

Desafios e Possibilidades do Trabalho com Projetos e com Tecnologias na Licenciatura em Matemática

Adriana Richit e Marcus Vinicius Maltempi***

Resumo: A formação inicial docente, considerando sua especificidade e dimensões, constitui-se em objeto de estudo de pesquisas em educação, educação matemática e outras áreas do conhecimento e é tema de debates e alvo de atenção das recentes políticas públicas do Ministério da Educação, devido ao movimento de mudanças sociais e políticas que impactam na escola e na prática docente. Dentre essas, destacam-se aquelas deflagradas pela presença e utilização das tecnologias nas atividades educativas e nas diversas práticas sociais humanas. Nessa perspectiva, compreender como essas mudanças se refletem na prática docente e no processo de formação inicial de professores torna-se essencial à qualificação da educação e à implementação de mudanças na escola. Diante disso, buscamos, neste artigo, apresentar algumas reflexões sobre as possibilidades propiciadas pelas tecnologias no processo de formação inicial docente, focando o trabalho com projetos como articulador da formação específica, pedagógica e tecnológica. Para tanto, baseamo-nos nos resultados de uma pesquisa que buscou apresentar novas compreensões sobre o desenvolvimento de projetos pautados no uso de tecnologias na formação do futuro professor de matemática. Os dados do estudo ressaltam aspectos do trabalho com projetos que favorecem a formação do futuro professor de matemática, visto que possibilitaram o aprofundamento do conhecimento específico, ao mesmo tempo que propiciam ao licenciando a vivência de situações da prática docente e o aprofundamento de conhecimentos de uso de *softwares* no estudo da matemática.

* Professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB, BA - Brasil). E-mail: adrianarichit@gmail.com

** Professor do Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação da Universidade Estadual Paulista (UNESP/Rio Claro, SP - Brasil). E-mail: maltempi@rc.unesp.br

Palavras-chave: Pedagogia de projetos; formação inicial docente em matemática; tecnologias informáticas; ensino de geometria analítica.

Challenges and opportunities of working with projects and technologies with a degree in mathematics

Abstract: The initial teacher education is an object of research in education, mathematics education and other areas of knowledge. It is also the focus of recent public policies of the Brazilian Ministry of Education, due to the movement of social and political changes that impact schools and teaching. Among these changes is the presence and use of technology in educational activities and the various human social practices. From this perspective, understanding how these changes are reflected in teaching practice and in the process of initial teacher education is essential to improve education and implement changes in schools. Given this, our aim in this article is to offer some reflections on the possibilities offered by technologies in the process of initial teacher education, focusing on project work as being able to organize specific, teaching and technology education. For such, we rely on the results of a study that has sought to present new insights on the development of projects guided towards the use of technologies in the education of future mathematics teachers. The study data highlight aspects of working with projects that promote the education of future teachers of mathematics, since they offered the study of specific knowledge, while enabling students to experience situations of teaching practice and enhance the knowledge of using software in the study of mathematics.

Key words: project-based pedagogy; initial teacher education in mathematics; information technologies; analytic geometry teaching.

Introdução

Acompanhando o processo de desenvolvimento das sociedades, que é motivado pela produção de novos conhecimentos e pela ampliação das formas de produzi-los, constata-se que as tecnologias sempre estiveram presentes nas atividades humanas, mediando as relações sociais, modificando as tarefas laborais dos indivíduos, alterando as práticas sociais das pessoas e potencializando a produção de conhecimentos.

Na perspectiva desse entendimento, iniciou-se um movimento de pesquisas focando o papel das tecnologias¹ no ensino e aprendizagem de matemática. E na esteira desse movimento, pesquisas interessadas em investigar as dimensões e as possibilidades propiciadas pelo uso das tecnologias na formação inicial e continuada de professores tornaram-se crescentemente relevantes no cenário brasileiro de pesquisa.

Analogamente, em nossas vivências enquanto docentes e pesquisadores em educação matemática, defrontamo-nos com questões teóricas e práticas que permeiam a estrutura dos cursos de licenciatura, que interferem na constituição do perfil e na prática do futuro professor de matemática. Dentre essas, o papel das tecnologias no ensino e aprendizagem da matemática, na formação do futuro professor e na produção de conhecimentos em matemática.

Mobilizados pelas reflexões apresentadas por estudos realizados, pelas nossas vivências e pela literatura pertinente, envolvemo-nos com a pesquisa em formação de professores, tendo como objeto de investigação a formação inicial docente em matemática, olhando particularmente para as possibilidades propiciadas pelas tecnologias na formação e prática docente sob a ótica da educação matemática.

Assim, realizamos uma investigação, desenvolvida na perspectiva qualitativa de pesquisa segundo a acepção de Denzin e Lincoln (2000) e

¹ A partir daqui, ao falarmos em tecnologia estaremos nos referindo aos *softwares* gráficos e de geometria dinâmica, tecnologias de informação e comunicação, planilhas eletrônicas, calculadoras, *applets*, entre outras tecnologias que apresentam alguma interface com a prática educativa em matemática.

Bicudo e Espósito (1994), buscando apresentar novas compreensões sobre o trabalho com projetos e tecnologias na formação inicial docente em matemática, guiados pela interrogação: *Como trabalhar com projetos em geometria analítica, usando software de geometria dinâmica, visando favorecer a formação de futuros professores de matemática?*

O referido estudo engajou estudantes² do primeiro ano da licenciatura em matemática, os quais participaram de um ambiente de aprendizagem em que desenvolveram projetos temáticos em geometria analítica usando um *software* de geometria dinâmica (Geometricks³). Os estudantes foram distribuídos em duplas e, durante nove sessões de três horas cada, envolveram-se na elaboração de atividades didáticas⁴ de geometria analítica, priorizando o uso do referido *software*.

