

# PESQUISAS EM INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Marcelo C. Borba\*  
Miriam Godoy Penteadó\*

## RESUMO

Neste artigo, apontamos algumas das principais preocupações das pesquisas em Educação Matemática, relacionadas ao uso de tecnologia da informação e da comunicação. A discussão aqui apresentada é primordialmente o resultado da reflexão sobre as diferentes pesquisas realizadas pelo pessoal do nosso grupo, o GPIMEM. Procuramos contemplar os estudos que tratam de questões epistemológicas, propostas pedagógicas, dos professores e educação à distância. Nossa análise é baseada nas noções de que o conhecimento é produzido por "seres-humanos-com mídias", ou seja, que é produzido por humanos e não-humanos, e de que aqueles que no cenário educacional querem lidar com tecnologias da informação e da comunicação precisam se dispor a realizar um movimento constante entre uma "zona de conforto" e uma "zona de risco".

## ABSTRACT

In this paper, we highlight some of the main concerns in mathematics education research related to the use of information and communications technology. The discussion presented here is primarily the result of reflection on the various studies carried out by member of our research group, GPIMEM. We sought to contemplate the studies that deal with epistemological questions, pedagogical proposals, teachers, and distance education. Our analysis is based on the notions that knowledge is produced by "humans-with-media", i.e., by humans and non-humans, and those who intend to deal with information and communications technologies within the educational landscape need to move constantly between the "comfort zone" and the "risk zone".

---

\* Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, SP.

## INTRODUÇÃO

Nos anos 80, existia uma intensa discussão no seio da comunidade educacional acerca da possibilidade do uso da informática na sala de aula. Nessa época, havia uma divisão entre aqueles que eram contra e os que defendiam tal uso. A grande maioria repudiava tal idéia. Os argumentos giravam em torno do alto custo dos equipamentos, de um provável fim da profissão docente e até da desumanização do aluno. Já a minoria, que era favorável, parecia “endeusar” as máquinas e apontar o seu uso como a saída para problemas relacionados à formação de professores e da aprendizagem. Ambos os lados pareciam ignorar uma análise da história das mídias, que sugere muito menos um aniquilamento de uma mídia por outra, e sim a sua incorporação a um rol de tecnologias e a transformação das mídias existentes. Essa idéia pode ser exemplificada pelo surgimento da escrita numa sociedade em que a comunicação se dava por meio oral. É claro que tal surgimento fez com que algumas práticas fossem descartadas, mas a oralidade não deixou de existir por conta da escrita. Nem coube à escrita a solução dos problemas da humanidade. Ela foi incorporada pela sociedade e transformou muitos aspectos da oralidade e foi, ela

própria, transformada pela oralidade em processos de interferências recíprocas.

É assim que, hoje, muitos pensam sobre a incorporação da informática nas práticas sociais. Em particular, é essa perspectiva que norteia os trabalhos do nosso grupo de pesquisa, o GPIMEM — Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, desde 1993. Uma visão mais detalhada do trabalho deste grupo pode ser encontrada na home page do grupo (<http://www.igce.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html>) ou em Penteadó e Borba (2000) ou Borba e Penteadó (2001).

Tal perspectiva foi reelaborada de forma “contínua” a partir de nossa interação com a comunidade de educadores e pesquisadores no Brasil e também no exterior. No Brasil, é certo que a interação em congressos, bancas e encontros informais com grupos da UNICAMP, da PUC – SP e da Universidade Santa Úrsula – RJ nos influenciou. Não é nossa intenção, neste artigo, uma análise de tal influência, mas deve ser dito que ela se deu tanto pela semelhança quanto pelo contraste de idéias e perspectivas. Cabe também realçar a existências de outros grupos importantes que desenvolvem trabalhos ligados ao tema, localizados, por exemplo, na UFRGS, UFSC, UFPE e UFCE, mas que tiveram um intercâmbio menor com o nosso

grupo. Já no exterior, nossa interação acontece com pesquisadores do TERC, Boston e da Universidade do Texas, em Austin, ambos nos EUA, e com o grupo da Universidade de Bristol, na Inglaterra.

