

TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO RECURSOS DIDÁTICOS PARA MATEMÁTICA: ANÁLISE DE PESQUISAS

Claudia Márcia Ribeiro de Azeredo
Instituto Federal Fluminense – Campus Campos Centro
cmrazeredo@hotmail.com

Silvia Cristina Freitas Batista
Instituto Federal Fluminense – Campus Campos Centro
silviac@iff.edu.br

Resumo

O uso pedagógico de tecnologias digitais (TD) no processo de ensino e aprendizagem de Matemática tem sido alvo de diversas pesquisas no Brasil. Buscando traçar um breve panorama dessas pesquisas, o presente artigo visa analisar o foco de investigação de estudos (artigos completos) publicados nos anais do SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), de 2006 a 2012, envolvendo Matemática e TD. Nesse sentido, inicialmente, caracteriza-se o campo de pesquisa relacionado ao uso de TD no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. A seguir, são descritos os procedimentos metodológicos e, então, são apresentados os resultados obtidos. Os dados levantados permitiram a identificação de três grandes categorias de pesquisa envolvendo esses temas. Além disso, a análise dos resultados dos artigos da categoria relacionada a experiências de uso de TD na aprendizagem de Matemática possibilitou observar o potencial dessas tecnologias como recursos didáticos.

Palavras chave: Tecnologias Digitais; Recursos Didáticos; Matemática; Pesquisas.

1. Introdução

As tecnologias digitais (TD) podem contribuir para a aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos e possibilitando a aplicação dos mesmos em situações mais amplas. Certamente, como defendido por Klopfer et al. (2009), mesmo quando o processo de ensino e aprendizagem não considera o uso dessas tecnologias, aprendizagens continuam ocorrendo. No entanto, observa-se, nesse caso, um descompasso entre a forma como os alunos são ensinados na escola e o contexto do mundo exterior, com suas características e necessidades (KLOPFER et al., 2009). Assim, é fundamental que a educação considere as tecnologias emergentes tanto para diminuir esse afastamento quanto para facilitar a construção de conhecimentos.

Diversas pesquisas têm sido promovidas (ALVES, 2007; GUVEN, 2008; ROCHA et al., 2008; BOTTINO e KYNIGOS, 2009; SERRES e BASSO, 2009; CLARK-WILSON et al., 2011) analisando como as TD podem contribuir para a aprendizagem de Matemática. Pesquisas desse tipo têm evoluído, ao longo do tempo, principalmente em função dos avanços tecnológicos e popularização dos mesmos (BOTTINO; KYNIGOS, 2009). Entende-se, portanto, que investigações sobre a evolução dessas pesquisas e sobre os resultados obtidos são importantes para o contexto educacional.

Nesse sentido, este artigo visa analisar o foco de pesquisas publicadas, nos últimos sete anos no Brasil, nos anais do SBIE¹ (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), envolvendo Matemática e o uso pedagógico de TD e, então, apresentar um breve panorama dessas pesquisas. Para tanto, na seção 2, caracteriza-se, brevemente, o campo de pesquisa relacionado ao uso de TD no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Na seção 3, relata-se a metodologia utilizada no estudo descrito neste artigo. Na seção 4, é proposta uma categorização para as pesquisas identificadas e são analisados os resultados obtidos. Finalizando, na seção 5, são tecidas algumas considerações sobre o trabalho realizado.

2. Tecnologias Digitais e Matemática

Em todo o mundo, diversos grupos de pesquisa, ao longo dos anos, têm investigado o uso de TD no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, tais como: i) *Real World Problems and Information Technology Enhancing Mathematics* (RITEMATHS)², projeto que envolveu pesquisadores da Universidade de Melbourne e da Universidade de Ballarat (ambas na Austrália), no período de 2004 a 2006, com o objetivo de desenvolver e implementar um currículo para o Ensino Secundário, utilizando Tecnologias de Informação para relacionar Matemática e mundo real; ii) *Technology Enhanced Learning in Mathematics* (TELMA)³, projeto que envolveu equipes de pesquisadores de diversas instituições de pesquisa da Europa, no período de 2003 a 2007, visando promover a elaboração conjunta de conceitos e métodos para a aprendizagem com TD; iii) Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM)⁴, formado, em

¹ O SBIE é um evento da área de Informática na Educação no Brasil, promovido anualmente pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

² <<http://extranet.edfac.unimelb.edu.au/DSME/RITEMATHS/index.shtml>>.

³ <<http://www.itd.cnr.it/telma/>>.

⁴ <<http://www.rc.unesp.br/gpimem/>>.

sua maioria, por professores, alunos e ex-alunos do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Campus de Rio Claro. O grupo investiga, desde 1993 até os dias atuais, as mudanças que a inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação traz para a Educação Matemática.