O processo de coleta de dados da investigação sistematizada em Richit (2005) pautou-se em diferentes técnicas e fontes de dados. Foram realizadas gravações em áudio e vídeo das sessões de trabalho; aplicados questionários semiestruturados que buscavam evidenciar as concepções dos licenciados sobre o papel das tecnologias na formação e na prática docente em matemática; realizadas entrevistas individuais, em que os futuros professores refletiram sobre as possibilidades do trabalho com projetos e tecnologias para a formação específica, pedagógica e tecnológica; reunidos dados provenientes de observações realizadas ao longo do processo.

² Grupo constituído de seis alunos do Curso de Licenciatura em Matemática da UNESP de Rio Claro, SP, que estavam em Regime Especial de Recuperação na disciplina de geometria analítica, o que significa que haviam sido reprovados com média igual ou superior a 3,0 e inferior a 5,0 no semestre anterior.

³ *Software* proprietário de geometria dinâmica, desenvolvido por Viggo Sadolin da *The Royal of Educational Studies*, que permite a construção de figuras geométricas que podem ser deformadas ou arrastadas pela tela, conservando-se suas propriedades. Foi traduzido para o português por Marcelo de Carvalho Borba e Miriam Godoy Penteado, docentes da UNESP de Rio Claro, SP. Versão Demo disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/gpimem/>>.

⁴ O conjunto das atividades elaboradas constituiu os projetos temáticos em geometria analítica. Os conteúdos abordados nos projetos foram selecionados pelos alunos dentre os conteúdos do programa curricular da disciplina de geometria analítica do Curso de Matemática da referida instituição.

A análise dos dados coletados evidenciou aspectos do trabalho com projetos e tecnologias que se mostraram relevantes no processo de formação inicial docente em matemática, pois favorecem, simultânea e articuladamente, a formação específica, tecnológica, pedagógica e outros aspectos da formação inicial.

A criação do ambiente de aprendizagem que permeou o desenvolvimento dos projetos foi norteada pelos princípios do Construcionismo, segundo o entendimento de Maltempo (2004) e Papert (2003), bem como pelas ideias preconizadas por John Dewey. Além disso, constitui-se em uma alternativa para incentivar a incorporação das tecnologias nos processos educativos em matemática, contribuindo para modificar a cultura de uso desses recursos na escola e na universidade.

Considerações sobre o Construcionismo e a Pedagogia de Projetos

O Construcionismo é uma teoria educacional que preconiza o desenvolvimento de atividades voltadas à construção do conhecimento que privilegiem a interação do indivíduo com as tecnologias (Maltempo, 2004; Rosa, 2004). Nesse viés, na medida em que o sujeito (estudante) interage com as tecnologias ele é estimulado a investigar, pesquisar e refletir sobre o objeto de sua criação, sobre o trabalho que está desenvolvendo ou sobre o conteúdo abordado na atividade na qual está envolvido.

Para Seymour Papert, criador da teoria construcionista, a utilização das tecnologias em atividades educativas pode favorecer a aprendizagem dos estudantes e a construção do conhecimento, pois esses recursos fomentam a iniciativa pessoal do aluno, a autonomia para buscar novas informações que o levem a uma reorganização cognitiva e, assim, à construção do conhecimento.

Além disso, de acordo com as premissas do Construcionismo, o processo de construção do conhecimento pressupõe a criação de um ambiente de aprendizagem, no qual o estudante assume papel diferenciado: ele se torna sujeito ativo no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento; o professor atua como estimulador da investigação e da reflexão, enquanto as tecnologias são entendidas como

recursos que favorecem a investigação, a experimentação e a validação de conjecturas (Richit, 2005).

Ao teorizar sobre as características evidenciadas em ambientes de aprendizagem pautados no Construcionismo, Papert (1991) ressalta a possibilidade de favorecer diferentes estilos de realizar uma atividade, aspecto que esse autor denominou *bricolage*. Este conceito é usado para designar o conjunto de procedimentos adotados pelo aluno, muitas vezes improvisados, para resolver um problema.

Esse autor discute, ainda, outros aspectos imbricados na criação de ambientes de aprendizagem pautados no Construcionismo. Em um artigo publicado em 2003, Papert apresenta algumas reflexões sobre a pedagogia das ideias no processo de produzir conhecimento por meio das tecnologias. Para ele, a aprendizagem pode tornar-se mais interessante para o estudante, se estiver pautada em estratégias de trabalho que se baseiam nas suas ideias, como a realização de projetos (Papert, 2003).

Para Hernández (1998), os projetos contribuem para uma ressignificação dos espaços de aprendizagem, de modo que estes priorizem a formação de sujeitos ativos, reflexivos, atuantes e participantes. Na perspectiva desse entendimento, concebemos projetos como atividades educativas que geram situações de aprendizagem reais, diversificadas e interessantes, que devem permitir aos estudantes decidir, opinar, debater e conduzir seu processo de conhecimento, favorecendo o desenvolvimento da autonomia e a participação social.

Envolvidos com tais entendimentos e motivados em investigar as possibilidades propiciadas pelas tecnologias na formação inicial e na prática docente em matemática, compreendemos que as ações formativas ao longo da licenciatura precisam privilegiar atividades que se baseiem nas ideias dos licenciandos, ao mesmo tempo que os coloquem em situações específicas de sala de aula, de docência. O desenvolvimento de projetos, articulando a abordagem de conteúdos específicos e o uso das tecnologias, configura-se como uma estratégia coerente com esses princípios.

Possibilidades do trabalho com projetos e tecnologias na formação inicial docente em Matemática

Considerando as possibilidades evidenciadas em ambientes de aprendizagem baseados nos pressupostos do Construcionismo e o desenvolvimento de projetos com tecnologias como uma atividade formativa em sinergia com tais premissas, buscamos destacar, a partir dos resultados do estudo sistematizado em Richit (2005), algumas possibilidades dessa atividade na formação inicial e na prática docente em matemática, as quais são explicitadas a seguir.

a) Estímulo à autonomia e à investigação matemática

Cultural e historicamente, o ensino da matemática baseia-se na abordagem clássica, e a aprendizagem está centrada na figura do professor. Nesse paradigma, é o docente quem define os encaminhamentos da aula, do processo de ensino. No entanto, recentemente, práticas pedagógicas diferenciadas, que transcendem esse modelo, vêm sendo promovidas e estudadas por educadores matemáticos. Dentre elas, situam-se as iniciativas que buscam incorporar as tecnologias ao estudo da matemática.

