

PROFESSORES E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS: INTERAÇÕES VIRTUAIS E PRESENCIAIS EM UM CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

São Paulo, 05/2009

Gerson Pastre de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) – gpastre@pucsp.br

Universidade Paulista (UNIP)

Categoria C

Setor Educacional 3

Natureza A

Classe 1

RESUMO

Este trabalho discute uma experiência ligada ao uso de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) como elemento de apoio a estudantes de pós-graduação em Educação Matemática, ocorrida no segundo semestre de 2008. A investigação teve por âmbito a disciplina “Autoformação pelo uso das TICs”, componente do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP, e que tem por objetivos, além do desenvolvimento de atividades envolvendo tecnologias computacionais para o apoio aos processos de ensino-aprendizagem em Matemática, a construção colaborativa de estratégias didáticas voltadas ao conhecimento matemático com uso de TICs, bem como a promoção de discussão relativa ao uso de semelhantes tecnologias. Os alunos da disciplina, mestrandos em Educação Matemática, eram, também, professores de Matemática da rede pública do Estado de São Paulo, o que proporcionou uma abordagem transversal relativa às experiências no transcurso da disciplina e a prática docente dos pós-graduandos, com suas dificuldades, complexidades e expectativas. A investigação traz, além dos processos formativos e colaborativos ocorridos no AVA, as abordagens teóricas subjacentes, as produções dos alunos e as intervenções dos professores, com conclusões relativas à centralidade das figuras docentes e das estratégias didáticas no processo de ensino-aprendizagem em Matemática, com as TICs exercendo um papel mediador.

Palavras chave: estratégias didáticas; ambientes virtuais de aprendizagem; educação matemática; colaboração

1. Introdução

Em Educação Matemática, a crítica ao uso das tecnologias é importante, no sentido de preservar os processos de ensino-aprendizagem com o uso dos artefatos midiáticos da pretensão da auto-suficiência pedagógica. Isto significa rejeitar a falácia de que a inclusão de softwares ou redes nos programas de ensino limita a Matemática e os processos didáticos relativos à sua apreensão a uma dimensão maquínica e automática. Assim, é possível propor uma concepção aglutinadora em relação ao *incorporar* e ao *matematizar* as tecnologias (FROTA E BORGES, 2004), que é a de *criar estratégias didáticas para os processos de ensino-aprendizagem em Matemática que contenham intervenções com (e através de) tecnologias de informação e comunicação, criticamente analisadas e aderentes ao um projeto pedagógico que tenha como prioridade a construção do conhecimento pelas pessoas* (OLIVEIRA, 2008). A amplitude desta estratégia permite compreender as chamadas tecnologias “tradicionais” (uso de sólidos, giz e lousa, lápis e papel, régua e compasso, etc) como outras abordagens, igualmente válidas, e que podem, em dados momentos, apresentar maior pertinência, de acordo com o cenário, os sujeitos, as disponibilidades de infra-estrutura tecnológica, entre outros elementos.

A partir deste ponto de vista, torna-se possível pensar, de forma geral, em um planejamento para o processo de ensino-aprendizagem de Matemática com o uso de recursos amplos, que utilizem variados artefatos tecnológicos, e, em particular, em um processo de formação de professores de Matemática no qual esta dimensão crítica, com foco na centralidade das pessoas e das estratégias, tenha lugar em espaços presenciais e virtuais de aprendizagem, articulados através das dimensões teóricas subjacentes à educação presencial e a distância.

2. A pesquisa

Este texto traz, em seguida, os resultados de uma investigação sobre a temática “estratégias didáticas com o uso de tecnologias de informação e comunicação em Educação Matemática”, realizada no âmbito do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP, e que teve como sujeitos os alunos do Mestrado Profissionalizante em Educação

Matemática, no âmbito da disciplina “Autoformação pelo uso das TICs”, no segundo semestre de 2008.