Analisando o campo de pesquisa que envolve TD e Educação Matemática no contexto europeu, a partir das experiências do projeto de pesquisa TELMA, Bottino e Kynigos (2009) identificaram quatro amplas categorias que, em linhas gerais, buscam investigar: i) mudanças ocorridas no currículo de Matemática como consequência da ampla difusão de novas tecnologias; ii) o ensino de temas matemáticos nos cursos de Ciência da Computação e também fora do sistema de ensino, por exemplo, no local de trabalho; iii) o desenvolvimento e utilização de TD como ferramentas mediadoras do processo de ensino e aprendizagem de Matemática; iv) o estudo de processos educacionais relacionados à Matemática, desenvolvidos em ambientes de aprendizagem altamente tecnológicos.

Bottino e Kynigos (2009) destacam que essas categorias não são totalmente dissociadas, pois, mesmo com abordagens distintas e em diferentes níveis de ensino, todas respondem à necessidade de mudança nas abordagens pedagógicas relacionadas à Matemática. Essa necessidade tem emergido dos problemas e dificuldades normalmente encontrados no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e, também, dos desafios epistemológicos e metodológicos que surgem com a difusão generalizada das TD.

Segundo os autores, as duas primeiras categorias investigam o currículo e a escolha de conteúdos. As mesmas envolvem, por um lado, a discussão epistemológica do novo conhecimento matemático e das habilidades que são importantes para sociedade contemporânea e, por outro, a natureza mutável do conhecimento em si (questionando “o que” deve ser ensinado). Novos tipos de Matemática podem ser aprendidos com as TD e novos significados e relações para conceitos tradicionais podem ser construídos pelos alunos, utilizando representações dinâmicas. Esse debate remonta ao início dos anos 1980, quando, após o advento dos microcomputadores, muitos estudos investigaram as oportunidades trazidas pelas novas tecnologias ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática (BOTTINO; KYNIGOS, 2009).

Com a evolução de *hardware* e *software* e com a ampla difusão de TD na sociedade, juntamente com a evolução dos quadros teóricos de referência, houve, na Europa, uma mudança progressiva do foco no conteúdo para os métodos e princípios de elaboração de mídia digital, assim como para o processo de ensino e aprendizagem. Assim, a análise da mediação que as tecnologias podem proporcionar ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática tornou-se o foco predominante na comunidade de pesquisa na Europa. A maior parte das pesquisas, portanto, tem sido voltada para a terceira e quarta categorias apresentadas, direcionadas à concepção ou utilização de TD como ferramentas de apoio a processos de ensino e aprendizagem mais inovadores e ao estudo dos mesmos, incluindo o apoio que deve ser dado aos professores (BOTTINO; KYNIGOS, 2009).

No Brasil, (BORBA, 2011)⁵ descreve, brevemente, a trajetória dos trabalhos do GPIMEM. Inicialmente, as pesquisas do referido grupo eram direcionadas à elaboração de atividades a serem desenvolvidas com a utilização de calculadoras gráficas e ao suporte às escolas públicas e privadas, nas quais a informática começava a ganhar espaço, naquela época. Pouco tempo depois, segundo o autor, o grupo também se transformou em um espaço para estudos que utilizavam a metodologia de pesquisa “experimento de ensino”, no qual professores e alunos desenvolviam problemas para serem resolvidos com o auxílio do computador. Ao longo dos anos, a produção científica gerada pelos membros do grupo passou a contemplar estudos que revelam como ocorre o acesso à informática e outras mídias, por parte de alunos e professores de Matemática, e como isso afeta a produção do conhecimento. Destas pesquisas surgiram, também, análises de aportes teóricos sobre o uso de tecnologia em Educação Matemática. Com a popularização da Internet, novas demandas surgiram para a pesquisa em Educação Matemática (BORBA, 2011).

Observa-se, assim, que as TD têm tido um papel importante nas pesquisas em Matemática e que as investigações promovidas têm evoluído e se diversificado, de acordo com as características sociais e tecnológicas do contexto. Visando entender, de forma mais clara, a evolução dessas pesquisas no Brasil, foi promovida a pesquisa cujos procedimentos metodológicos são descritos na seção seguinte.

3. Procedimentos Metodológicos

⁵ Dr. Marcelo de Carvalho Borba, no período em que este estudo foi realizado, era o coordenador do GPIMEM (Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática), UNESP- Rio Claro.

A realização deste estudo requereu, inicialmente, revisão bibliográfica sobre o tema abordado. A seguir, estabeleceu-se o objetivo geral da pesquisa (analisar o foco de pesquisas publicadas no Brasil, envolvendo Matemática e o uso pedagógico de TD). Dessa forma, trata-se de uma pesquisa descritiva. Segundo Gil (2008), pesquisas descritivas buscam apresentar características de uma população, fenômeno ou de uma experiência ou, então, estabelecer relações entre variáveis.