É dessa posição que discutimos o tema Informática e Educação Matemática. Embora, como já mencionado anteriormente, mantenhamos contato constante com diferentes grupos na área, o que trazemos aqui é primordialmente o resultado da reflexão sobre as diferentes pesquisas realizadas pelo GPIMEM. Procuramos contemplar as pesquisas que tratam de questões epistemológicas, propostas pedagógicas, professores e da educação a distância. Nossa análise é baseada nas noções de que o conhecimento é produzido por “seres-humanos-com mídias”, ou seja, por humanos e não-humanos, e de que aqueles que no cenário educacional querem lidar com tecnologias da informação e da comunicação precisam se dispor a fazer um movimento constante entre uma “zona de conforto” e uma “zona de risco” (Penteado, 2001).

## O ENSINO E A APRENDIZAGEM COMO FOCO: QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS

Uma das questões presentes nos estudos sobre Informática e Educação Matemática, desde o seu início, no final da década de 80, até o momento atual, diz respeito ao processo cognitivo daquele que interage com a máquina. Em Geometria, as pesquisas inicialmente envolviam a linguagem Logo. Essas pesquisas traziam análises sobre como os estudantes pensavam sobre Matemática enquanto programavam a tartaruga, o ícone do Logo, para realizar uma determinada tarefa. A programação em Logo requer a formulação e reformulação dos procedimentos, envolvendo a análise dos erros cometidos. Isso gera um processo de reflexão que é fundamental na construção do conhecimento matemático. Há de se ressaltar que muitos pesquisadores brasileiros foram inspirados pelos trabalhos de Seymour Papert, que é o idealizador da filosofia de trabalho educacional com Logo. No Brasil, o NIED / Unicamp e o LEA da UFRGS foram os responsáveis pela difusão de grande parte dessas idéias, e por ter sido, o Logo, um dos primeiros *softwares* a ser utilizado nas escolas brasileiras.

Em meados da década de 90, vieram se somar ao Logo os *softwares* de Geometria Dinâmica. Exemplos de tais

*softwares* são: Cabri Geometre, Geometricks, Geometer Sketchpad, Cinderela, entre outros. Esses *softwares* possibilitam a construção de figuras geométricas que podem ser movimentadas na tela do computador sem perder os vínculos estabelecidos na construção inicial. Pelo ato de "arrastar", conseguimos quantas posições quisermos para uma dada figura, possibilitando ao usuário verificar propriedades, formular, comprovar ou refutar conjecturas.

Os *softwares* de Geometria Dinâmica constituem um ambiente que favorece atividades investigativas na sala de aula. Em especial, esses ambientes servem de base para várias pesquisas sobre demonstração em Geometria. Perguntas do tipo: "Qual a necessidade de demonstração diante do fato de que o arrastar do *mouse* proporciona rapidamente um grande número de amostras de uma dada construção geométrica?"; "O que entendemos como demonstração na Matemática escolar?"; "A familiaridade com *softwares* desta natureza facilita a aprendizagem de demonstrações formais em Geometria?" são algumas das que norteiam essas pesquisas. No Brasil, esses *softwares* são bastante difundidos entre pesquisadores e professores de todos os níveis escolares. Há um grupo da PUC - SP que tem desenvolvido diversas pesquisas e trabalhos de ensino e extensão nessa área.

Além da Geometria, funções é um outro tópico de interesse das pesquisas envolvendo o uso de tecnologia. Procura-se, por exemplo, compreender como o uso de planilhas eletrônicas pode transformar o ensino de funções trigonométricas ou como *softwares* gráficos (incluindo aqui as calculadoras gráficas) modificam o ensino de funções polinomiais e conceitos iniciais do Cálculo Diferencial e Integral. O uso de calculadoras gráficas e *softwares* gráficos como, por exemplo, Winplot, Fun e *softwares* voltados para diversas partes da Matemática como o Mapple, Derive e o Mathematica já acontece em trabalhos de pesquisa, extensão e ensino no Brasil.