A disciplina previa um encontro presencial por semana, em articulação com atividades e interações que ocorriam em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), o TelEduc. A observação participativa permitiu coletar os dados que serviram à argumentação qualitativa aqui exposta, levada a efeito através de análise de conteúdo (BOGDAN E BLIKEN, 1994). O transcurso da pesquisa ocorreu sem prejuízo do planejamento efetuado antes do início das aulas, o qual, por sua vez, elegeu consensualmente “as estratégias didáticas com o uso de TICs e AVAs em Educação Matemática” como tema subjacente aos encontros semanais.

As interações do curso ocorriam nos encontros presenciais e no ambiente virtual, materializando, desta forma, as possibilidades abertas tanto pelo uso intensivo das TICs em espaços físicos e tempos cronológicos como pelo emprego destes recursos nas dimensões do ciberespaço, em espaços de fluxo e em um tempo não-cronológico, de caráter intemporal (CASTELLS, 2002; LÉVY, 1993). Desta forma, os alunos se engajavam nas propostas através de intervenções individuais ou em grupo, que poderiam surgir, no âmbito dos tópicos propostos, das seguintes formas:

- *Produção de textos e/ou reflexões escritas*: uma vez consolidado o debate e a discussão em torno de um tema e de um ou mais textos de referência, o pós-graduando era convidado a redigir suas impressões, opiniões, perplexidades e, principalmente, compreensões em torno do eixo temático direcionador. Um dos direcionamentos das produções escritas ocorria na busca, em cada texto, por elementos teóricos que complementassem as abordagens até o ponto no qual as discussões com o grupo haviam avançado, o que poderia acontecer no resgate em relação às leituras já efetuadas ou na busca por referenciais inéditos, em termos individuais, até aquele momento;
- *Apropriação técnica das interfaces e ferramentas disponíveis em softwares projetados para apoiar o processo de ensino-aprendizagem em Matemática e dos recursos das redes informáticas e dos ambientes*

virtuais: ainda que não fosse a preocupação central do curso e do planejamento referente a ele, julgou-se importante oferecer aos estudantes momentos nos quais poderiam desenvolver alguma fluência em relação às interfaces disponíveis para compor estratégias didáticas com o uso de TICs para o processo de ensino-aprendizagem em Matemática. Em função dos pressupostos da iniciativa, o processo de apropriação técnica não ocorria em desconexão com as reflexões teóricas e com a idéia de prover propostas consistentes para o uso das TICs e AVAs em Educação Matemática;

- *Construção de sequências didáticas, baseadas nos temas em discussão, com o emprego de TICs e AVAs*: como corolário dos itens anteriores, a criação de sequências didáticas com emprego de TICs e AVAs, com descrições referentes ao encaixe das mesmas em uma estratégia mais ampla, era constantemente solicitada aos alunos. A construção de tais documentos ora era solicitada individualmente, ora em grupo.

As estratégias criadas pelos mestrandos tiveram diversos enfoques, como, por exemplo, o trabalho com polígonos equidecomponíveis e equicomplementares em sala de aula (Figura 1). Para a realização de atividades referentes a este tópico, os alunos optaram pelo uso do software Cabri Geometre II Plus. Os relatos dos estudantes permitem verificar as diversas etapas de entendimento da proposta de uso do software, e de como o mesmo comporia a estratégia didática do professor em sala de aula e em ambientes virtuais. Além das reflexões individuais, cada estratégia proposta era debatida, tanto nos encontros presenciais quanto no TelEduc, o que permitia agregar proposições práticas e aportes teóricos às diversas estratégias.