À escolha do objetivo geral, seguiu-se a especificação dos procedimentos metodológicos. Assim, optou-se por realizar a pesquisa nos anais de eventos de Informática na Educação (SBIE e WIE⁶) e de Matemática (ENEM⁷ e SIPEMAT⁸), no período de 2006 a 2012. Os eventos mencionados são promovidos no Brasil e muito expressivos em suas áreas, o que justifica a escolha dos mesmos. Com relação ao intervalo de tempo, buscou estabelecer um período no qual fosse possível levantar dados em todos os eventos considerados. Como o SIPEMAT, evento mais recente dos listados, teve sua primeira edição em 2006, tomou-se o referido ano como ponto de partida. Porém, a pesquisa foi dividida em fases: a fase 1 (já concluída) buscou analisar os anais do SBIE⁹. Este artigo, portanto, descreve apenas os resultados obtidos na primeira fase.

Para a coleta de dados, adotou-se uma estratégia documental (APPOLINÁRIO, 2004), pois foram utilizadas apenas fontes documentais (artigos dos anais do SBIE). Os artigos relacionando Matemática e TD foram identificados por ano de publicação. No total, foram selecionados 35 artigos e, para tanto, foram verificados todos os artigos cujos temas remetessem à Matemática.

Os dados foram organizados e analisados por meio da Análise de Conteúdo, que consiste em um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a “discursos” (conteúdos e o que estes encerram) diversos (BARDIN, 2004). Na fase de exploração do material, foram levantadas as seguintes informações de cada artigo: i) título, autores e ano de publicação; ii) objetivos propostos; iii) metodologia e recursos utilizados. Após essa

⁶ Workshop de Informática na Escola, evento promovido anualmente pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

⁷ Encontro Nacional de Educação Matemática – evento promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

⁸ Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, evento cuja origem é decorrente da iniciativa de um grupo de professores e pesquisadores de Educação Matemática do Centro de Educação da UFPE.

⁹ Disponíveis em: <<http://www.br-ie.org/index.php/anaissbie>>; <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive>>.

fase, foi realizado o tratamento dos dados, sendo elaborados diversos quadros e, a seguir, foi promovida a análise e interpretação dos resultados obtidos.

Na seção seguinte, esses resultados são descritos e é traçado um breve panorama das pesquisas publicadas nos anais do SBIE, no período considerado, envolvendo Matemática e TD.

4. Resultados e Discussão

Foram identificados, nos anais do SBIE, 35 artigos completos, assim distribuídos: i) dois em 2006; ii) dois em 2007; iii) seis em 2008; iv) nove em 2009; v) seis em 2010 ; vi) cinco em 2011; vii) cinco em 2012. A análise dos artigos possibilitou a identificação de três grandes áreas de pesquisa:

1. Descrição de TD desenvolvidas para o estudo de algum tema matemático (ou de métodos e requisitos para a elaboração dessas TD), podendo incluir testes de experimentação;
2. Análise de experiências de uso de TD como ferramentas de apoio ao processo de ensino e aprendizagem de temas matemáticos;
3. Propostas de metodologias para utilização de TD no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Observa-se que essas três categorias estão de acordo com a tendência atual das pesquisas na Europa, identificada por Bottino e Kynigos (2009). Por simplificação, adota-se neste artigo Categoria 1, Categoria 2 e Categoria 3, respectivamente, para as três categorias apresentadas na sequência descrita acima, tendo em vista facilitar a leitura.

A análise dos artigos da Categoria 2 permitiu observar que, nos mesmos, além do foco do artigo em si, seria fundamental investigar também os resultados e as dificuldades relatadas nas experiências de uso de TD na Matemática. A discussão de tais pontos pode ser importante para a melhor compreensão das contribuições efetivas dessas tecnologias e para o desenvolvimento de outras ações por pesquisadores e professores. Assim, na especificação dos artigos levantados, realizada a seguir, promove-se maior detalhamento dos artigos da Categoria 2.

No ano de 2006, foram identificados dois artigos, um com foco em objetos de aprendizagem e outro em jogos educativos no computador, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Artigos de 2006

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Apresentar um protótipo no qual objetos de aprendizagem são disponibilizados adaptativamente.	Estatística/Ensino Superior	1
Analisar as contribuições do uso de um jogo educativo no computador para o raciocínio algébrico.	Raciocínio Algébrico/ 1º Ciclo do Ensino Fundamental	2

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

O experimento relatado por Costa, Soares e Lima (2006) - artigo da categoria 2, do Quadro 1 – envolveu quatro turmas de uma escola particular (duas do 2º ano e duas do 3º ano do Ensino Fundamental). Dessas, duas foram consideradas como grupos de controle e duas como grupos experimentais (com uso de um jogo educativo). Foram promovidos pré-testes e pós-testes com cada grupo. Os dados levantados, analisados estatisticamente, apontaram melhor rendimento dos grupos experimentais, em relação aos de controle. Segundo os autores, os resultados foram expressivos, indicando a importância do uso de jogos no desenvolvimento do raciocínio algébrico. Não há relato de dificuldades encontradas durante a execução do experimento. Os autores apenas comentam, brevemente, a questão do tempo do experimento, que embora não tenha sido longo, permitiu observar vantagens no uso do jogo educativo.

