriana Richit
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – Brasil

RESUMO

Nesse ensaio teórico propomos algumas reflexões sobre as tecnologias digitais e o modo como participam, histórica e culturalmente, do processo de produção de conhecimento. Do mesmo modo, apresentamos considerações sobre a resolução de problemas, na perspectiva da educação matemática, evidenciando aspectos históricos, políticos e epistemológicos no que se refere ao processo de apropriação de conhecimentos em matemática e a formação matemática dos estudantes. A partir dessa abordagem inicial buscamos deflagrar reflexões e entendimentos sobre as relações entre as tecnologias e a resolução de problemas, enfatizando as interfaces entre ambas e as possibilidades que emergem da articulação dessas na abordagem de conceitos matemáticos, sobretudo na educação básica. Dessa abordagem destacaram-se as interfaces política, pedagógica, epistemológica, histórica e social.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Resolução de Problemas. Educação Matemática.

ABSTRACT

In this theoretical essay, we offer some reflections on the digital technologies and on the way in which they participate, historically and culturally, of the process of knowledge production. Similarly, we present considerations about “problem solving” in the perspective of mathematics education, emphasizing the historical, political and epistemological aspects regarding the process of knowledge appropriation in mathematics and the mathematical training of students. From this initial approach, we seek to spark ideas and understandings about the relationship between digital technologies and problem solving, emphasizing the interfaces between them and the possibilities that emerge from the articulation of these technologies in the approach of mathematical concepts, especially in basic education. From this approach, the political, pedagogical, epistemological, historical and social interfaces were highlighted.

KeyWords: Digital Technologies. Problem Solving. Mathematic Education.

Introdução

A necessidade de qualificar a educação e promover mudanças nos processos de ensino e aprendizagem requer encaminhamentos pedagógicos distintos dos procedimentos pedagógicos clássicos, os quais, em geral, privilegiam a exposição verticalizada e estática do conhecimento. Diante disso, repensar a prática educativa em matemática aponta para a

emergência de novas bases sobre as quais a prática docente possa apoiar-se, na qual o professor deixa de ser a figura principal do processo, tornando-se mediador, promovedor de situações mobilizadoras da aprendizagem, cuja postura precisa favorecer o diálogo, as relações interpessoais, a investigação, a reflexão e, portanto, a apropriação de conhecimentos.

Nessa perspectiva, consideramos que nos vários momentos da prática educativa em matemática – planejamento, concretização do processo de ensino, avaliação-reflexão, replanejamento – o professor precisa ser o mobilizador da aprendizagem dos estudantes, de modo que a partir de uma estratégia pedagógica qualificada e dinamizadora envolvem-se em atividades investigativas e desafiadoras, fazendo referência a situações diversas, por meio das quais conceitos matemáticos curriculares são abordados. Para tanto, a formação do professor precisa propiciar-lhe embasamento e vivências que lhe dê condições de promover novas práticas. Em outras palavras, o professor, em seu processo de formação, precisa vivenciar diferentes tendências no ensino da matemática, por meio das quais constitua as bases da sua prática docente em sala de aula, prática essa comprometida com a apropriação de conhecimentos por parte do estudante.

Compreender a apropriação de conhecimentos em Matemática como um processo dinâmico e investigativo implica uma mudança paradigmática em termos da prática pedagógica de sala de aula, na qual professor e estudantes tornam-se sujeitos do processo, ao tempo que dinâmicas e atividades diferenciadas embasam esse processo. Em outras palavras, a mudança de papéis de professores e alunos nesse ambiente diferenciado deflagra mudanças na organização da escola e, sobretudo, da sala de aula, a qual torna-se espaço investigativo de aprendizagem, resultado de um movimento de interação entre sujeitos e conhecimento.

De acordo com esse entendimento, a formação matemática propiciada na Educação Básica precisa promover o engajamento do sujeito em seu processo de desenvolvimento social, cultural, cognitivo e formação integral como cidadão, dimensões essas que requerem práticas pedagógicas qualitativamente diferentes e emancipadoras. Em tais práticas deve-se considerar a complexidade do contexto social, os novos papéis sociais da escola, as múltiplas possibilidades de práticas interdisciplinares e, principalmente, as tendências pedagógicas emergentes mediante o movimento de mudanças sociais e educacionais.

Assim entendida, uma prática pedagógica coerente com essas mudanças requer ambientes diferenciados de aprendizagem, em que se promovam contextos de investigação e reflexão, privilegiando a formação ampla do estudante. A sala de aula – seja ela a sala clássica constituída de lousa e giz apenas ou laboratório de ensino, laboratório de informática, sala digital – constitui-se em ambiente de aprendizagem, espaço de desenvolvimento de novas práticas, bem como espaço de investigação e reflexão, onde interagem alunos e professores no movimento do conhecimento. Na perspectiva dessa compreensão, em tais espaços a abordagem de conceitos e a apropriação do conhecimento são deflagradas a partir de processos permeados por atividades desafiadoras, mediadas por recursos diversos.