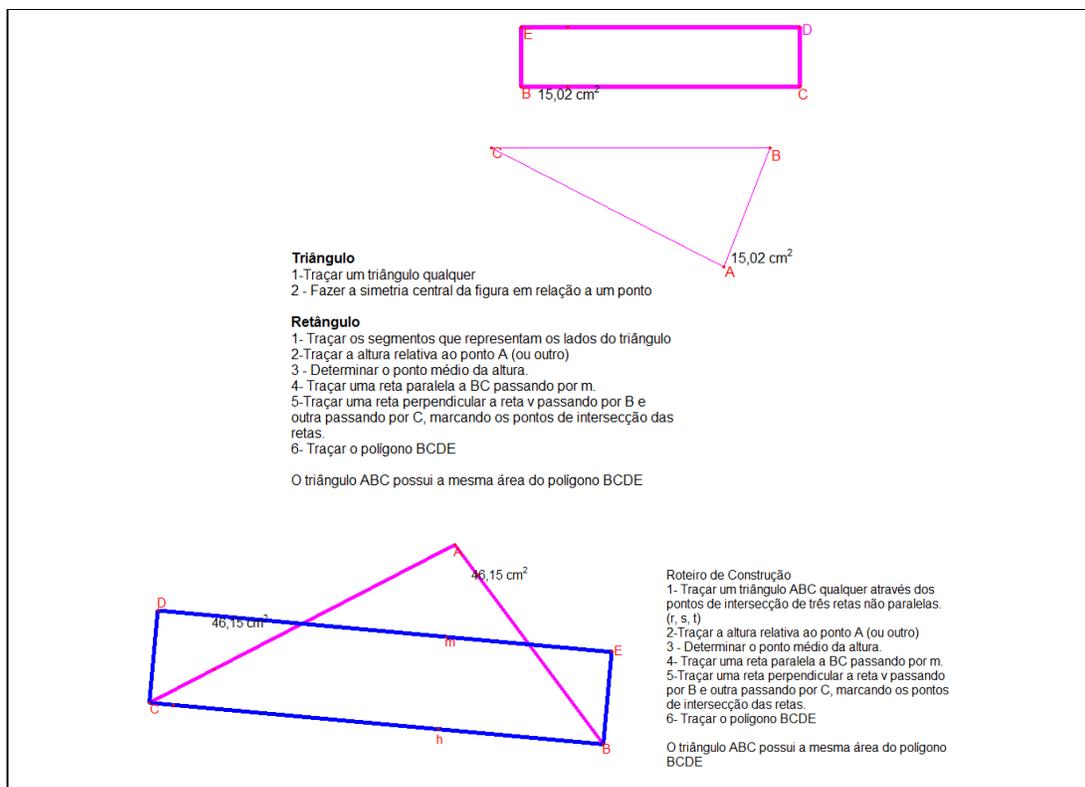


Figura 1 – Roteiros propostos pelos estudantes para a abordagem didática do tema polígonos equidecomponíveis

Alguns relatos dão conta da perplexidade e da mudança de visão dos mestrandos sobre a abordagem e as possibilidades das estratégias no âmbito do processo de ensino-aprendizagem, enquanto que outros já surgiam mais estruturados teoricamente, revelando que o estudante havia procurado, em suas referências de estudo/pesquisa, elementos que justificassem a abordagem que propunham.

Num primeiro momento, encarei a atividade como um quebra-cabeça, mas logo percebi a necessidade de usar algumas propriedades geométricas, como por exemplo, o teorema dos pontos médios do triângulo, congruência de triângulos, paralelismo, perpendicularismo, propriedade entre ângulos e paralelismo, medida de comprimento e cálculo de áreas. O Cabri proporciona um ambiente para a experimentação e a exploração de estratégias além de possibilitar fazer uma verificação final, calculando as áreas das duas figuras: a inicial e a figura transformada. Isto permite validar a estratégia ou não. No caso da não validação, o aluno deverá rever as etapas e investigar em qual delas ocorreu o problema. Este trabalho também permite com o Cabri de uma forma dinâmica, verificar se uma estratégia aplicada na transformação de um determinado triângulo (por exemplo, acutângulo) em um retângulo, vale para todos os tipos de triângulos (retângulo e obtusângulo). Dependendo do enfoque, acho possível aplicá-lo a partir da 5ª série do ensino fundamental. Em minha resolução, utilizei também uma reflexão central e uma translação. Vejo que é possível desenvolver com este trabalho também o conteúdo referentes as transformações geométricas. Enfim, é um trabalho que de imediato parece ser uma brincadeira de quebra-cabeça, mas que de uma forma indireta

acaba explorando todas as propriedades e conceitos já mencionados (comentário de Aluno 1, postado no portfólio do TelEduc).