Em relação a 2007, o Quadro 2 mostra os dados dos dois artigos.

Quadro 2: Artigos de 2007

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Descrever o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem.	Funções/Ensino Médio	1
Investigar as contribuições do uso de um <i>software</i> de Geometria Dinâmica.	Volume de Sólidos/ Ensino Médio	2

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

O artigo de Alves (2007), pertencente à categoria 2, mencionado no Quadro 2, investigou a contribuição do uso do Calques 3D para o raciocínio espacial. Os sujeitos da pesquisa foram 70 alunos de uma escola técnica, dos quais 39 tiveram aulas num laboratório de informática e 31 tiveram aulas clássicas de geometria espacial. Para a análise dos resultados foram consideradas três variáveis: as médias das provas e o desempenho dos alunos no teste de conhecimento geométrico e no teste de raciocínio espacial. Para todas as variáveis foram realizados testes estatísticos. Os resultados

mostraram que os alunos do grupo experimental obtiveram desempenho significativamente superior, em relação aos do grupo de controle, no pós-teste de conhecimento geométrico e na média das provas aplicadas. No pós-teste de raciocínio espacial esta diferença não chegou a ser significativa e, segundo os autores, dois fatores podem ter contribuído nesse sentido: o uso da seqüência didática com o Princípio de Cavalieri e o freqüente incentivo à participação dos alunos, nas duas situações. Foi destacado que, além de possibilitar a melhoria do desempenho e interesse dos alunos, a Geometria Dinâmica pode trazer contribuições para o próprio currículo de Matemática. Não há relato de dificuldades encontradas, mas os autores mencionam que aulas com esses recursos exigirão mais tempo para formalização dos conceitos e maior planejamento das atividades pelo professor.

A partir dos seis artigos de 2008, foram obtidos os dados mostrados no Quadro 3. Os artigos da Categoria 2, mencionados nesse quadro, são comentados abaixo do mesmo.

Quadro 3: Artigos de 2008

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Analisar o uso de um objeto de aprendizagem por alunos.	Problemas Algébricos/ Ensino Fundamental	2
Investigar o uso de um <i>software</i> para o ensino da adição.	Adição/ Ensino Fundamental	2
Descrever a proposta de um método de avaliação que pode atuar como coadjuvante no processo de aprendizado, com apoio de um programa livre.	Conceito de função real/ Ensino Superior	3
Analisar características de objetos de aprendizagem que favorecem a aquisição de conceitos matemáticos.	Conceitos algébricos/ Ensino Fundamental	1
Apresentar uma ferramenta para elaboração de material instrucional contendo símbolos matemáticos, sendo estes convertidos automaticamente para o formato texto, que pode ser reproduzido pelos leitores de tela.	Símbolos matemáticos/ Todos os níveis de Ensino	1
Analisar o uso de um <i>software</i> de Geometria Dinâmica por professores de Matemática.	Tópicos diversos/ Ensino Médio	2

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

Macêdo, Lautert e Castro Filho (2008) investigaram o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas algébricos e a relação destas com o pensamento algébrico. Os sujeitos da pesquisa foram seis alunos (7º, 8º e 9º ano do Ensino Fundamental) de uma escola pública de Fortaleza. Cada aluno participou de três sessões de entrevistas clínicas, de 45 minutos cada uma, utilizando um objeto de aprendizagem. Os resultados indicaram que o uso do mesmo não se deu apenas por tentativa e erro, sinalizando o desenvolvimento de características próprias do pensamento algébrico. Os autores defendem que a manipulação dinâmica de objetos na tela favorece a elaboração de

hipóteses e que a conexão entre representação gráfica e algébrica pode contribuir para a resolução de problemas em nível mais simbólico. Foi destacado, porém, que, apesar dos resultados positivos, é preciso considerar que o estudo foi feito com um número pequeno de alunos, em situação de entrevista clínica. Não há relato de dificuldades encontradas.