Apesar dessas iniciativas, mudanças nas práticas promovidas no âmbito dos cursos de licenciatura em matemática ainda não alcançaram o propósito de incorporar as tecnologias nas diversas atividades formativas do futuro professor, de modo a favorecer a sua utilização nas práticas educativas na escola. Diante disso, buscamos compreender como o trabalho com projetos e tecnologias, na perspectiva do Construcionismo, pode favorecer a formação do futuro professor de matemática, mobilizando mudanças nos processos de ensino e aprendizagem nessa área do conhecimento. O depoimento seguinte explicita a visão do estudante P⁵ sobre o contexto que permeou o desenvolvimento dos projetos temáticos em geometria analítica, segundo o estudo de Richit (2005).

⁵ Visando preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, usaremos apenas as iniciais dos seus nomes. PE indica pesquisadora.

PE: Como você avalia o processo de elaboração dos projetos em geometria analítica usando tecnologias? Você achou esta forma de trabalhar positiva?

Licenciando P: Eu gostei, porque a gente se sentiu à vontade para fazer o que queria e abordar o assunto que a gente achava mais interessante. [...] a gente pôde escolher o assunto que a gente quis de verdade, entendeu? Isso é bom porque a gente se motiva mais a fazer o que a gente está fazendo. Porque aí a gente tem mais vontade de fazer, entendeu? Se você fala pra gente fazer um trabalho sobre cônicas e a gente não gosta de cônicas, por exemplo, eu não vou ter vontade de fazer, entendeu. Só que no caso, os que a gente escolheu foram os que a gente queria fazer. Que a gente tinha vontade de desenvolver.

Para esse estudante, o desenvolvimento de projetos favoreceu a autonomia dos alunos, bem como permitiu que assumissem papel ativo no processo de construção do conhecimento em matemática. De acordo com Richit e Maltempi (2009), atividades educativas que concedem autonomia ao estudante, como o trabalho com projetos e tecnologias, contribuem para a construção do conhecimento, pois o envolvem no processo de aprendizagem e o estimulam a realizar novas investigações, diferentes associações entre os conteúdos, ampliando e aprofundando seus conhecimentos.

Os estudantes acrescentaram, ainda, que o ambiente de aprendizagem que pautou o desenvolvimento dos projetos temáticos foi determinante para a construção do conhecimento, pois permitiu-lhes assumir a direção do processo de formação, na medida em que puderam delinear as etapas do processo. Em outras palavras, as duplas de estudantes puderam escolher os temas que seriam abordados nos projetos temáticos, realizar representações no *software* Geometricks usando procedimentos distintos, bem como estruturar os projetos à sua maneira. Evidenciaram, também, que essa prática não pode restringir-se a uma única experiência ou ao contexto de uma disciplina.

PE: A autonomia dada a vocês para elaborar atividades usando tecnologia informática [...] contribui para a formação tecnológica do futuro professor?

Licenciando F: Contribui, [...], mas não pode parar por aí. A gente tem que explorar outras coisas, fazer outras atividades em outras disciplinas. Não podemos parar simplesmente no que foi feito e esquecermos, a gente tem que aprender ainda mais, para que a gente possa formalizar realmente nossas ideias e aquilo que foi aprendido até agora. A gente aprendeu bastante sobre o software e sobre geometria analítica, e eu acho que foi por causa dessa liberdade que a gente teve. Mas, até que ponto foi legal para minha formação tecnológica? A curto prazo, se eu fosse dar aula logo, talvez essa liberdade que a gente desfrutou em trabalhar nas atividades, [...] a gente se colocou a várias situações, como travar o computador, por exemplo. Várias coisas que a gente se esforçou, a gente entendeu. Acredito que se eu for dar aula, por ter desfrutado, por ter aprendido a explorar o software, vou estar preparado para enfrentar alguns imprevistos.

O estudante F ressalta a necessidade de que atividades dessa natureza permeiem todo o processo de formação inicial, para que os licenciandos se apropriem das tecnologias e de diferentes modos de utilizá-las no ensino e na aprendizagem da matemática. Acrescenta, por fim, que a autonomia que lhes foi concedida nessa experiência formativa forneceu-lhes subsídios e segurança para promover, posteriormente, atividades matemáticas com tecnologias. Esses aspectos sinalizam que essas práticas contribuem para a formação tecnológica e pedagógica de futuros professores, conforme preconizam Richit e Maltempi (2005).

Para John Dewey, o trabalho com projetos favorece a aprendizagem, pois privilegia importantes aspectos da construção do conhecimento, como o *interesse* e o *valor intrínseco*. O valor intrínseco diz respeito ao sentido atribuído pelo indivíduo ao projeto ou trabalho ao qual está envolvido. Segundo Dewey (1952), o desenvolvimento de projetos não deve restringir-se a atividades triviais que proporcionem

prazer imediato ao estudante, ou que pareçam algo útil do ponto de vista de outras pessoas, mas, sim, que promovam o envolvimento dos estudantes e tenham sentido pessoal para eles.

Para os estudantes que elaboraram os projetos temáticos em geometria analítica, a autonomia que lhes foi concedida favoreceu seu envolvimento no trabalho, pois os temas escolhidos contemplavam os conteúdos do interesse das duplas e a necessidade de aprofundar os conhecimentos na disciplina de geometria analítica, o que lhes exigiu maior envolvimento e dedicação, corroborando as considerações de Dewey.

Ao questionarmos os futuros professores sobre a importância do interesse no processo de formação matemática, verificamos que as compreensões convergiram, conforme sinalizam os depoimentos seguintes.