Nas diversas atividades, os roteiros que davam conta das estratégias também eram agregados. Semelhante trabalho pode ser constatado em propostas relativas ao ensino de funções de primeiro e segundo grau, bem como nos tópicos “operações com frações” e “generalização de padrões algébricos”. A Figura 2 ilustra parte da animação utilizada como componente de uma estratégia didática para a introdução de modelos quadráticos e/ou funções do segundo grau. A intenção era indicar que, mesmo sem o domínio de interfaces sofisticadas, é possível construir instrumentos com alguma interatividade (ainda que limitada, o que LÉVY (1993) chama de *interatividade reativa*) e que sejam capazes de ilustrar o comportamento dos coeficientes das funções em cada instante t em um modelo de trajetórias, ao clicar em cada quadro da animação.

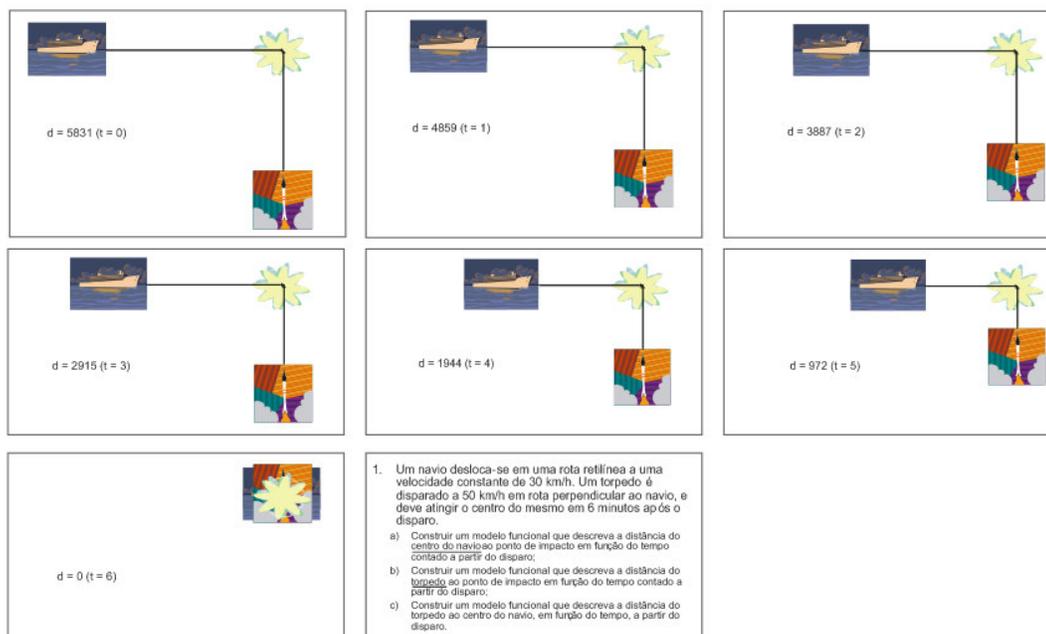


Figura 2 – Animação criada usando o software Microsoft Powerpoint, para ilustrar as características de um modelo quadrático

Ao refletir sobre esta atividade, os estudantes indicaram a possibilidade de trabalhar com situações-problema, indicando que as TICs, neste caso, além de subsidiar a estratégia didática do professor, poderiam servir à estratégia de aprendizagem do aluno. Neste caso, então,

a situação problema, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, é o ponto de partida da atividade matemática. Não fornece a definição do conteúdo abordado pela mesma, obrigando o aluno a desenvolver um raciocínio próprio para criar hipóteses e estratégias para chegar a um

resultado, ou no caso da atividade aqui analisada, constatar com lógica a situação, chegando a um modelo por ele elaborado (comentário de Aluno 6, postado em seu portfólio no TelEduc).