Costa, Galvão e Ferreira (2008) descrevem uma experiência com um *software* educacional, no ensino da adição a alunos da 1ª série do Ensino Fundamental, com história de fracasso escolar. Participaram da pesquisa três estudantes de uma escola estadual de Belém, com idades variando entre sete anos e dois meses e oito anos e seis meses. Tais alunos apresentavam dificuldades com relação à operação de adição e obtiveram rendimento abaixo de 50% em um pré-teste. Dos três alunos selecionados, um interrompeu sua participação. Para os dois que completaram o programa, os resultados mostraram um aumento significativo em seu desempenho. Os resultados obtidos foram positivos, no entanto, os autores apontaram pontos a serem melhorados em novas experiências, tais como questões relacionadas ao tempo de duração dos blocos dos testes aplicados (foi muito extenso) e questões relacionadas ao *software* utilizado (poderia ser mais amplo, ter melhor dinâmica de apresentação das tentativas ou no tipo de reforço utilizado e, ainda, incluir animações na apresentação dos estímulos).

Rocha et al. (2008) discutem o uso do *software* GeoGebra no trato da interação docente no uso de ambientes virtuais de ensino. A pesquisa foi realizada com dois professores de Matemática e 108 alunos do Ensino Médio (três turmas) em uma escola pública de Maranguape-CE. As oito aulas utilizando o GeoGebra aconteceram, quinzenalmente, em um laboratório de informática, como ação complementar às ações de sala de aula. Os professores, inicialmente, apresentavam certa resistência ao uso do GeoGebra, o que diminuiu quando constataram melhor participação e interesse dos alunos. Foi promovido um pré e um pós-teste com os alunos e, segundo os autores, os resultados indicaram que houve aprendizagem, embora não suficiente para reverter completamente o acentuado desconhecimento, identificado por meio do pré-teste, sobre tópicos relacionados aos temas abordados. Foi concluído que as estratégias pedagógicas eram eficientes, mas que demandariam mais tempo para resultados mais sólidos.

O Quadro 4 mostra os dados dos nove artigos de 2009. Os cinco artigos da Categoria 2, mencionados no referido quadro, são comentados abaixo do mesmo.

Quadro 4: Artigos de 2009

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Analisar uma experiência realizada com uma turma (presencial), na qual foi utilizando um ambiente virtual de aprendizagem.	Cálculo Diferencial/ Ensino Superior	2
Apresentar um agente pedagógico animado que visa facilitar a relação ensino-aprendizagem e auxiliar no uso do objeto de aprendizagem no qual está inserido.	Regra de Três/ Ensino Fundamental	1
Analisar duas experiências que investigaram a contribuição do uso de ambientes virtuais para a aprendizagem de Matemática.	Tópicos Diversos/ Ensino Médio	2
Descrever a proposta de uma arquitetura pedagógica de uso integrado de recursos digitais e seus similares não-digitais em situações de ensino-aprendizagem de matemática, ancorada na teoria piagetiana.	Tópicos Diversos/ Professores em Formação e anos iniciais do Ensino Fundamental	3
Apresentar um sistema de apoio ao ensino/aprendizagem, via Web, que pode ser integrado a sistemas gerenciadores de cursos.	Análise Combinatória/ Ensino Médio	1
Analisar a contribuição do uso de um plotador gratuito (Winplot).	Função/ Ensino Médio	2
Apresentar um sistema tutor inteligente.	Função/ Ensino Médio	1
Analisar resultados parciais de uma pesquisa relacionada ao uso de diversos recursos digitais e a sua integração na atividade do professor.	Proporcionalidade/Ensino Fundamental	2
Descrever uma experiência pedagógica envolvendo enigmas matemáticos inspirados na série de TV Numb3rs.	Desafios de Lógica/ Ensino Médio	2

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

Notare e Behar (2009) descrevem uma experiência realizada em uma turma presencial de Cálculo Diferencial, na qual se buscou ampliar os limites da sala de aula com momentos de interação virtual, por meio do ambiente virtual de aprendizagem ROODA. Semanalmente, eram publicadas, no fórum de discussão, atividades relativas ao conteúdo trabalhado para serem resolvidas e discutidas pela turma. Segundo as autoras, os alunos que participaram ativamente das atividades propostas obtiveram bom desempenho na disciplina e, conseqüentemente, a aprovação. A partir do retorno da turma, verificou-se que a metodologia adotada no semestre foi produtiva e favoreceu o processo de aprendizagem.

Serres e Basso (2009) descrevem duas experiências com alunos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, investigando a contribuição do uso de ambientes virtuais para a aprendizagem de Matemática. A primeira desenvolvida a distância, com alunos do 3º ano do Ensino Médio, via situações e desafios, e a segunda, presencial, utilizando fotografias no estudo de funções, com duas turmas do 1º ano do Ensino Médio. Com base nos dados levantados, os autores concluíram que as propostas

apresentadas foram favoráveis à apropriação de novos conceitos, capacidades e atitudes por parte dos alunos, contribuindo, portanto, para a aprendizagem de Matemática.