Essas compreensões, somadas à necessidade de qualificar a educação pública, têm mobilizado estudos na região de inquérito denominada educação matemática, que tomam como foco investigativo as práticas pedagógicas de sala de aula, buscando evidenciar as possibilidades de novas práticas e tendências diversificadas. Tais estudos, por sua vez, têm mobilizado a criação de novas políticas públicas – Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN-1997) e as Orientações Curriculares Nacionais (OCN-1998), que se caracterizam como

políticas públicas de orientação curricular –, as quais têm contribuído para a emergência de novas práticas pedagógicas na escola e de novas tendências, como a resolução de problemas e o uso pedagógico de tecnologias digitais em matemática.

Analisando o impacto das mudanças educacionais sugeridas pelas diretrizes nacionais no âmbito da prática pedagógica escolar, Tomaz e Davi (2008) postulam que muitas das pesquisas em educação matemática, percebendo as limitações no que se refere à produção de conhecimento, têm produzido e ampliado os conhecimentos sobre a produção de significados e sobre os modos de ensinar e aprender matemática, traduzindo-se em reformulações curriculares e novas diretrizes pedagógicas.

Essas propostas, ou reformulações, visam combater o isolamento e a fragmentação dos conteúdos matemáticos, materializados nos programas curriculares da escola, ressaltando que o conhecimento disciplinar por si só não favorece a compreensão das situações vivenciadas pelo estudante, a partir das quais pode-se trabalhar conceitos e noções matemáticas de maneira diferenciada.

O Ensino da Matemática Frente às Recentes Mudanças Curriculares Nacionais

Os resultados de pesquisas que tomam os processos de ensino e aprendizagem da matemática por foco investigativo, seja na educação básica ou na formação inicial de professores, evidenciam algumas tendências pedagógicas predominantes no âmbito das práticas analisadas. Dentre as atividades identificadas destacam-se a modelagem matemática, as abordagens interdisciplinares e contextualizadas, o uso de tecnologias de informação e comunicação na prática pedagógica escolar, pedagogia de projetos, a resolução de problemas, entre outras. As dinâmicas de aprendizagem pautadas nessas tendências pedagógicas priorizam a aprendizagem baseada na produção de significados para conceitos matemáticos, utilizando-se, para tanto, de atividades diferenciadas – investigação e experimentação matemática, tema gerador, ensino contextualizado, interdisciplinaridade, transversalidade, resolução de problemas, entre outras –, de acordo com a perspectiva teórica fundante.

Verifica-se, no âmbito dessas tendências, ênfase na aprendizagem pautada na produção de significados, a problematização de situações da vida social e fenômenos da natureza, bem como o uso de recursos diversificados, aspectos esses que evidenciam o surgimento de novas práticas em matemática, nas quais prioriza-se a abordagem contextualizada e interdisciplinar de conceitos matemáticos. A disseminação dessas tendências deu-se a partir da criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) nos anos finais da década de 1990.

A esse respeito, sublinhamos que os PCN de 1997 discutem a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino da matemática e os PCN de 1998 apresentam possíveis formas de produção de significados matemáticos em sala de aula, a partir de atividades de resolução de problemas. Segundo os PCN, “essa opção traz implícita a convicção de que o conhecimento matemático ganha significado quando os alunos têm situações desafiadoras para resolver e trabalham para desenvolver estratégias de resolução” (BRASIL, 1998, p.40).

Contudo, o interesse pela resolução de problemas no ensino da matemática desponta no cenário nacional no final dos anos setenta, em virtude das deficiências das diretrizes propostas para o ensino de matemática. Nos anos oitenta, o National Council of Teachers of

Mathematics elaborou um documento chamado “Agenda for Action”, que priorizava e recomendava que a resolução de problemas fosse o principal escopo do ensino de matemática (HUETE; BRAVO, 2006). É nesse cenário que a resolução de problemas passou a ser incorporada aos currículos de práticas escolares de maneira incisiva.

A resolução de problemas, como eixo organizador dos processos de ensino e aprendizagem da matemática, de acordo com os PCN, baseia-se nos seguintes princípios:

- a situação-problema é o ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las;
- o problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada;
- aproximações sucessivas de um conceito são construídas para resolver um certo tipo de problema; num outro momento, o aluno utiliza o que aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na História da Matemática;
- um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações. Assim, pode-se afirmar que o aluno constrói um campo de conceitos que toma sentido num campo de problemas, e não um conceito isolado em resposta a um problema particular;
- a resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas (BRASIL, 1998, p.41).