O GPIMEM tem desenvolvido uma série de estudos que envolvem o conceito de funções e outros associados a ele, como derivada, taxa de variação e integral. Essas pesquisas são desenvolvidas tanto na sala de aula como em laboratórios onde "experimentos" de ensino são realizados. Em sala de aula, as calculadoras gráficas e *softwares* como o Fun e Winplot têm sido utilizados ao longo dos últimos dez anos com turmas de primeiro ano do Curso de Biologia, na disciplina "Matemática Aplicada", em um ciclo no qual há uma constante tensão entre desenvolvimento de atividades pedagógicas, reflexão e análise dos dados coletados em sala de aula. Nessa parte da pesquisa, investiga-se

como a Matemática se transforma em sala de aula quando há disponibilidade de tecnologias da informação e o uso de determinadas pedagogias empregadas pelo professor, tema que será tratado mais à frente neste artigo. As atividades com calculadoras gráficas são filmadas e analisadas por uma equipe do GPIMEM, que envolve um docente, bolsistas de iniciação científica e pós-graduandos.

A título de exemplo do tipo de mudança que ocorre quando trabalhamos com *softwares* gráficos, deve ser considerado que tarefas como “esboce o gráfico da função  $y=3x^2$ ” precisam ser abolidas ou modificadas, já que elas são feitas automaticamente pelo *software*. Ao invés, análises que envolvam ampla experimentação e desenvolvimento de conjecturas e socialização dos resultados obtidos com a coordenação do professor devem ser exercitadas, de modo que o *software* não seja subutilizado ou domesticado. Entendemos que uma mídia é domesticada quando se reproduzem nela práticas inerentes a mídias anteriores, e quando se condiciona o seu uso à expectativa de resultados iguais àqueles obtidos durante a utilização de uma mídia anterior. Nesse sentido, não buscamos estar condicionados aos princípios atrelados à escrita quando utilizamos a informática, embora as mudanças sejam lentas e tenham que ser negociadas com os diversos atores envolvidos.

Experimentos de ensino têm sido desenvolvidos, estando ou não articulados às questões de pesquisa discutidas acima. Neste tipo de pesquisa realizada em nosso grupo, mas não só aqui, alunos individualmente ou em duplas, ou professores, são entrevistados de forma a identificar, de maneira mais clara, como as tecnologias da informação e da comunicação modificam as formas como o conhecimento é produzido. Neste tipo de pesquisa, os experimentos de ensino são filmados, e outros traços do experimento, como as atividades propostas, o trabalho dos alunos e documentos pertinentes aos envolvidos na pesquisa são objeto de análise. Os vídeos são analisados entre uma entrevista e outra, em uma análise que é feita em conjunto com o desenvolvimento da pesquisa. Após o término desses experimentos, utilizando como guia uma pergunta específica de pesquisa, alguns episódios são transcritos e analisados pelo pesquisador que lidera o experimento de ensino. Algumas vezes, todos os vídeos são transcritos, transformando-se em mais um modo de se pensar os dados. Em diversos momentos, a análise dos vídeos leva a uma mudança da própria pergunta de pesquisa, o que é coerente com a noção de um *design* emergente de pesquisa adotado por muitos do grupo. Os episódios selecionados e os demais dados de um estudo são analisados por

outros membros do GPIMEM. Dessa forma, a análise é "triangulada" a partir de dados coletados de diferentes formas, mas também a partir de diferentes pesquisadores, que precisam ser convencidos pelo pesquisador principal de uma dada interpretação feita por este.

Tanto nos experimentos de ensino como nas pesquisas realizadas em sala de aula, terminologias como "transformação", "mudança", "relação de moldagem recíproca" têm sido utilizadas pelo GPIMEM para indicar como a informática altera a produção de conhecimento em sala de aula e como o ser humano se relaciona com essa tecnologia diferenciada, a tecnologia da informação. Evitamos fazer um julgamento de valor entre situações de aprendizagem com ou sem informática. São situações diferentes. Cada uma com suas peculiaridades. Mais do que saber se é melhor ou pior, interessa-nos compreender e explorar as possibilidades e dificuldades presentes num cenário educacional com informática.