Barreto et al. (2009) investigaram a contribuição do *software* Winplot na compreensão do conceito de função. A pesquisa foi realizada em uma escola pública de Fortaleza com 13 alunos do 1º ano do Ensino Médio. Os dados foram levantados por meio de entrevistas e observações conduzidas durante a resolução de problemas mediados pelo Winplot. A pesquisa teve caráter qualitativo, buscando entender o desempenho dos alunos e observar as formas com as quais resolviam os desafios propostos. Os alunos trabalharam em duplas e tiveram a mediação do pesquisador. Segundo os autores, os resultados foram satisfatórios, possibilitando descobertas de importantes propriedades.

Fioreze et al. (2009) apresentaram resultados parciais de uma pesquisa relacionada à utilização de recursos digitais e a sua integração na atividade do professor para a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade. Os sujeitos da pesquisa foram alunos de uma turma da 8ª série de uma escola municipal do Rio Grande do Sul. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados diversos recursos digitais: *software* Régua e Compasso, uma planilha eletrônica, *software* Geoplano Virtual, dois objetos de aprendizagem, um vídeo, além de objetos materiais como maquetes, molas, moedas, folhas de papel. Além disso, foi criado um blog. Segundo os autores, a avaliação realizada pelos alunos na finalização do projeto foi positiva.

Serres et al. (2009) relatam uma experiência com alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, realizada a partir da exibição de episódios da série Numb3rs. Foi proposto aos alunos um mistério, partindo de pistas às quais só tinham acesso resolvendo desafios e enigmas matemáticos. Segundo os autores, a análise dos resultados indicou que o trabalho com vídeos do interesse dos alunos, ao invés de vídeos feitos com a finalidade primeira de apresentar conteúdos, serviu para motivar os alunos. Para os autores, aulas nas quais os alunos se sintam desafiados a buscar a solução de problemas, construindo alternativas a partir da discussão com seus pares, representam um modo eficaz de proporcionar aos mesmos um ambiente no qual desenvolvam sua autonomia.

O Quadro 5 mostra os dados relativos aos seis artigos de 2010. Não foram identificados artigos da Categoria 2, em 2010.

Quadro 5: Artigos de 2010

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Apresentar um ambiente virtual de aprendizagem colaborativo, desenvolvido para hospedar materiais para modelagem matemática.	Tópicos Diversos /Todos os níveis de ensino	1
Elicitar requisitos para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis, em especial os destinados à Matemática, e descrever três aplicativos.	Tópicos Diversos/ Todos os níveis de ensino	1
Propor um design pedagógico integrando recursos manipulativos digitais e seus similares não-digitais em situações de ensino-aprendizagem de Matemática.	Números e Operações/ Professores em Formação e Ensino Fundamental	3
Propor um estilo de interação com uso de Web conferência e realidade aumentada, a ser incorporado a um ambiente virtual de aprendizagem.	Geometria Espacial/ Todos os níveis de ensino	1
Apresentar e analisar testes em sala de aula de um módulo resolvidor de equações de um sistema tutor inteligente.	Equações algébricas de 1º e 2º grau com uma incógnita / Ensino Fundamental	1
Descrever o referencial teórico utilizado na construção do módulo tutor de um sistema tutor inteligente.	Álgebra Elementar/ Ensino Fundamental	1

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

Os dados dos cinco artigos de 2011 são mostrados no Quadro 6. Assim como em 2010, não foram identificados artigos da categoria 2 em 2011

Quadro 6: Artigos de 2011

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Descrever o desenvolvimento e teste em sala de aula de códigos livres em Scilab.	Cálculo Numérico/Ensino Superior	1
Relatar a concepção, o desenvolvimento e a implementação de vídeo-aulas.	Função Afim/ Ensino Médio	1
Apresentar um modelo pedagógico para atividades de Matemática, envolvendo o uso de dispositivos móveis.	Tópicos Diversos/ Ensino Superior	3
Analisar testes do modelo cognitivo de um sistema tutor inteligente.	Álgebra Elementar/ Ensino Fundamental	1
Descrever o desenvolvimento e teste de um objeto de aprendizagem, elaborado juntamente com uma sequência didática.	Geometria Espacial/ Ensino Fundamental	1

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

O Quadro 7 mostra os dados dos cinco artigos de 2012.