Aqui, a estratégia do professor poderia ter uma função adicional: fomentar a compreensão do problema em si, ou seja, na sua interpretação semântica, além de indicar, nos diversos quadros, um comportamento que pode ser objeto de modelagem matemática.

Outra característica percebida pelos mestrandos, e relacionada a esta atividade, foi a multiplicidade de abordagens possíveis a partir da introdução das TICs, de interações em AVAs e da própria situação-problema. Ao considerar semelhantes possibilidades, a intervenção do aluno, em um contexto particular de ensino-aprendizagem, passa a ser concebida com a mediação de outros componentes de caráter tecnológico – neste caso, outros softwares – presentes na proposição de diversas atividades que conduzam à discussão e à descoberta. Ainda recorrendo a BROUSSEAU (1987), trata-se de uma estratégia que prevê o conceito de *devolução* a partir da mediação tecnológica, à medida que, como parte da estratégia, o professor precisa provocar no aluno a convicção de que tem a responsabilidade pela resolução do problema, o qual, por sua vez, tem um caráter de construção do conhecimento matemático, e não de perseguição daquilo que o professor deseja. Em outras palavras, dever ser possível ao estudante alcançar uma “construção epistemológica cognitiva intencional” (BROUSSEAU, 2001, p.50). É o que ressalta do comentário seguinte:

A atividade permite trabalhar mais do que o conceito de função, pois o aluno precisará lidar com unidades de medida, trabalhar regra de três para determinar a distâncias entre o navio e o ponto de impacto e do torpedo e o ponto de impacto; além disso, é preciso determinar as funções que representam as distâncias do navio e torpedo até o instante do impacto, de modo a conseguir construir um modelo através do sistema de equações que reflita a situação apresentada. O uso de softwares auxilia o aluno navegar por diferentes representações (...). O Cabri-Gèomètre, o Winplot e o Graphmática, por exemplo, podem permitir ao aluno verificar visualmente os resultados que ele expressou em seu caderno, mas, muito além disso, permite que ele manipule as variáveis e perceba a movimentação dos objetos (navio e torpedo) que ocorre com o passar do tempo, relacionando esta ocorrência com a formalização matemática pretendida (comentário de Aluno 2, postado em seu portfólio no TelEduc).

O fórum de discussões e o portfólio do TelEduc foram essenciais no debate sobre o texto “Transposição didática: aportes teóricos e novas propostas” (OLIVEIRA, 2009). Nestes espaços, o primeiro de discussões assíncronas, o

segundo de exposição de produções individuais e/ou grupais, os estudantes criaram um debate acerca das possibilidades das TICs no âmbito da transposição desde o saber sábio até o saber ensinado em sala de aula, nos quais surgiram questões da seguinte ordem:

- *Como garantir a aprendizagem dos saberes a ensinar?*
- *Como proporcionar reais condições de aprendizagem a todos os estudantes e não apenas o acesso à escola?*
- *Será que a escolha dos saberes a ensinar leva em conta as necessidades e a realidade de todos os educandos e contempla também os saberes que o aluno gostaria de aprender?*
- *Como democratizar o uso das TICs no ensino e aprendizagem de matemática de modo a não privilegiar apenas uma minoria, aumentando ainda mais as desigualdades sociais?*
- *Como convencer a maioria dos professores da importância do uso das TICs em suas práticas educativas?*

Questões como estas foram debatidas nos encontros presenciais e no ambiente virtual. As sínteses que surgiam eram resultado do trabalho colaborativo, que pode ser realizado a partir dos encontros presenciais e dos espaços de comunicação do TelEduc, principalmente o fórum. Este aspecto colaborativo, aliás, também se verificou na realização das atividades e da argumentação em relação ao encaixe das mesmas em uma proposta pedagógica. A colaboração, nesta investigação, foi percebida de acordo com a asserção de KENSKI (2003, p.112):

(...) pressupõe a realização de atividades de forma coletiva, ou seja, a tarefa de um complementa o trabalho de outros. Todos dependem de todos para a realização das atividades, e essa interdependência exige aprendizados complexos de interação permanente, respeito ao pensamento alheio, superação das diferenças e busca de resultados que possam beneficiar a todos.