PE: Você acha que a investigação de temas relacionados à geometria analítica pode ser mais favorável à aprendizagem se esta partir do interesse do aluno?

Licenciando V: Sim, acho, porque você demonstrando mais interesse relacionado a uma investigação dos temas de geometria analítica que partiu de você ter escolhido, abrange mais as suas expectativas e seu empenho quanto à matéria melhora.

Licenciando E: Se for de meu interesse, estarei fazendo uma coisa que gosto e tudo que você faz quando gosta tem melhores resultados.

Consideramos, ainda, que o desenvolvimento de projetos na formação inicial docente em matemática, articulado ao uso de tecnologias, pode contribuir para o amadurecimento dos licenciandos, desenvolvendo-lhes visão crítica e abrangente em relação à própria formação. O depoimento posterior evidencia esse aspecto.

PE: Pensando na estratégia que adotamos para elaborar os projetos, na qual você teve liberdade para

escolher o assunto que quis ou que você mais gostava. Isso não é ruim? Como fica o restante do conteúdo?

Licenciando P: Ah! Vendo por esse lado é ruim, porque aí, muitas vezes, a gente deixa de trabalhar algum conteúdo, de fazer outras coisas. Mas mesmo assim eu acho legal porque a gente se desenvolve. Tem um monte de desafio no meio disso, porque não está tudo prontinho para a gente. Se estiver tudo pronto, a gente não vai precisar correr atrás das coisas e tal. [...]. Porque na hora de fazer a atividade prática mesmo, é que a gente vai aprender.

Para esse estudante, o desenvolvimento de projetos com tecnologias contribuiu para seu desenvolvimento pessoal, visto que se constituiu em desafio e em oportunidade de buscar novas formas de aprender matemática. Ressalta que atividades dessa natureza mobilizam o aluno a pesquisar, estudar, aprender por si mesmo.

Verificamos, no decorrer do processo de elaboração dos projetos, que os estudantes se comprometeram verdadeiramente, evidenciando que o ambiente que permeou o trabalho contribuiu para o fortalecimento da relação aluno-projeto. A autonomia para escolher os temas e o fato de estarem realizando uma tarefa em sintonia com seus interesses e necessidades estimularam esse comprometimento.

b) Refletir sobre o papel das tecnologias na formação e prática docente

No decorrer das atividades que permearam o desenvolvimento dos projetos temáticos em geometria analítica, foram promovidas reflexões com os estudantes, nas quais buscamos compreender o modo como esses futuros professores concebiam o papel das tecnologias na formação e na prática docente em matemática. No depoimento que segue, o estudante V explicita sua compreensão sobre o processo de incorporação das tecnologias na prática docente em matemática, considerando os desafios de início de carreira na profissão de professor.

PE: Você futuramente como professor de matemática utilizaria algum software para dar aula? Como você imagina a sua prática de sala de aula?

Licenciando V: Assim, de começo, eu acho que não saberia como usar, porque, eu acho que eu me prenderia a dar a teoria. [...]. Mas eu acho que com o tempo de professor eu aprimoraria tudo. [...]. Eu acho que, de começo, eu teria dificuldade de usar um software na minha aula por falta de experiência como professor.

Esse entendimento foi manifestado pelos demais estudantes, aspecto esse que evidencia a insegurança do futuro professor em relação ao uso de tecnologias na prática docente. Para o estudante V, em particular, o professor de matemática iniciante precisa, primeiramente, adquirir experiência e segurança com o conteúdo específico e, somente após essa apropriação da matemática, ele deve procurar experimentar novas práticas, incorporando a elas as tecnologias ou outros recursos didáticos.

Além disso, verificamos que, para o licenciando em matemática, no contexto da referida pesquisa, a apropriação do conhecimento específico sobrepõe-se à formação pedagógica e tecnológica. E mais, de acordo com as concepções desses estudantes, a prática docente em matemática deve principiar com a apresentação de um conceito matemático e suas propriedades, seguida de exemplos e exercícios em sala de aula.

Essas crenças e concepções corroboram as reflexões apresentadas em Cury (2001). Para essa autora, a prática pedagógica de professores em geral é influenciada pelas experiências vivenciadas por eles na formação inicial docente e, também, pelas suas vivências sociais, pessoais e escolares. Também é um reflexo do modelo de formação predominante no Brasil, conhecido como 3+1, no qual há ênfase à formação matemática, e somente no último ano da licenciatura são promovidas reflexões sobre questões pedagógicas e metodológicas da prática docente (Moreira; Davi, 2005).

Diante disso, consideramos que mudanças na estrutura curricular dos cursos de licenciatura tornam-se necessárias, de modo que o conhecimento específico seja valorizado, mas que não seja o fim único da formação inicial docente. Para tanto, entendemos que a

construção do conhecimento matemático deve acontecer de forma contextualizada, ou seja, entrelaçada às demais atividades formativas do licenciando, usando recursos diversos, incluindo as tecnologias, e no âmbito de diferentes situações de sala de aula, isto é, de docência.

Por outro lado, mesmo com as recentes políticas do Ministério da Educação em favor das mudanças na estrutura das licenciaturas e da incorporação das tecnologias nas práticas educativas na escola, pouco avançamos no sentido de concretizar o uso desses recursos na aprendizagem em matemática e na construção do conhecimento.

Além disso, Richit (2010) pontua que, embora haja um movimento de políticas que buscam reestruturar os cursos de licenciatura e fomentar diversificadas ações de formação continuada no sentido de concretizar o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem, mudanças significativas na escola ainda não foram alcançadas.

Do mesmo modo, mudanças na escola são inviabilizadas devido à cultura de informática educativa predominante nesse contexto, que restringe o uso das tecnologias à realização de pesquisa na Internet e à “mostração” de conceitos matemáticos usando *softwares*, bem como pela resistência manifestada pelos professores em apropriar-se desses recursos (Richit, 2010).