Embora os entendimentos acerca de problema e de resolução de problemas preconizados nesses documentos orientadores sugiram tratar-se de situações desafiadoras, por meio das quais os estudantes podem produzir significados para conceitos matemáticos, apropriando-se, destarte, de novos conhecimentos, há na escola, de modo geral, a predominância de práticas pedagógicas que concebem a resolução de problemas como paradigma do exercício. Em tais práticas, o processo de aprendizagem apoia-se na realização de exercícios que priorizam a reprodução sistemática de algoritmos, de modo que a solução constitui-se no princípio-fim desse processo. Sobre isso Rabelo (2004) considera que o conceito de problema é relativo ao sujeito a que se destina.

Consta, ainda, nos PCN das séries finais do ensino fundamental, que um “problema matemático é uma situação que demanda a realização de uma sequência de ações ou operações para se obter um resultado. Ou seja, a solução não está disponível de início, mas é possível construí-la” (BRASIL, 1998, p.41). Há nesse documento uma crítica aos problemas comumente utilizados nas práticas pedagógicas escolares, nas quais os problemas propostos não se constituem em problemas, pois, em geral, não existe um desafio nem a necessidade de verificação para validar o processo de solução. Por fim, preconizam que resolver um problema em matemática pressupõe que o estudante “elabore um ou vários procedimentos de resolução (como realizar simulações, fazer tentativas, formular hipóteses); compare seus resultados com os de outros alunos; e valide seus procedimentos” (BRASIL, 1998, p.42).

Portanto, resolver problemas não se restringe a interpretar um enunciado proposto e fornecer respostas mediante a utilização de procedimentos matemáticos pré-definidos

(algoritmos, fórmulas) e faticamente treinados. Respostas corretas, nessa perspectiva, são aceitas e convincentes, mas não asseguram que ocorreu a apropriação do conhecimento matemático. É necessário, ainda, que a resolução de problemas, favoreça o desenvolvimento de habilidades que permitam ao estudante provar os resultados, testá-los, comparar diferentes caminhos para obter a solução (BRASIL, 1998).

Além disso, nas diretrizes dos PCN do ensino médio a resolução de problemas é sugerida como uma prática a ser desenvolvida nas práticas educativas escolares, inclusive, esta postura é reforçada, na seção de competências e habilidades. Outro aspecto a ser considerado em relação à resolução de problemas diz respeito aos conceitos por ela abarcados. Há teóricos que discutem os conceitos de problema e de resolução de problemas, a partir dos quais emergem correntes que sugerem alguns requisitos para se considerar um problema e seu processo de resolução (KILPATRICK, 1985; SCHOENFELD, 1985).

Schoenfeld (1985) aponta quatro categorias de habilidades necessárias para se resolver problemas: recursos, heurísticas, controle e convicções. Polya (1995), do mesmo modo, sugere quatro fases para a resolução de problemas: compreensão do problema, concepção de um plano, execução do plano e visão retrospectiva. De acordo com as compreensões, a resolução de problemas configura-se como um processo por meio do qual o estudante envolve-se com a matemática, produzindo significados para os conceitos abordados, consolidando, desse modo, sua formação matemática. Assim concebida, a resolução de problemas deve ser fomentada nos processos educativos, visando favorecer a formação matemática dos estudantes.

Ressaltamos, contudo, que os processos, etapas descritas por cada um dos autores supracitados constituem uma descrição do modo como, segundo esses autores, nos apropriamos do conhecimento matemático mediante a resolução de problemas, e não, simplesmente, a sequência de etapas envolvidas na tarefa de resolver problemas. Portanto, pode-se dizer que tais etapas caracterizam a dimensão epistemológica do processo de produzir matemática a partir da resolução de problemas.

De acordo com os PCN do ensino médio, a resolução de problemas deve permitir ao estudante mobilizar um leque de competências: selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar, ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas vezes, requer um trabalho de simplificação quando o modelo originalmente pensado é matematicamente muito complexo; validar, isto é, confrontar as conclusões teóricas com os dados empíricos existentes; e eventualmente, quando surge a necessidade, modificar o modelo para que esse melhor corresponda à situação real, aqui se revelando o aspecto dinâmico da construção do conhecimento (BRASIL, 2006, p.84-85). Considerando as premissas basilares da resolução de problemas, emanadas desse documento, evidencia-se a dimensão metodológica dos processos de ensino e aprendizagem da matemática, que tem essa tendência por cenário.

Em relação aos tipos de problemas a serem trabalhados, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio alertam sobre a questão da contextualização que está presente em muitos deles e sua influência unidirecional nos processos de ensino e aprendizagem de matemática, preconizando que a contextualização pode ser concretizada por meio de resolução de

problemas, atentando-se aos problemas fechados, porque esses pouco favorecem o “desenvolvimento de habilidades. Nesse tipo de problemas, já de antemão o aluno identifica o conteúdo a ser utilizado, sem que haja maiores provocações quanto à construção de conhecimento e quanto à utilização de raciocínio matemático” (BRASIL, 2006, p. 83-84).