3. Outras análises e considerações teóricas

Os demais assuntos do programa de curso que previam atividades foram levados a efeito da mesma forma, ou seja, procurando significar a produção da atividade com uso de TICs no âmbito de uma estratégia didática de base. O uso das tecnologias não surgia desconectado do processo, das condições do sujeito que aprende, do conteúdo matemático e de suas correlações com os demais elementos de uma dada proposta de ensino-aprendizagem. Todas as atividades surgiam como parte de uma estratégia, ela mesma podendo ser entendida como corolário da idéia das situações didáticas proposta por BROUSSEAU (1987): a estratégia deve prever a figura do professor como

orientador, a centralidade do aluno e sua relevância na construção do conhecimento matemático de que é sujeito.

No entendimento que decorre desta investigação, surge a percepção de que o uso intensivo das TICs e dos ambientes virtuais, como o TelEduc, por exemplo, concorre para criar ampliações do sistema didático e das possibilidades de formação de alunos e professores. Este aspecto, de acordo com OLIVEIRA (2009), faz ressaltar a idéia de que o uso de tecnologias digitais e de ambientes virtuais de aprendizagem não tem, por si só, o efeito de produzir melhorias no processo de ensino-aprendizagem em Matemática, mas pode ampliar, nas diversas instâncias da transposição para o saber a ensinar, uma dinâmica de extensões das experimentações e das reflexões, o que altera a própria dinâmica do conhecimento matemático. E isto deve ser considerado quando se pensa na formalização programática dos saberes a ensinar e nas possibilidades para o professor, quanto a sua estratégia pedagógica, que refletirão o saber ensinado.

No contexto da transposição didática, então, a centralidade das estratégias, os papéis das pessoas (professores e alunos) e o sentido múltiplo dos fluxos de construção do conhecimento parecem permitir outra visão do esquema original de CHEVALLARD (1991, p.23), no que se refere aos sistemas didáticos:

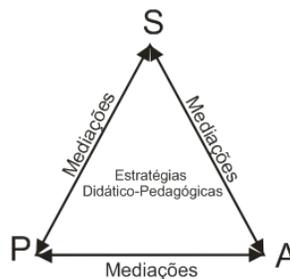


Figura 3 – Reconfigurações do Sistema Didático (OLIVEIRA, 2009)

As setas representam os fluxos, nos sentidos pretendidos por CASTELLS (2002) e LÉVY (1993), que proporcionam, através das mediações negociadas entre as figuras humanas do processo (professores e alunos), a construção do conhecimento matemático de múltiplas maneiras (individualmente, cooperativamente, colaborativamente), previstas pelas estratégias pedagógicas, as quais, também, admitem reconfigurações de acordo com a dinâmica que se efetiva no saber ensinado. As mediações são as ambiências

das TICs e das mais diversas tecnologias envolvidas dos processos de ensinar e aprender Matemática.

Ao entender as estratégias como ponto central dos sistemas didáticos, os mestrandos indicaram, em diversos pontos, a necessidade de compreender as múltiplas intervenções dos sujeitos em tais sistemas, bem como as possibilidades mobilizadas pelas tecnologias. A análise crítica e reflexiva do uso de tais artefatos, então, surgiu no curso aqui descrito como imperiosa, de modo a não permitir qualquer engessamento ou afastamento em relação à realidade das pessoas, seja quanto aos conteúdos e suas formas, seja quanto às metodologias.

Desta forma, assim como as novas praxeologias podem circular entre as diversas instituições em um dado momento (CHEVALLARD, 2002), os próprios saberes o fazem, articulados através de diversos níveis de mediação tecnológica, em regime de interações intensivas e de alta velocidade. Os participantes desta investigação indicaram, através de múltiplas intervenções, que é preciso organizar as situações didáticas, no sentido anunciado por BROUSSEAU (1987), de modo a considerar as TICs no contexto de estratégias pedagógicas que permitam ao professor realizar corretamente a devolução e a institucionalização, fugindo dos reducionismos das abordagens meramente axiomáticas.