Isso posto, sublinhamos a relevância e a necessidade de os programas dos cursos de licenciatura favorecerem atividades formativas diversificadas, que permitam aos futuros professores vivenciarem diferentes modos de uso das tecnologias na formação e na prática docente em matemática, bem como experimentarem novas práticas com esses recursos, contribuindo para desenvolver uma nova cultura para o seu uso.

c) Possibilidade de favorecer a autoestima e o trabalho colaborativo

De modo geral, as atividades formativas promovidas em cursos de licenciatura centram-se no compromisso de propiciar ao futuro professor a apropriação de conhecimentos necessários à docência: conhecimentos específicos e pedagógicos. Além disso, buscam munir o

licenciando de algumas estratégias metodológicas relativas ao ensino e à aprendizagem da matemática que, na maioria das vezes, restringem-se a sugestões para “incrementar” a aula de matemática por meio de novas estratégias.

Pensando nisso e analisando os dados da pesquisa citada, encontramos, nos depoimentos dos estudantes, referência a aspectos relativos à autoestima. Segundo esses estudantes, o trabalho com projetos e tecnologias favoreceu sua autoestima, pois tiveram a possibilidade de produzir algo de interesse e domínio público. Esse aspecto mostra que eles se sentiram capazes e úteis, ao mesmo tempo que favoreceu a participação social do grupo, conforme preconizam Richit e Maltempi (2009). O depoimento subsequente pontua esse aspecto.

PE: Você acha que o trabalho desenvolvido aqui pode ter te ajudado em algo pessoal?

Licenciando P: Pelo fato da gente ter ficado em RER, deu um baque em todo mundo, sabe. Aí a gente foi convidado para fazer esse trabalho aqui, então a gente viu que também era capaz de fazer as coisas, entendeu. A gente aprendeu algumas coisas e agora a gente pode aprofundar, tanto a geometria analítica quanto sobre o Geometricks. Isso melhorou nossa autoestima.

Notamos, também, nas atividades promovidas, que os futuros professores buscavam auxiliar os demais colegas. Frequentemente, integrantes de duplas distintas discutiam conceitos e propriedades abordados nos projetos, refletiam sobre possíveis modos de desenvolver as atividades e propunham sugestões visando melhorá-las. Esse aspecto mostra que o desenvolvimento de projetos no âmbito da licenciatura estimula o trabalho colaborativo, que é essencial à prática docente e à adaptação na escola.

d) Vivenciar situações da prática docente desde o início da licenciatura

Conforme comentamos inicialmente neste artigo, em geral os cursos de licenciatura apresentam algumas limitações no que se refere à formação para a prática. Embora, vale lembrar, haja um movimento de mudança, deflagrado pelas recentes políticas do Ministério da Educação que têm promovido a reestruturação curricular desses cursos. Do mesmo modo, as atividades formativas realizadas no âmbito das licenciaturas têm propiciado momentos de interlocução com a realidade e a cultura escolar, mas em geral essas têm-se restringido a observações.

Nesse sentido, os licenciandos envolvidos no estudo de Richit (2005) ressaltaram a relevância de permitirmos que futuros professores tenham experiências de imaginar-se e agir como professores logo no início da licenciatura, conforme explicita o relato subsequente.

Licenciando F: Eu acredito que se, talvez, todos os cursos tivessem uma atividade assim, eliminaria muitas possibilidades de frustração, porque às vezes a gente está estudando e [...]. Eu estou estudando aqui e não sei como vai ser depois, como é ser professor futuramente, entendeu. Eu posso chegar lá e não gostar, porque por enquanto eu estou aprendendo a matemática ainda. Eu não me coloquei ainda na posição de professor, de ensinar alguma coisa, de preparar alguma atividade. Mas se eu tenho essa experiência logo no começo da licenciatura, pelo menos eu já sei mais ou menos como vai ser no futuro. Com isso, eu posso ir pensando sobre como ensinar aquele conteúdo de matemática que estou aprendendo na aula.

Esse depoimento pontua aspectos imbricados no processo de formação inicial de professores, que são relevantes ao exercício da profissão docente, como a promoção de reflexões e experiências sobre *ser professor* e discussões sobre o tratamento pedagógico necessário ao conteúdo matemático curricular. Tais momentos precisam ser privilegiados ao longo da licenciatura; contudo, de um modo geral, têm

sido negligenciados. Além disso, reforçam a relevância dessas vivências como um meio de auxiliar o estudante recém-chegado ao curso de licenciatura a refletir sobre o trabalho docente, diminuindo, assim, frustrações posteriores.

Atualmente, pode-se dizer que as mudanças de natureza epistemológica e metodológica no âmbito da estrutura curricular dos cursos de licenciatura têm privilegiado outras dimensões da formação inicial docente, conforme sinalizam os estudos de Zaidan e Pereira (1998) e Pereira (1999). Porém, no cenário brasileiro, as políticas de formação inicial precisam ser ampliadas, do mesmo modo que os cursos de licenciatura precisam reestruturar-se em meio a essas políticas e às mudanças sociais.

e) Abordagem da matemática articulada ao uso de tecnologias

Conforme mostram os resultados de pesquisas em educação matemática, ainda precisamos investigar e compreender o papel das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem em matemática, bem como compreender o modo como esses recursos impactam nos processos educativos clássicos. Com esse enfoque, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos, sinalizando mudanças na prática docente e no processo de apropriação de conhecimentos em matemática (Maltempi, 2008; Richit, 2010).

Contudo, a abordagem da matemática na educação básica e, também, no ensino superior, é predominantemente teórica, ao mesmo tempo que há dificuldades em articular essa abordagem ao uso de tecnologias. Nesse sentido, estudos e reflexões sobre as possibilidades propiciadas por esses recursos ao processo de apropriação de conhecimentos em matemática tornam-se pertinentes, pois podem colaborar para a sua incorporação à cultura e à prática docente, bem como podem contribuir para a qualificação da educação nacional.