Nessa perspectiva, a resolução de problemas pode ser promovida por meio de diferentes estratégias, apoiadas em diferentes concepções pedagógicas. Há diversas situações de sala de aula que favorecem a abordagem diferenciada de conceitos matemáticos, aproximando-se da perspectiva da resolução de problemas.

A exemplo disso, podemos destacar a Metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, proposta por Onuchic (2013), que pode ser implementada em sala de aula por meio de um roteiro de atividades destinado à orientação de professores para a condução de suas aulas. Nela, os estudantes têm a possibilidade de ver os conhecimentos e procedimentos matemáticos surgirem com significado e compreensão (NUNES, 2015, p. 72). Professores e estudantes juntos desenvolvem esse trabalho e a aprendizagem se consolida de modo coparticipativo e colaborativo.

Além disso, considerando o problema como ponto de partida e orientação para a aprendizagem matemática, tal metodologia, segundo Allevato e Onuchic (2014), tem mostrado que a Resolução de Problemas se constitui em um contexto bastante propício à construção de conhecimento, colocando o estudante no centro das atividades de sala de aula de Matemática, sem prescindir do fundamental papel desempenhado pelo professor como organizador e mediador no decurso dessas atividades.

Abordando a relevância da participação coativa e coparticipativa do estudante no processo de aprendizagem da matemática, Boaler (2002) pontua que quando os estudantes envolvem-se em atividades abertas e diversificadas, em que são encorajados a desenvolver suas ideias, eles desenvolvem um relacionamento produtivo com a matemática. São estimulados a perceber e utilizar conceitos matemáticos em distintas situações, ampliando os contextos de aprendizagem. Segundo ele, essa capacidade está relacionada ao fato de terem compreendido os métodos matemáticos que lhes foram apresentados, bem como ao fato de as práticas nas quais eles se envolvem permearem situações cotidianas diversas.

Contudo, embora, os livros didáticos contemplem atividades matemáticas pautadas na resolução de problemas, há necessidade de os professores reverem a prática pedagógica, visando tornar a resolução de problemas uma atividade desafiadora e que mobilize o processo cognitivo dos alunos, levando-os a desenvolver a reflexão, a investigação e a experimentação matemática, a postura crítica e a autonomia. Para tanto, os desafios matemáticos apresentados precisam fazer referência à realidade, possibilitando a formação social do conhecimento e a percepção de que o aluno atua como sujeito da produção do conhecimento, uma vez que desenvolvimento do indivíduo constitui-se como resultado de um processo sócio-histórico (VYGOTSKY, 1987).

Em relação à incorporação das tecnologias digitais na prática pedagógica em Matemática, verifica-se que há um movimento de estudos e políticas públicas que priorizam essa dimensão do processo de qualificação da educação brasileira. Essa tendência pedagógica emerge das possibilidades advindas da utilização de recursos pedagógicos diversos, entre os quais as tecnologias, nos processos de ensino e aprendizagem e da interface entre matemática e tecnologias, conforme destacam os PCN.

O termo recurso pedagógico, no senso comum, é conceituado como um elemento material favorável aos processos de ensino e aprendizagem. Adler (2001) afirma que em países desenvolvidos, os professores apontam a falta de recursos pedagógicos como um fator que compromete o desenvolvimento do ensino da matemática. Segundo a autora, os professores tendem a fixar-se apenas nas possibilidades didático-pedagógicas que emergem nas práticas educativas pautadas no uso de recursos diversificados, não reconhecendo outras dimensões desses recursos.

Por outro lado, a abordagem da Matemática, de um modo geral, suscita o uso de recursos pedagógicos diversos. Por exemplo, na geometria euclidiana o uso de materiais como régua, esquadro, compasso, transferidor é essencial. Em geometria espacial o uso de materiais concretos, como sólidos geométricos ou softwares em três dimensões pode propiciar dinâmicas de aprendizagem diferenciadas, bem como favorecer o aprofundamento dos conteúdos curriculares abordados. Em Estatística a manipulação gráfica de dados é favorecida com o uso de planilhas eletrônicas e a plotagem desses dados, entre outros. Do mesmo modo, hoje o uso de software é essencial na abordagem de funções diversas, em operações algébricas e, sobretudo, no estudo de conceitos físicos e químicos.

Além disso, o uso de tecnologias digitais – calculadoras, simuladores, planilhas de cálculo, softwares gráficos, estatísticos, algébricos e de geometria dinâmica –, na realização de cálculos, na representação de conceitos geométricos e funções é particularmente importante na resolução de problemas e na experimentação matemática, situações essas nas quais os processos algoritmizados não se constituem no objetivo-fim dos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Segundo as diretrizes dos PCN, “as tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios de produção e por suas consequências no cotidiano das pessoas” (BRASIL, 1998, p.43).

Os PCN preconizam que o uso das tecnologias de informação e comunicação, aqui denominadas tecnologias digitais, nos processos de ensino e aprendizagem da matemática propicia significativas contribuições para se repensar esses processos à medida que,

- 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 de um crescente interesse pela realização de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental da 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).