Neste trabalho, ao pesquisar um contexto de autoformação de professores com a utilização de TICs e AVAs, as questões iniciais, em torno do uso destes artefatos no processo de ensino-aprendizagem de Matemática, encontraram algumas proposições. No âmbito das novas dinâmicas de ensinar e aprender Matemática com o uso intensivo de tecnologias digitais – e de outras, de variadas naturezas – amplas perspectivas de interação e trocas, colaboração em projetos conjuntos, em tempos e lugares diferenciados, nas salas de aula e nos ambientes virtuais, permanecem à disposição de professores, alunos, pesquisadores e demais agentes que, de alguma forma, intervêm no sistema didático e em suas esferas influenciadoras. Estas dimensões são ampliadoras, nunca substitutas.

O uso crítico das diversas interfaces mediadoras é absolutamente essencial, o que conduz à argumentação em favor das estratégias como elementos reguladores, pois ali estão representadas as especificidades do processo, dos conteúdos e, muito especialmente, das *peçoas*, em forma de *planejamento*, ainda e sempre expressão essencial do trabalho didático. Ao preparar sua estratégia pedagógica com o uso das TICs, o professor agrega a dimensão transformadora da intervenção dos alunos, que experimentam, trocam, modificam os objetos de saber. E, nas conexões, nos múltiplos tempos e espaços, as descobertas povoam e se comunicam: inteligências em conexão, na argumentação de KERCKHOVE (2003); inteligência coletiva, como redargüiria LÉVY (1993). Por isso, a apropriação e uso crítico dos aparatos tecnológicos no contexto do planejamento didático deve ser um tema de relevo na formação de professores de Matemática em todos os níveis de ensino.

Referências bibliográficas

- BOGDAN, Robert C; BLIKEN, Sari K (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- BROUSSEAU, Guy (2001). Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, Cecília; SAIZ, Irma (Orgs). *Didática da Matemática*. Porto Alegre: Artmed.
- BROUSSEAU, Guy (1987). Fondements et méthodes de la didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble, n.7.2, p.33-115.
- CASTELLS, Manuel (2002). *A sociedade em rede* (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v.1). 6. ed. rev. amp. São Paulo: Paz e Terra.
- CHEVALLARD, Yves (2002). Organiser l'étude. Ecologie et regulation. *Actes de la 11^e École d'Été de Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- CHEVALLARD, Yves (1991). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage Editions.
- FROTA, Maria C.R.; BORGES, Oto (2004). Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na Educação Matemática. In: *Anais da 27^a reunião anual da Anped*. Caxambu, nov.2004.
- KENSKI, Vani M (2003). *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas: Papirus.
- KENSKI, Vani M; OLIVEIRA, Gerson P; CLEMENTINO; Adriana (2006). Avaliação em movimento: estratégias formativas em cursos *on-line*. In: SILVA, Marco; SANTOS, Edméa (Orgs). *Avaliação da aprendizagem em educação on-line*. São Paulo: Loyola.
- KERCKHOVE, Derrick (2003). Arquitetura da inteligência: interfaces do corpo, da mente e do mundo. In: DOMINGUES, Diana (Org.). *Arte e vida no século XXI: tecnologia, ciência e criatividade*. São Paulo: Editora Unesp.
- LÉVY, Pierre (1993). *Tecnologias da Inteligência*. São Paulo: Editora 34.
- OLIVEIRA, Gerson P (2009). Transposição didática: aportes teóricos e novas práticas. In: WITTER, Geraldina P; FUJIWARA, Ricardo (Orgs). *Ensino de Ciências e Matemática: análise de problemas* (no prelo).
- OLIVEIRA, Gerson P (2008). Generalização de padrões, pensamento algébrico e notações: o papel das estratégias didáticas com interfaces computacionais. *Educação Matemática Pesquisa*, v.10, n.2.