Dos aspectos evidenciados em estudos como os de Borba e Villarreal (2005) e Scucuglia (2006), no que diz respeito ao papel das tecnologias na construção de conhecimentos em matemática, destacam-se a visualização e a experimentação.

No âmbito da pesquisa sistematizada em Richit (2005), a visualização e a experimentação permearam o processo de desenvolvimento dos projetos temáticos em geometria analítica. De acordo com os estudantes, no estudo da matemática, as tecnologias cumprem o papel de ampliar a visualização de conceitos e propriedades, conforme destacado nos depoimentos seguintes.

PE: Você acredita que o uso de softwares no ensino de Matemática pode contribuir com a aprendizagem do aluno? De que forma?

Licenciando V: Com certeza. Auxiliarão o estudante a ver como foram feitas as atividades, com a simplicidade nas demonstrações e passagens de cada passo da atividade. As atividades com softwares são simples e mostram de forma coerente e fácil as ideias usadas em seus desenhos.

Licenciando F: Eu vejo que os softwares ajudam o aluno a visualizar coisas, definições assim, que na lousa é difícil de ver, de compreender. Eu mesmo aqui com o Geotricks pude entender a definição de elipse, que eu tinha visto na aula e não conseguia entender, porque eu animei as figuras e a ficha caiu.

Os depoimentos mostram que a visualização propiciada pelo uso de tecnologias é uma dimensão que favorece a apropriação de conhecimentos em matemática, visto que essa visualização, associada à dinamicidade desses recursos, evidencia relações e particularidades entre elementos, que conduzem à compreensão desses conceitos.

Outro depoimento reforça a importância da visualização na aprendizagem de conceitos matemáticos, no sentido de que este aspecto do estudo da matemática fomenta discussões, proposição e validação de conjecturas e a argumentação matemática.

Licenciando L: A inserção de exemplos visuais, ou seja, figuras, sempre podem auxiliar no ensino de geometria. A visualização dos conceitos geométricos da geometria analítica, certamente, ajudaria no

aprendizado dos alunos, pois leva eles a discutir mais, pensar sobre esses conceitos, construindo o próprio conhecimento.

A partir dos depoimentos dos estudantes, sublinhamos que, além da visualização, a dinamicidade das tecnologias e dos *softwares* favorece a experimentação matemática. A experimentação é entendida aqui como o processo utilizado na verificação de conjecturas. Por exemplo, ao estudar funções, um estudante propõe uma conjectura sobre o papel de uma determinada variável numa função dada. Por meio da visualização e da dinamicidade da tecnologia utilizada, ele pode realizar experimentações matemáticas que envolvam a referida função e suas variáveis, elaborando suas próprias conclusões. Esse processo de experimentação e a validação das conclusões apresentadas privilegiam a apropriação de conhecimentos em matemática, corroborando as considerações de Scucuglia (2006) e Borba e Villarreal (2005).

Além disso, no processo de desenvolvimento dos projetos, verificamos que cada dupla executava uma determinada construção de modo distinto, utilizando estratégias muito peculiares. Por conseguinte, para uma mesma construção geométrica, foram sugeridos procedimentos diversos, assim como, algumas vezes, para obter uma dada representação, foi necessário executar várias construções. Estas situações enfatizam o processo experimental concretizado pelos sujeitos para obter uma construção ou elaborar uma atividade, segundo seu interesse e suas necessidades.

Tais características são favorecidas em ambientes de aprendizagem de caráter construcionista e explicitam a *bricolage*, sugerida por Papert (1985), na medida em que os alunos exploram e utilizam recursos distintos na execução de construções, substituindo-os por outros, quando o resultado não se mostra satisfatório.

Outro aspecto observado no contexto dos projetos foi a preocupação destes alunos com a demonstração dos conceitos e das propriedades abordados em cada atividade. Percebemos, ainda, que tal exercício não se constituiu em obstáculo para os estudantes, visto que muitos deles se propuseram a demonstrar as equações das cônicas que

foram abordadas nos projetos ou à medida que adicionavam as demonstrações das soluções às atividades produzidas.

Segundo Lourenço (2002) e Rolkouski (2002), a demonstração é essencial na construção dos conhecimentos em matemática, pois exige do estudante uma reorganização cognitiva. Nessa perspectiva, consideramos que o trabalho com projetos e tecnologias possibilitou a apropriação de conhecimentos em geometria analítica, uma vez que o *software* Geometricks favoreceu a visualização, e esta, por sua vez, estimulou a investigação matemática e propiciou a demonstração de conceitos.

A nosso ver, a interface do Geometricks favoreceu tais aspectos, assim como facilitou a interação dos sujeitos com seus recursos, pois, a partir das orientações iniciais, as duplas não apresentaram dificuldades em expressar as ideias e os conceitos abordados nos projetos. Além disso, ressaltamos que, devido às especificidades deste *software*, entre elas a ausência de tabelas que trouxessem a representação numérica (tabular) de lugares geométricos, foi possível promover um maior aprofundamento do conteúdo de geometria analítica. Ao mesmo tempo, essa limitação exigiu dos estudantes ampliar os conhecimentos sobre o próprio *software*.

Por fim, destacamos também a necessidade de haver a combinação de vários recursos (*software*, lápis, papel, calculadora, etc.) no desenvolvimento dos projetos. Do ponto de vista da aprendizagem matemática, este aspecto foi bastante relevante, pois permitiu que os licenciandos fizessem a transição da representação gráfica para a algébrica das cônicas estudadas nos projetos, o que, de acordo com Cavalca (1997), tem sido uma das dificuldades evidenciadas na disciplina de geometria analítica.

Em síntese, analisando a estrutura dos projetos desenvolvidos e os depoimentos dos estudantes, consideramos que estes estavam seguros com relação ao conteúdo matemático abordado, aspecto que evidencia as possibilidades do trabalho com projetos e tecnologias para a formação específica e tecnológica de futuros professores.

f) Superação das preconcepções sobre o papel das tecnologias no ensino

No contexto do estudo, procuramos levantar as concepções dos sujeitos sobre o papel das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem da matemática, conforme sinalizam os excertos seguintes.