Quadro 7: Artigos de 2012

Objetivo	Tema/Nível de Ensino	Categoria
Apresentar a concepção e o desenvolvimento de um jogo para o processo de ensino e aprendizagem de conjuntos numéricos.	Conjuntos Numéricos/ Ensino Fundamental e Médio	1
Apresentar um módulo de ajuda para auxiliar na resolução de equações, em um sistema tutor inteligente.	Álgebra Elementar/ Ensino Fundamental	1
Descrever o desenvolvimento de uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem sobre conceitos matemáticos, com enfoque no conceito de mobilidade tecnológico-educacional.	Tópicos Diversos/ Todos os níveis de ensino	1
Relatar o estudo, planejamento e desenvolvimento de uma ferramenta de Geometria Interativa para dispositivos móveis baseados na tecnologia Android.	Tópicos diversos de Geometria/ Todos os níveis de ensino	1

Descrever um jogo educativo projetado para ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino da Matemática para crianças.	Raciocínio Lógico-Matemático/ 1º Ciclo do Ensino Fundamental	1
--	--	---

Fonte: produção das próprias autoras, 2013.

Promovendo-se uma análise geral do que foi levantado, verifica-se que, no total, foram identificados 21 artigos na Categoria 1, dez na Categoria 2 e quatro na Categoria 3. Assim, observa-se, entre os temas focalizados no SBIE, nos anos considerados, uma predominância da apresentação de recursos digitais para temas matemáticos (ou de métodos e requisitos para a elaboração desses recursos). No entanto, é preciso considerar que essa predominância pode estar associada às próprias características do evento, que busca debater temas inovadores, envolvendo necessidades de avanços computacionais para a educação. A análise dos artigos dos eventos WIE, ENEM e SIPEMAT permitirá complementar esse panorama e, então, verificar se essa predominância de fato ocorre.

Porém, independente disso, os resultados obtidos foram importantes, pois permitiram identificar algumas tendências que as pesquisas envolvendo Matemática e TD têm seguido no Brasil. A análise promovida mostrou também a diversidade de recursos utilizados no estudo de temas matemáticos, em diferentes níveis de ensino, segundo abordagens variadas. Isso permite observar as diversas possibilidades do uso de TD na Matemática. Foi possível identificar os recursos digitais mais destacados como foco¹⁰ de artigos: i) objetos de aprendizagem: seis artigos; ii) sistemas tutores inteligentes: cinco artigos, porém cabe ressaltar que quatro desses eram relacionados ao mesmo tutor, focalizando módulos diferentes do mesmo; iii) *softwares* para Geometria Dinâmica: três artigos, dentre os quais um apresentava um aplicativo para dispositivos móveis; iv) ambientes virtuais de aprendizagem: três artigos; v) jogos: três artigos.

A análise dos dez artigos da Categoria 2 permite destacar que, de maneira geral, as pesquisas descritas são bastante pontuais, muitas vezes promovidas com um número reduzido de participantes e/ou por pouco tempo. Esses são pontos que não podem ser desconsiderados, pois, de fato, possibilitam questionamentos sobre o alcance dos resultados se os contextos fossem mais amplos. Além disso, o pouco relato de dificuldades enfrentadas colabora, de certo modo, para ampliar a visão de que as ações ocorreram em situações muito particulares. No entanto, ainda assim, as pesquisas permitem observar o

¹⁰ Só foram destacados os recursos que foram foco de pelo menos três artigos. Além disso, esclarece-se que recursos mencionados em algum artigo, mas que não eram o foco específico do mesmo, não foram contabilizados.

grande potencial pedagógico que as TD possuem. As contribuições desses recursos são bastante destacadas, em todos os níveis de ensino. A seriedade e disposição com que as pessoas envolvidas buscam caminhos que possam contribuir para um melhor desempenho dos alunos é outro aspecto que merece destaque. Foi possível observar, ainda, que o tempo que o uso desses recursos demanda, tanto previamente quanto com os alunos efetivamente, é uma questão evidenciada, direta ou indiretamente, em diversas pesquisas.

Encerrando essa seção, ressalta-se que as pesquisas analisadas seguem a tendência atual da Europa, identificada por Bottino e Kynigos (2009). Ou seja, as mesmas são direcionadas ao desenvolvimento ou utilização de TD como ferramentas de apoio à melhoria do processo de ensino e aprendizagem e à elaboração de metodologias para os processos relacionados.

5. Considerações Finais

O estudo descrito neste artigo, como mencionado, faz parte de uma pesquisa mais ampla, ainda em desenvolvimento. No entanto, os resultados obtidos permitiram a delimitação de três grandes áreas que, cabe ressaltar, não são totalmente dissociadas. Tomou-se por base o objetivo principal das pesquisas, mas algumas são amplas, envolvendo diversos aspectos, o que exigiu análise mais profunda para identificação da categoria mais adequada.

A própria identificação da Categoria 3 foi fruto da dificuldade de categorização de algumas pesquisas nas duas categorias iniciais, estabelecidas de forma mais imediata. Observou-se que alguns estudos não descreviam recursos e nem mesmo o uso, propriamente dito, de alguma ferramenta, mas sim focalizavam a metodologia utilizada para determinados fins (metodologia de avaliação, proposta de modelo pedagógico, entre outros). Certamente, outras categorizações seriam possíveis, dependendo do enfoque adotado, o que permitiria, provavelmente, captar outras leituras da realidade.