Verifica-se que o entendimento acerca do papel das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem presente nas diretrizes político-pedagógicas dos PCN evidencia aspectos como a visualização, a otimização de cálculos e operações algébricas, ampliação das possibilidades de representação gráfica e, sobretudo, a realização de atividades de investigação e experimentação matemática. Além disso, destaca a possibilidade de promover uma visão ampliada sobre a matemática, uma vez que o desenvolvimento de atividades

matemáticas, associadas às situações sociais ou naturais da realidade e pautadas no uso de tecnologias ampliam os modos de ver e aprender a própria matemática. Os aspectos aqui destacados sinalizam a sinergia entre as tecnologias digitais e a resolução de problemas.

Focando as implicações da presença das tecnologias no contexto educacional Lévy (1998, p.27) diz que “antes mesmo de influir sobre o aluno, o uso dos computadores obriga os professores a repensar o ensino de sua disciplina”. Além disso, segundo Marinho (2002, p.42), mobilizados pela dinamicidade social os agentes escolares tomam consciência de que a “escola está sendo desafiada num processo de reformulação necessária para atender às exigências contemporâneas de uma educação de qualidade. A questão da obrigação da escola de preparar alunos para uma sociedade informatizada está clara para alunos e professores”.

Diante disso, consideramos que as transformações sociais e a evolução das tecnologias, juntamente com as reflexões em torno do papel da educação na realidade atual, deflagram mudanças no contexto educacional, incluindo-se modificações curriculares, teóricas e na prática docente, como por exemplo, as estratégias pedagógicas empreendidas em sala de aula (RICHIT; MALTEMPI, 2005).

Partindo desse entendimento compreendemos que a inserção de tecnologias no contexto educacional pode favorecer a participação social das pessoas, levando em conta os interesses coletivos e individuais da comunidade, de modo que não se caracterize como uma importação acrítica de recursos didáticos para a sala de aula (RICHIT; MOCROSKY, 2009).

Entendendo, ainda, que esse pensar a ação pedagógica para a efetivação de uma nova prática, pressupõe a compreensão de que a presença da tecnologia em sala de aula pode favorecer atividades educativas distintas, alicerçadas em investigações matemáticas que permitam ao estudante avançar na compreensão de conceitos e na apropriação de conhecimentos, sublinhamos a necessidade de rompermos com a linearidade apresentada nos currículos escolares e nas práticas pedagógicas cultural e historicamente instituídas.

De acordo com Freire (2004, p.41) “assumir-se como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador...” é uma ação que leva o sujeito a modificar seu espaço ao tempo que é transformado por essa interação social. Na perspectiva desse entendimento, a formação matemática constitui-se dinâmica, uma vez que é determinada pelas condições históricas, sociais e culturais, ao tempo que deve estar comprometida com a preparação para a vida social e desenvolvimento pessoal do estudante.

A partir das considerações apresentadas acerca das mudanças educacionais recentes, em particular no ensino da matemática, e da emergência de novas tendências pedagógicas, cujas bases teóricas pressupõem novas compreensões sobre os processos de ensinar e aprender, são evidenciadas algumas perspectivas acerca das interfaces entre as tecnologias digitais e a resolução de problemas em educação matemática, ressaltando as possibilidades de investigação matemática e apropriação de conhecimentos que emergem do enlaçamento entre essas duas tendências.

Interfaces entre Tecnologias Digitais e Resolução de Problemas em Educação Matemática

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº. 9.394/96, em seu artigo segundo, estabelece que a educação escolar, pública e gratuita, deve vincular-se ao

mundo do trabalho e à prática social dos sujeitos, tendo “por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Do mesmo modo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio pontuam que a Matemática pode contribuir na formação para a cidadania por desenvolver “metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação de justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios” (BRASIL, 1999, p.27).

O entendimento presente na LDB e nos PCN está em sinergia com a dimensão crítica da educação matemática proposta por Skovsmose (2001) e corroborada por Barbosa (2003). De acordo com esse último autor, “mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática” (BARBOSA, 2003, p.6). No entanto, como afirma Muzzi (2004), a educação matemática tradicional segue o “paradigma do exercício”. O que se observa é que não há um trabalho efetivo que enfatize ações pedagógicas pautadas nas tendências pedagógicas preconizadas nos Parâmetros Curriculares e nas Orientações Curriculares Nacionais.

Além disso, no contexto escolar e acadêmico há pouca ênfase à implementação de estratégias pedagógicas que contemplem as recentes tendências no ensino da matemática. Esse aspecto evidencia as limitações e incoerências na concretização das diretrizes curriculares nacionais, uma vez que, em geral, as escolas não estão preparadas para tais mudanças, assim como os professores não dispõem de formação adequada para promover práticas pautadas em tais tendências. Portanto, a concretização de mudanças em educação pressupõe, entre outras coisas, investimentos em formação de professores (inicial e continuada), bem como a realização de estudos que investiguem as possibilidades advindas dessas novas tendências e da combinação entre as mesmas.