Ao colocar as tecnologias da inteligência, terminologia de Levy (1993), como a oralidade, a escrita e a informática no centro da produção de conhecimento, queremos enfatizar que, da mesma maneira que não se pode pensar essa produção sem considerar a subjetividade, também não se pode pensá-la sem mídias.

O conhecimento é continuamente produzido por coletivos formados por atores humanos e não-humanos, ou seja, por seres-humanos-com-mídias. Dessa forma, ao contarmos com a participação de uma mídia qualitativamente diferente, o pensamento é reorganizado (Tikhomirov, 1981). Por exemplo, os computadores reorganizam o pensamento humano e não são simplesmente justapostos a um pensamento que é imune à mídia.

Baseado em autores como Levy (1993), Tikhomirov (1981), desenvolvemos essa noção de seres-humanos-com-mídias como a unidade básica que produz conhecimento, enfatizando que não há uma clara distinção entre subjetividade (ser humano) e objetividade (tecnologia) conforme é defendido por outros autores. O uso de tal construto teórico em Educação Matemática se consolidou também como um instrumento para a análise de dados. Por exemplo, uma pesquisa sobre a aplicação de uma dada seqüência pedagógica pode utilizar-se dessa noção para identificar os papéis exercidos por diferentes atores informáticos na Matemática produzida por um coletivo que envolve alunos, professor e computadores.

Dessa forma, em nosso grupo trabalhamos a questão de aprendizagem

e ensino, relacionada às seqüências pedagógicas desenvolvidas, sob uma perspectiva epistemológica que tematiza a relação entre tecnologias e seres humanos. Diferentes grupos no país fazem diferentes arranjos para lidar com a questão relacionada à aprendizagem, ensino e tecnologias da informação. Essa foi a questão inicial para praticamente todos os grupos, embora os caminhos tenham sido diferentes: alguns se ativeram a técnicas de ensino, outros se fixaram em um determinado *software* considerado ideal, outros buscaram inspiração na psicologia cognitiva, outros se dirigiram à filosofia da técnica, enquanto outros se dirigiram a questões epistemológicas. Obviamente, as opções acima não representam conjuntos disjuntos, e diferentes combinações foram feitas por diferentes grupos e se modificaram ao longo da década de 90.

#### A SALA DE AULA: ENFOQUES PEDAGÓGICOS E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Parte da pesquisa discutida no item anterior, no caso de nosso grupo, não foi feita na sala de aula. Foram “experimentos de ensino”, nos quais os pesquisadores, professores e alunos envolvidos buscavam a compreensão da natureza da Matemática produzida por alunos e mídias, em ambientes informáticos. Em geral, os coletivos investigados foram compostos por alunos (individualmente ou em duplas), professores / pesquisadores, computadores ou calculadoras gráficas em salas especiais. Sem dúvida, essas pesquisas contribuem para uma melhor compreensão de como os alunos pensam e constroem conhecimento ao interagirem com diferentes mídias. Mas isso é pouco se quisermos expandir o uso de informática nas escolas baseados na justificativa de que o acesso à tecnologia é fundamental para que não se aprofunde a noção de cidadãos de segunda classe neste país (Borba, 2002). É preciso também pensar na sala de aula e propostas pedagógicas que usufruam o potencial que as mídias informáticas oferecem ao serem integradas ao cenário educacional.

Nossa convicção é a de que a pedagogia influencia a informática em sala de aula, e vice-versa. Assim, por

exemplo, numa prática pedagógica baseada na seqüência: exposição teórica, exemplos e exercícios, a informática será utilizada para ilustração de, por exemplo, gráficos de uma dada função ou de sua derivada ou de uma construção geométrica. Essa prática utiliza pouco do que a informática pode oferecer. Por outro lado, se quisermos tirar vantagem de recursos mais avançados, oferecidos pelos ambientes computacionais, devemos pensar em práticas pedagógicas diferentes dessa que acabamos de mencionar apenas a título de contraste.