Licenciando E: Como professor, eu quero usar estes recursos, pelo menos em algumas aulas. Mas, primeiro eu daria a teoria e depois aplicaria para o aluno poder ver melhor o que ele está estudando. Para ele ter uma ideia melhor, visualizar, por exemplo, uma cônica. Tem aluno que não consegue visualizar uma cônica [...]. Então, no computador ele ia visualizar melhor e isso pode ajudá-lo a aprender aquele conceito ou definição.

PE: E para sua formação? [...] você acha que quando você for dar aula você vai utilizar este software ou um outro? Você acha que seria legal, ou você vai preferir trabalhar sem esses recursos?

Licenciando B: Ah! É legal usar assim, no caso, por exemplo, eu acho até que é mais importante trabalhar no ensino médio essas ideias, este software. Porque na graduação eu acho que é mais importante aprender a teoria mesmo.

Os depoimentos dos estudantes E e B evidenciam que para eles o papel das tecnologias na prática pedagógica em matemática abrange os aspectos da visualização e da demonstração. Constatamos, também, que a mudança metodológica na prática docente não é encarada com naturalidade.

Analogamente, complementamos que estes recursos desempenharam papel motivador na intervenção implementada, pois possuem valor social em muitos grupos culturais, aspecto este que diz respeito às dimensões do trabalho com projetos discutidos por Maltempi (2004).

Com relação à formação pedagógica, esclarecemos que a intervenção desenvolvida favoreceu a aquisição de saberes de uso

pedagógico das tecnologias informáticas, considerando os depoimentos apresentados e a análise das atividades desenvolvidas pelos sujeitos. Ademais, foram promovidas reflexões acerca das distintas formas de uso dessas e da necessidade de o professor adequar o conteúdo dos livros didáticos às necessidades dos alunos e, também, a especificidade do recurso, do *software* que é utilizado.

Por outro lado, temos que considerar que as concepções de uso de *softwares* sofrem modificações à medida que ampliamos nossas experiências com estes recursos e temos a oportunidade de explorar outras possibilidades de uso. Assim, consideramos que o trabalho com projetos e tecnologias na formação inicial docente contribui para a modificação das concepções de futuros professores acerca do papel das tecnologias no estudo da matemática.

Isso posto, ressaltamos que atividades dessa natureza precisam permear a formação do futuro professor ao longo da licenciatura, pois propiciam o aprofundamento dos conhecimentos sobre recursos tecnológicos diversos, bem como dos conteúdos matemáticos, em consequência das possibilidades de implementar novas e distintas investigações por meio destes recursos.

Sumarizando, o desenvolvimento de projetos usando tecnologias constitui-se em atividade formativa favorável à formação de futuros professores de matemática, pois favorece o aprofundamento do conteúdo matemático e tecnológico, além de outros aspectos importantes à prática docente escolar, conforme comentado ao longo desta seção. Além disso, privilegia o desenvolvimento de habilidades de uso pedagógico das tecnologias, assim como permite ampliar o conhecimento destas.

g) Estímulo ao planejamento e à criatividade

No âmbito do estudo realizado, as duplas de estudantes precisaram elaborar um planejamento, um esboço do projeto que seria desenvolvido. Precisaram planejar o que seria desenvolvido nos projetos, delimitando o assunto (ou assuntos) de geometria analítica que seria abordado, os recursos tecnológicos que utilizariam, a bibliografia a ser consultada, bem como a determinação dos objetivos do projeto. A

disciplina (geometria analítica) e o *software* foram previamente definidos pela pesquisadora.

Contudo, ressaltamos que o planejamento do projeto deve ser realizado em acordo com o docente, tal como propõem Valente (2003) e Maltempi (2004), pois precisa ser orientado, de modo que o trabalho desenvolvido esteja em consonância com os critérios preestabelecidos pelo docente e com as determinações curriculares.

Além disso, devido à especificidade do *software* Geometricks, os estudantes precisaram planejar a construção das representações geométricas que comporiam as atividades dos projetos. Essa construção se refere à representação geométrica ou gráfica de um conceito matemático abordado pelos estudantes. Esse planejamento prévio permitiu-nos identificar diferentes processos e estilos de realizar uma mesma atividade, aspecto esse que, no âmbito do Construcionismo, caracteriza a *bricolage*.

O desenvolvimento dos projetos contribuiu, também, para estimular a criatividade dos estudantes, que foi evidenciada no processo de fazer as representações geométricas com o *software* Geometricks. Notamos, ao analisar a estrutura das atividades, a preocupação dos estudantes em ressaltar elementos e propriedades geométricas nelas investigadas. Para isso, recorreram a diversos recursos do *software*. Esse processo contribuiu, também, para fomentar investigações matemáticas.

Outro aspecto que colaborou para o desenvolvimento dos estudantes foi a sistematização das atividades que constituíram os projetos temáticos. Tal sistematização foi relevante, pois os alunos necessitaram descrever cuidadosamente, usando um editor de texto, cada uma das atividades elaboradas; revisar os objetivos destas; melhorar ou ampliar as definições apresentadas; seguir normas metodológicas (fonte, margens, formatação, etc.); revisar gramática e digitação; acrescentar comentários e conclusões aos projetos; e, quando necessário, explicitar os procedimentos que permitiram a realização das representações no *software* Geometricks.

Nesse momento, as duplas revisitaram o material de apoio, retomando definições, demonstrações e propriedades, visando a ampliá-las ou corrigir possíveis erros. Esta situação constituiu-se em pesquisa bibliográfica contextualizada. Igualmente, os alunos mostraram-se atentos às questões pedagógicas das atividades que estavam produzindo, como a fidedignidade das definições e a clareza dos enunciados propostos.