Ressalta-se que, no âmbito da Categoria 2, foi possível verificar que as pesquisas consideradas destacam o potencial que as TD possuem como recurso didático para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Essa visão é totalmente coerente com a

literatura da área. No entanto, é preciso não perder de vista que nas experiências analisadas certos resultados foram obtidos em contextos muito limitados.

6. Referências

- ALVES, G. Um estudo sobre o desenvolvimento da visualização geométrica com o uso do computador. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 18, 2007, São Paulo, SP. *Anais...* SBC, São Paulo, SP, 2007. 10 p.
- APPOLINÁRIO, F. *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. São Paulo: Atlas, 2004.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 3. ed. Lisboa-Portugal: Edições 70, 2004.
- BARRETO, A. L. O.; CAMELO, L. S.; FERNANDES, A. C.; PEQUENO, M. C.; CASTRO FILHO, J. A. Investigando a contribuição do *software* educativo Winplot para a compreensão do conceito de função. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20, 2009, Florianópolis, SC. *Anais...* SBC, Florianópolis, SC, 2009. 9 p.
- BORBA, M. C. Educação matemática a distância online: balanço e perspectivas, CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (CIAEM), 13, 2011, Recife, PE. *Anais...* Recife, PE, 2011. 9 p.
- BOTTINO, R. M.; KYNIGOS, C. Mathematics education & digital technologies: facing the challenge of networking European research teams. In: *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v. 14, n.3, p. 203-215, 2009.
- CLARK-WILSON, A.; OLDKNOW, A.; SUTHERLAND, R. (Ed.). *Digital technologies and mathematics education*. Report from a working group of the Joint Mathematical Council of the United Kingdom, 2011.
- COSTA, A. L. M.; GALVÃO, O. F.; FERREIRA, B. P. ARIT - um software baseado em equivalência de estímulos dirigido a crianças com histórico de fracasso na aprendizagem de conceitos aritméticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 19, 2008, Fortaleza, CE. *Anais...* SBC, Fortaleza, CE, 2008. p. 125-134.
- COSTA, R. J. M.; SOARES, A. B.; LIMA, C. Jogar e aprender: a informática no ensino de álgebra elementar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 17, 2006, Brasília, DF. *Anais...* SBC, Brasília, DF, 2006. p. 81-90.
- FIOREZE, L. A.; BARONE, D.; BASSO, M.; ISAIA, S. Utilização de recursos digitais e sua integração na atividade do professor de matemática para a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 20, 2009, Florianópolis, SC. *Anais...* SBC, Florianópolis, SC, 2009. 10p.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 6. ed., 2008.

GUVEN, B. Using dynamic geometry software to gain insight into a proof. In: *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v.13, n.3, p. 251-262, 2008.

KLOPFER, E.; OSTERWEIL, S.; GROFF, J.; HAAS, J. Using the Technology of today, in the Classroom Today: the instructional power of digital games, social networking, and simulations, and how teachers can leverage them. 2009. Disponível em: <http://education.mit.edu/papers/GamesSimsSocNets_EdArcade.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2012.

MACÊDO, L. N.; LAUTERT, S. L.; CASTRO FILHO, J. A. Análise do uso de um objeto de aprendizagem digital no ensino de álgebra – versão final. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 19, 2008, Fortaleza, CE. *Anais...* SBC, Fortaleza, CE, 2008. p. 95-104.

NOTARE, M. R.; BEHAR, P. A. Aprendizagem e comunicação matemática em ambientes virtuais: uma experiência com o Cálculo Diferencial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 20, 2009, Florianópolis, SC. *Anais...* SBC, Florianópolis, SC, 2009. 10p.

ROCHA, E. M.; SANTIAGO, L. M. L.; LOPES, J. O.; ANDRADE, V. S.; MOREIRA, M. M.; SOUZA, T. G.; BARROSO, A. M.; NETO, H. B. Uso do GeoGebra nas aulas de matemática: reflexão centrada na prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19, 2008, Fortaleza, CE. *Anais...* SBC, Fortaleza, CE, 2008. p. 776-784.

SERRES, F. F.; BASSO, M. V. A. Diários virtuais – uma ferramenta de comunicação social para a autoria e aprendizagem de matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 20, 2009, Florianópolis, SC. *Anais...* SBC, Florianópolis, SC, 2009. 10p.

SERRES, F. F.; MAZZEI, L. D.; BECKER, M. H. O.; BASSO, M. Vídeo e ação: a matemática na solução de mistérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20, 2009, Florianópolis, SC. *Anais...* SBC, Florianópolis, SC, 2009. 10p.