Nesse sentido, destacamos aqui a pesquisa que realizamos sobre a integração de modelagem — vista como um enfoque pedagógico no qual os alunos e o professor negociam a escolha do problema a ser estudado — com tecnologias da informação e comunicação como os *softwares* gráficos e com as interfaces como a WWW. Entendemos que os *softwares* gráficos permitem que mais tempo possa ser dedicado a pensar um determinado projeto escolhido para ser desenvolvido, e que a Internet e os seus sistemas de buscas permitem uma variação maior de temas escolhidos e diferentes formas de investigação. As novas tecnologias se prestam a um enfoque pedagógico que estimula a elaboração do problema e busca de resposta pelos alunos. *Softwares* de busca

permitem, ao lado dos livros que continuam disponíveis na biblioteca, que novas fontes e novos temas sejam escolhidos pelos estudantes. Novas possibilidades de trabalho interdisciplinar se configuram na medida em que um professor de Matemática e um aluno de primeiro ano de Biologia podem buscar informações básicas sobre aplicações de um dado assunto de forma mais rápida. *Softwares* que fazem ajustes de curvas permitem que os estudantes discutam sobre qual tipo de ajuste eles pretendem realizar, ao invés das contas para fazer um ajuste. De novo, cabe realçar que podemos pensar em termos de perdas e ganhos, mas acreditamos que devemos enfatizar o que se modifica, sem realizar um julgamento.

Temos também investigado o enfoque experimental, no qual, em geral, problemas internos à Matemática podem ser tratados de modo semelhante àqueles utilizados pelas ciências naturais no tocante à experimentação. De modo “quase-experimental”, os aprendizes, e muitas vezes os professores-pesquisadores, são instigados a investigar num coletivo envolvendo *softwares* gráficos as conjecturas geradas por eles sobre determinado tópico matemático. Em tal enfoque, é bastante comum que o problema original proposto seja completamente transformado por um

estudante ou pequenos grupos de estudantes. Nesse sentido, a informática permite que mais facilmente sejam utilizadas práticas ligadas a laboratórios que invertem a seqüência tradicional teoria-exemplo-exercício, para uma em que conjecturas são desenvolvidas por diversos grupos, são comparadas em seguida e, através da coordenação do professor, são socializadas e comparadas com aquelas aceitas pela Matemática acadêmica.

Investigamos tanto o enfoque experimental (tanto em Geometria como em funções), como a modelagem (também encontrada na literatura como trabalhos de projetos) em sua interface com as tecnologias da informação e da comunicação porque acreditamos que há uma sintonia entre aquelas e estas, e como educadores estamos envolvidos com esses movimentos. Não "provaremos" ao final que tal enfoque é melhor ou pior, apenas discutimos como a Matemática se transforma em tais ambientes. Como já deve ter ficado claro nessa seção, a questão dos professores é central, tanto nos enfoques aqui apresentados, como em qualquer outro. É dessa forma que a interface entre o professor e a informática se torna objeto de pesquisas, não só do GPIMEM, mas de diversos grupos de pesquisa espalhados pelo país.

## OS PROFESSORES EM CENA

Como já mencionamos, um dos grandes objetivos das pesquisas nessa área é trazer contribuições para a integração de tecnologia informática no cenário educacional. Sendo o professor um dos atores principais no coletivo da sala de aula, faz-se necessário compreender que conseqüências tal integração tem trazido para a prática docente.