Considerando a especificidade do processo de sistematizar as atividades, compreendemos que essa tarefa requer atenção especial do professor, para que os estudantes ampliem suas concepções iniciais pelo confronto de pontos de vista pessoais com concepções já estabelecidas, bem como estejam atentos às exigências estabelecidas para aquela tarefa educacional. Além disso, o docente precisa auxiliar os alunos na formalização dos conceitos que estão sendo focados, considerando que a formalização é essencial ao processo de construção do conhecimento (Chaves, 2004).

A sistematização das atividades foi um processo que se repetiu várias vezes. As duplas reescreveram os enunciados e as resoluções das atividades muitas vezes, adicionando a elas comentários e conclusões e melhorando o aspecto estético dos projetos, o que é discutido por Valente (2003).

Considerações Finais

Considerando as interfaces do trabalho com projetos e o uso das tecnologias, vislumbramos possibilidades de ampliar o processo de formação inicial docente em matemática, propiciando ao licenciando atividades formativas pautadas nessa estratégia pedagógica. Por meio do trabalho com projetos com tecnologias, o futuro professor tem a possibilidade de apropriar-se de conhecimentos específicos, pedagógicos e tecnológicos de forma articulada e complementar.

Consideramos, ainda, que o trabalho com projetos e tecnologias favorece que o estudante construa conhecimentos de acordo com o seu ritmo, devido à autonomia que ele tem para conduzir as etapas do processo, isto é, sua aprendizagem. Neste sentido, constituem-se ações formativas que podem corroborar no processo de formação inicial

docente em matemática, pois favorecem o aprofundamento do conteúdo matemático, a apropriação de formas de uso das tecnologias, assim como permitem ampliar o conhecimento desses recursos.

Porém, para potencializar tais contribuições, é preciso estender esta prática ao longo da licenciatura, abrangendo várias disciplinas, diversificando o tipo de trabalho a ser desenvolvido pelos alunos, variando os recursos tecnológicos investigados e, principalmente, promovendo leituras e reflexões sobre as distintas formas de uso pedagógico desses recursos. No âmbito desse entendimento, o trabalho com projetos e tecnologias constitui-se em alternativa para transformar a licenciatura em um espaço favorável à apropriação de conhecimentos, de que todos possam participar.

Ainda, acreditamos que, ao incentivar a realização de projetos ou atividades abertas, nas quais os licenciandos envolvidos sejam responsáveis por escolher conteúdos, podendo discuti-las com seus pares ou professores e investigar distintas formas de resolver um problema, estaremos favorecendo outros aspectos da formação docente, tais como a autonomia, o trabalho colaborativo e a reflexão sobre a prática.

Nessa perspectiva, entendemos que as reflexões aqui apresentadas sinalizam caminhos para os cursos de formação inicial docente em matemática, os quais precisam promover a formação específica, pedagógica e tecnológica de futuros professores.

Referências Bibliográficas

- BICUDO, M. A. V.; ESPOSITO, V. H. C. (Org.). *Pesquisa qualitativa em Educação: um enfoque fenomenológico*. Piracicaba: Editora da UNIMEP, 1994.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. *Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization Mathematical*. New York, USA: Springer, 2005. (Education Library; v. 39)

CAVALCA, A. *Espaço e representação gráfica: visualização e interpretação*. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica - PUC, São Paulo.

CHAVES, M. I. A. Formalização do conceito de função no ensino médio: uma sequência de ensino-aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – ENEM, 8., Recife. Anais..., 2004.

CURY, H. N. (Org.). *Formação de professores de Matemática: uma visão multifacetada*. Porto Alegre: Edipucrs, 2001.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. The discipline and practice of qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. 2nd. ed. London: Sage, 2000. p. 1-28.

DEWEY, J. *Democracia e Educação*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1952. (Coleção Atualidades Pedagógicas, 1952)

HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na Educação: os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

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.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 264-282.

MALTEMPI, M. V. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. *Acta Scientiae (ULBRA)*, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2008.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. *A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MORTIMER, E. F.; PEREIRA, J. E. D. Uma proposta para as 300 horas de prática de ensino: repensando as licenciaturas para além do modelo da racionalidade técnica. *Educação em Revista*, n. 30, p.107-113, nov. 1999.

PAPERT, S. Qual é a grande idéia? Passos em direção a uma pedagogia do poder das idéias. *Teoria e Prática da Educação*, Maringá: DTP/UEM, p. 369-387, 2003. Edição Especial.

PAPERT, S. Situating Constructionism. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (Ed.). *Constructionism*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. p. 1-11.

PAPERT, S. *Logo: computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. *Educação e Sociedade*. São Paulo: Nacional, v. 30, n. 68, p.109-125, 1999.

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. *Apropriação do conhecimento pedagógico-tecnológico em Matemática e a formação continuada de professores*. 279 f. 2010. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — 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, p. 91-102, jul./dez. 2005.

RICHIT, A.; MALTEMPI, M. V. Educação Matemática, construcionismo e pedagogia de projetos: perspectivas à formação inicial de professores. *Paradigma*, jun. 2009, v. 30, n. 1, p.183-204, 2009.

ROLKOUSKI, E. *Demonstrações em Geometria: uma descrição dos processos de formação utilizados por alunos de Licenciatura em Matemática em ambiente informatizado*. 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROSA, M. *Role playing game eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar Matemática*. 2004. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, São Paulo.

SCUCUGLIA, R. *A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

VALENTE, J. A. Desenvolvendo projetos usando as tecnologias da informação e comunicação: criando oportunidades para a construção do conhecimento. *Teoria e Prática da Educação*, Maringá, p. 407-422, 2003. Edição Especial.

ZETETIKÉ – FE – Unicamp – v. 18, n. 33 – jan/jun – 2010

ZAIDAN, S.; PEREIRA, J. E. D. A quem cabe formar o professor da escola básica? *Presença Pedagógica*, v. 4, n. 20, p. 89-92, mar./abr. 1998.