Os resultados de estudos sobre esse tema mostram que um dos caminhos viáveis às mudanças na educação perpassa, essencialmente, a formação de professores, pois é na formação inicial e continuada que os profissionais da educação apropriam-se de novas práticas e têm a possibilidade de desenvolver estratégias pedagógicas pautadas no uso das tecnologias e outros recursos.

Contudo, sabe-se que mudanças nestas dimensões na prática docente, de modo geral, não ocorrem deliberadamente ou de maneira arbitrária. É preciso, primeiramente, que a formação inicial do professor de matemática inclua experiências diversas, contemplando as diversas tendências no ensino da matemática e pautadas no uso de recursos tecnológicos e pedagógicos. Do mesmo modo, os processos de formação continuada precisam promover contextos investigativos e desafiadores que preparem e motivem os docentes a promover novas práticas, utilizando diferentes recursos, sobretudo as tecnologias digitais.

Contudo, qualquer mudança educacional pressupõe que haja um projeto político pedagógico e/ou educacional nas escolas, que contemple as novas concepções de ensino e aprendizagem, nas quais os recursos materiais, como as tecnologias digitais, assumem importantes papéis. Ou seja, é por meio desse plano que novas práticas são viabilizadas.

As considerações destacadas nos parágrafos anteriores ressaltam a *interface política* entre resolução de problemas e tecnologias, pois ambas as tendências são preconizadas nas diretrizes políticas nacionais, enfatizando-se as possibilidades que essas propiciam à abordagem da matemática e a apropriação de conhecimentos. De acordo com os PCN, o uso

de tecnologias na abordagem da matemática propicia situações diferenciadas de aprendizagem. Associando-as a resolução de problemas o professor pode estimular diferentes habilidades cognitivas – o pensar matemático, o pensar estratégico, o pensar hierárquico, na medida em que o estudante precisa utilizar/expressar conhecimentos específicos e das tecnologias e definir estratégias de solução para o problema apresentado (PCN, 2006).

Por acreditar que a criação de ambientes de aprendizagem propícios à investigação matemática, tais como as atividades de resolução de problemas, podem favorecer a apropriação de conhecimentos em matemática e que a utilização de tecnologias digitais propiciam contextos de investigação e experimentação matemática, enfatizamos a *interface pedagógica* entre essas tendências. Isto é, a incorporação das tecnologias digitais nas atividades de resolução de problemas pode ampliar as investigações matemáticas, favorecer a elaboração e verificação de novas conjecturas, facilitar e otimizar o processo de execução das estratégias de solução pré-definidas, bem como promover a verificação dos resultados. Portanto, a articulação entre a resolução de problemas e as tecnologias digitais propicia abordagens/metodologias/pedagogias diferenciadas em Matemática.

Assumindo a perspectiva de Pierre Lévy, nas atividades de resolução de problemas as tecnologias participam do processo de produzir conhecimento em matemática à medida que reorganizam o pensamento do estudante, levando-o a propor diferentes caminhos de solução e distintos modos de validar os resultados obtidos. Além disso, o uso da tecnologia no desenvolvimento da atividade matemática produz mudanças no modo como o estudante encara, interpreta e interage com um problema inicialmente posto. Por exemplo, dado um problema sobre crescimento populacional, é comum que os estudantes procurem representar graficamente em algum software os dados fornecidos e, a partir da curva obtida, experimentam diferentes modelos matemáticos, buscando um que se ajuste a mesma.

Sintetizando, estudantes e tecnologias digitais, de acordo Pierre Lévy, constituem o coletivo pensante que produz conhecimento. Do mesmo modo, a resolução de problemas constitui-se em contexto para a produção e apropriação de conhecimentos em matemática, pois, segundo D'Ambrosio (1989), a aprendizagem baseada na resolução de problemas visa a construção de conceitos matemáticos pelo estudante por meio de situações que estimulam a sua curiosidade matemática. Por meio de suas experiências com problemas de naturezas diferentes o estudante interpreta fenômenos matemáticos e procura explicá-lo dentro de sua concepção da matemática envolvida. Assim, a articulação de ambas perpassa a produção de conhecimentos matemáticos, ao tempo que permitem explicar e compreender como aprendemos matemática. Esses aspectos, no escopo desse ensaio, evidenciam a *interface epistemológica* entre tecnologias digitais e resolução de problemas.