O caminho rumo ao uso de tecnologia da informação e comunicação na escola é repleto de desafios que refletem uma combinação de riscos e oportunidades. É um caminho novo para a grande maioria dos professores e, como outras inovações educacionais, requer mudanças na maneira de interagir com os alunos, no planejamento e desenvolvimento das aulas, na seqüência curricular, na prontidão para lidar com incertezas, entre outras. As pesquisas mostram que nem sempre essas mudanças acontecem. O professor pode integrar a tecnologia informática em sua prática a partir de uma perspectiva de adequação, isto é, enquadrar a tecnologia a uma prática tradicional, sem questionamentos sobre sua pedagogia. São aqueles que procuram caminhar numa zona de conforto, onde quase tudo é conhecido, previsível e controlável. Mudanças envolvem movimento, e nem

sempre há disposição para isso. Ainda que haja insatisfação, e muitos professores manifestem-se insatisfeitos com sua prática, são poucos os que se movimentam em direção a um território desconhecido e enfrentam riscos. Entre aqueles que o fazem, podemos destacar a ousadia e flexibilidade para reorganizar as atividades na medida do necessário. Mudam as rotinas e, antes de tudo, abrem-se para um processo de negociação com os alunos e com outros que atuam no cenário escolar. Aceitam atuar numa zona de risco. Porém, ainda que cada um tenha que encontrar a sua rota e estabelecer suas prioridades, esse processo não depende apenas da vontade individual do professor. Os estudos sobre as implicações do uso de tecnologia informática para a prática docente apontam para a necessidade de ações que forneçam estímulo e suporte para que o professor consiga lidar com as incertezas e imprevisibilidades de um ambiente informatizado. Que ações seriam essas? Como elas podem ser implementadas? Eis algumas das perguntas que norteiam pesquisas sobre isso.

No GPIMEM, após a pesquisa que analisou a prática docente com uso de tecnologia informática, trazendo à tona a noção de zona de conforto e zona de risco, iniciaram-se outras com foco nas ações de formação / suporte para os professores.

Uma delas foi sobre o processo de colaboração que se estabeleceu entre os professores para encontrar estratégias para utilização de computador na aula de Matemática. Foram identificados alguns indícios de mudanças no pensamento e prática desses professores, bem como fatores que podem incentivar ou barrar tais mudanças. É de se destacar que mesmo trabalhando num ambiente propício à reflexão, com leitura de textos, apoio técnico e outro tipo de suporte, esses professores quase não questionaram o conteúdo matemático que estavam ensinando em relação aos recursos da tecnologia que utilizavam. Nesse sentido, houve uma adequação da tecnologia à prática usual. A análise feita é a de que o tempo em que os professores estiveram envolvidos nesse processo de reflexão, aproximadamente um ano, não foi o bastante para que se efetuassem mudanças dessa natureza.

Outras duas, em andamento, analisam a formação de professores de Matemática no PROINFO — Programa Nacional de Informática na Educação, em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Fazem um estudo sobre as ações governamentais para a área de Informática Educativa e analisam a organização e a implementação da formação em Informática para os professores de Matemática da escola

pública do Estado de São Paulo. A primeira traz uma análise mais geral sobre a perspectiva de formação, que direciona as ações do governo, e como essas atingem os professores nas escolas. Já a segunda tem como foco a experiência do professor de Matemática como multiplicador na área de Informática Educativa. Multiplicador é aquele professor responsável por organizar atividades de formação, mais precisamente, ministrar cursos para seus colegas professores. O interesse aqui é saber como esses professores vivenciam essa experiência e o que estão conseguindo realizar com os seus colegas professores.

Ainda com o olhar nos professores, destacamos uma outra pesquisa que procura conhecer as características de professores que caminham em direção ao uso de tecnologia na sala de aula. Essa pesquisa tem como foco os professores que utilizam *softwares* de Geometria Dinâmica tais como Cabri e Geometricks. Um dos resultados a ser destacado é que grande parte desses professores está engajada em programas de formação continuada, quer através de cursos, quer como membros de grupos de pesquisas em universidades. Poucos tiveram a oportunidade de discutir o tema tecnologia informática e Educação Matemática durante o seu curso de formação inicial.