Analisando sob um enfoque histórico, verifica-se que a resolução de problemas surgiu na prática social do homem primitivo, favorecendo o desenvolvimento de diferentes tecnologias. Por exemplo, a necessidade de distribuir igualmente partes de terra às margens do Rio Nilo, propiciou o desenvolvimento da Corda Egípcia de doze nós, tecnologia essa bastante primitiva, que permitia medições com relativa rapidez e precisão, ao tempo que mobilizou o surgimento de diversos conhecimentos em Geometria e Álgebra, como o Teorema de Pitágoras. Do mesmo modo, o Último Teorema de Fermat foi resolvido recentemente graças a criação de um programa computacional específico. Analogamente, a

aproximação decimal do número irracional pi (razão entre a circunferência e seu diâmetro) deu-se a partir do uso da tecnologia informática.

Nota-se, assim, que a incorporação das tecnologias na resolução de problemas não é recente e tampouco uma adaptação improvisada. Portanto, a resolução de problemas, desde os desafios enfrentados pelo homem primitivo, promoveu o desenvolvimento de diferentes tecnologias, enquanto que o surgimento de novas tecnologias favoreceu a solução de velhos e novos problemas e da matemática como um todo, evidenciando, assim, a *interface histórica* entre essas tendências.

Além disso, consta nos PCN que no decorrer do século XX, novas necessidades tecnológicas advindas da introdução dos computadores nas atividades humanas – que têm uma Matemática Discreta no seu funcionamento – provocaram um grande desenvolvimento dos modelos matemáticos discretos (BRASIL, 2006). Em outras palavras, a tecnologia favoreceu o desenvolvimento da matemática e vice-versa, corroborando a interface aqui destacada.

Ampliando as reflexões, nota-se que a democratização do acesso às tecnologias digitais é hoje prioridade no contexto educacional como uma forma de garantir a inclusão social das pessoas. As recentes políticas públicas nacionais e os programas promovidos pelo Ministério da Educação têm colocado o letramento e a inclusão digital dentre as suas prioridades, pois de acordo com Silveira (2001) a exclusão digital fortalece a exclusão social.

Em relação a esse aspecto, Lemos (2007) entende que o acesso às tecnologias pelo cidadão comum, propicia novas oportunidades no mercado de trabalho, nas relações com outras comunidades, fomento às novas habilidades e à criatividade e, conseqüentemente, uma nova visão social e exercício da cidadania. E mais, a aprendizagem da matemática articulada à resolução de problemas favorece a inserção/transferência do conhecimento matemático para situações da prática social. Esse aspecto, associado à apropriação de conceitos matemáticos contribui para a participação social das pessoas. A articulação entre ambos propicia uma formação ampla dos estudantes, aspecto esse que pode traduzir-se em práticas sociais qualificadas, críticas e conscientes. Essa apropriação assegura, também, a ampliação da capacidade comunicativa e expressiva das pessoas. Diante das considerações apresentadas, compreendemos que há uma *interface social* entre resolução de problemas e as tecnologias digitais, tanto nas práticas sociais das pessoas quanto no processo de apropriação de conhecimentos em matemática.

Face aos aspectos destacados nessa seção, sublinhamos a importância e a necessidade de se promover reflexões sobre as possibilidades pedagógicas advindas da articulação entre a resolução de problemas e as tecnologias digitais, bem como das demais tendências no ensino da matemática, durante a formação inicial docente, considerando que a mudança de concepção sobre uso educacional de recursos pedagógicos e tecnológicos é essencial na implementação de novas estratégias de aprendizagem, às mudanças na prática docente e, sobretudo, a qualificação da educação nacional pública.

Breves Considerações Finais

Diante do exposto nesse ensaio e vislumbrando o desenvolvimento pleno dos estudantes, evidenciamos a necessidade de que as práticas educativas escolares em

Matemática sejam diversificadas, de modo que sejam promovidas dinâmicas de aprendizagem no contexto das várias tendências no ensino, tais como a resolução de problemas e o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Em outras palavras, a diversificação de estratégias pedagógicas na abordagem de conteúdos matemáticos curriculares, propicia situações de aprendizagem que contemplam diferentes ritmos de aprendizagem. Além disso, contribuem para o desenvolvimento matemático do aluno, pois valorizam os conhecimentos prévios que esse dispõe, assim como possibilita ao estudante e ao professor uma visão ampla da matemática, uma vez que aborda a matemática sob diferentes perspectivas.

A mudança na prática docente, preconizada no parágrafo anterior, pressupõe que o professor esteja preparado para promover novas práticas. Sobre isso, sublinhamos que a implementação de mudanças na educação pressupõe, inevitavelmente, a formação de professores, pois é na formação inicial e continuada, que docentes podem desenvolver estratégias pedagógicas e constituir um embasamento teórico e pedagógico, que subsidiem dinâmicas de aprendizagem diferenciadas e propícias à investigação matemática, contribuindo, destarte, à apropriação de conhecimentos em matemática.

Considerando, ainda, que a incorporação das tecnologias digitais aos processos educacionais é uma tendência que vem se consolidando em muitos centros acadêmicos e estabelecimentos de ensino, visto que há um movimento de políticas públicas voltadas a implementação das ações de letramento e inclusão digital na escola pública, novas reflexões acerca do papel do estudante se fazem necessárias, pois é no estudante e na sua aprendizagem que deve estar focada a atenção do professor e do processo de ensino. E ainda, por acreditarmos que a criação de ambientes de aprendizagem, permeados pelas tecnologias e propícios à investigação matemática, podem favorecer a construção do conhecimento em matemática, ressaltamos a necessidade do desenvolvimento de estratégias formativas distintas, baseadas no uso desses recursos, envolvendo diversos segmentos escolares.

Na perspectiva desse entendimento, a apropriação de novas práticas, contemplando diferentes tendências no ensino da matemática, possibilita formas distintas de promover a prática docente, modifica os processos clássicos de ensino e aprendizagem e, principalmente, torna-se condição essencial à adaptação do professor à nova cultura escolar, que é modificada com o movimento de mudanças sociais e políticas em curso no Brasil desde o despontar do século XXI. É nessa perspectiva que concebemos a necessidade de se investir em formação inicial e continuada de professores.

Ainda, a concretização de mudanças educacionais requer que essas estratégias sejam assumidas como importantes, que envolvam todos os agentes escolares e, principalmente, que se realizem no âmbito da escola, levando em conta as vivências e expectativas coletivas.

Referências

ADLER, J. Re-sourcing practice and equity: A dual challenge for mathematics education. In ATWEH, B., FORGASZ, H.; NEBRES, B. (Eds.). **Sociocultural research in mathematics education: An international perspective**. Lawrence Erlbaum Associates. p.185-200, 2001.

BARBOSA, J.C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - SIPEM, 2.,

Anais... São Paulo: SBEM, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Séries Finais do Ensino Fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

D'AMBROSIO, B.S. Como ensinar matemática hoje? **Revista Temas e Debates**. SBEM. Ano II. n.2. p.15-19. Brasília, DF. 1989. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diaadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Beatriz.pdf>. Acesso em: 10. jan. 2012.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 39 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

HEUTE, J.C.S.; BRAVO, J.A.F. **O ensino da matemática: fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

KILPATRICK, W. **Philosophy of education from the experimentalis outlook**. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

KRULIK, S.; REYS, R.E. **A resolução de problemas na matemática escolar**. São Paulo: Atual, 1997.

LÉVY, P. **A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática**. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LOURENÇO, M. L. A Demonstração com Informática Aplicada a Educação. In: **Boletim de Educação Matemática (BOLEMA)**, Rio Claro, v. 15, n. 18, p. 100-111, set. 2002.

MARINHO, S.P. Tecnologia, educação contemporânea e desafios do professor. In: Joly, M. C. R. A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

MUZZI, M. **Etnomatemática, modelagem e matemática crítica: novos caminhos**. Revista *Presença Pedagógica*, março/abril, 2004.

MALTEMPI, M.V. Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: reflexões e perspectivas. In: Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática-CIBEM, 5., 2005, Porto. **Anais...**, 2005.

NUNES, C.B. A Metodologia de Ensino-Aprendizagem-avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas: perspectivas à formação docente no contexto da sala de aula. In: REIS, M.J.E. et al. (Orgs.), **Educação e Desenvolvimento: diferentes olhares**. Campinas, S.P.: Pontes Editores, 2015, p 61-79.

ONUCHIC, L.R. A Resolução e Problemas na Educação Matemática: onde estamos? E para onde iremos? In: **Espaço Pedagógico**, vol. 20, n° 1, Passo Fundo, p.88-104, jan/jun. 2013. Disponível em: <www.upf.br/seer/index.php/rep>. Acesso em: 10 mar.2016

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PONTE, J.P. Investigar a nossa própria prática. In GTI–Grupo de Trabalho de Investigação, (Org.), **Reflectir e investigar sobre a prática profissional** Lisboa, APM, 2002.

POZO, J.I. **A solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RABELO, H.E. **Textos matemáticos:** produção, interpretação e resolução de problemas. Petrópolis: Vozes, 2002.

RICHIT, A. **Projetos em Geometria Analítica Usando Software de Geometria Dinâmica:** repensando a Formação Inicial Docente em Matemática. 2005. 215 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

RICHIT, A.; MALTEMPI, M.V. A Formação Profissional Docente e as Mídias Informáticas: Reflexões e Perspectivas. **Boletim Gepem** - Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática. n.47, v.2, dez.2005.

SCHOENFELD, A. **Mathematical Problem Solving.** New York, Academic Press, 1985.

SKOVSMOSE O. **Educação Matemática crítica:** a questão da democracia. São Paulo: Papirus Editora, 2001.

SILVEIRA, S. A. **Exclusão digital:** a miséria na era da informação. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001.

TOMAZ, V.S.; DAVI, M.M.M.S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula.** Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1987.

Adriana Richit

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) -
Brasil

E-mail: adrianarichit@gmail.com

Célia Barros Nunes

Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - Brasil

E-mail: celiabns@gmail.com