O engajamento de professores em atividades de formação continuada é apontado como essencial para uma prática docente aberta a inovações e mudanças. Nesse sentido, temos pesquisado como uma rede pode ser um tal espaço de formação. Constituímos uma rede de professores da escola básica, alunos da licenciatura em Matemática e professores da universidade, a Rede Interlink. Os membros dessa rede podem interagir presencialmente, através de encontros nas escolas e na universidade e, virtualmente, com recursos da Internet. No momento nosso objetivo é produzir e difundir experiências que contribuam para a expansão do uso de tecnologia informática na sala de aula de Matemática das escolas públicas. Embora essa rede possa ser ambiente para diferentes pesquisas, nosso interesse é compreender como os professores de Matemática da escola se engajam numa atividade desta natureza.

Uma primeira análise revela a rede como um suporte essencial para os professores. Desde um suporte para introdução à informática básica, considerando que muitos não possuem nenhuma familiaridade com computadores, até um espaço de aperfeiçoamento para aqueles mais adiantados. Nossa ação é no sentido de ir além da familiaridade com o uso da máquina e utilizar as tecnologias para transformar a prática docente.

O engajamento em rede de trabalho é algo novo e experimental para todos os envolvidos, e é preciso que ele se integre ao cotidiano escolar como uma prática possível. Embora a maioria reconheça a importância da rede como espaço de formação / suporte, ainda são poucos os professores que participam além dos encontros em sua escola. Por exemplo, são poucos os que se manifestam na lista de discussão eletrônica ou que solicitam sugestões de atividades ou mesmo a presença de alguém para discutir dificuldades ou novos projetos. Isso acontece mesmo havendo pessoas disponíveis para isso, na universidade ou nas diferentes escolas, existindo um tempo na carga horária do professor especialmente previsto para esse tipo de atividade (HTPC — horário de trabalho pedagógico coletivo). O surgimento dessa nova possibilidade de trabalho traz à tona a necessidade de uma reorganização do trabalho do professor e de sua forma de interagir com os outros. Em nossa pesquisa, queremos compreender como isso pode ocorrer, e se a reorganização que estamos aqui trabalhando é de natureza semelhante àquela já discutida anteriormente neste artigo. Nosso olhar está voltado para a produção, difusão e utilização de conhecimentos sobre informática e Educação Matemática que acontecem na interação na rede. Trabalhos desta

natureza também vêm sendo discutidos por outros grupos de pesquisa. Vale destacar que as possibilidades de interação virtual pela Internet é algo que recebe especial atenção nas pesquisas mais recentes sobre formação de professores. Espera-se que os conhecimentos gerados revelem aspectos que estimulem / fortaleçam o engajamento de professores em formas não convencionais de formação continuada.

### EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Após a consolidação da interface WWW, diversos grupos no país retomam a temática da Educação a distância, que se encontrava um pouco estagnada como tema de pesquisa. Isso resulta em um crescimento exponencial da produção nessa área. Tal questão influenciou também o GPIMEM, que em 1998 iniciou seus trabalhos em Educação a distância. Nesse primeiro momento analisamos um curso que era oferecido por uma outra instituição (ver Pentead e Borba, 2000, para maiores detalhes) e em seguida passamos a desenvolver um modelo para um curso a distância. Em 1999, estudamos boa parte da literatura disponível a respeito e desenvolvemos levantamentos sobre o que estava sendo oferecido na Internet. O autor desse artigo, uma doutoranda e o técnico associado a nosso grupo, se empenharam nessa tarefa, e

em 2000 foi ofertado um curso de extensão utilizando sala de bate-papo, lista de correio eletrônico e murais WWW. Tal curso foi novamente oferecido nos dois anos subseqüentes, e é baseado em um modelo que privilegia relações síncronas (bate-papo), mas também abre espaço para relações assíncronas. Dois projetos de pesquisa têm sido desenvolvidos ao mesmo tempo que ofertamos esse curso de extensão. Um deles baseia-se na natureza das transformações que ocorrem em uma sala virtual, identificando como que coletivos seres-humanos-com-mídias se relacionam ao estudarem Educação Matemática em um ambiente virtual. Ligado a este estuda-se também um caminho para que o virtual e o presencial sejam contrastados de maneira que não caiamos mais uma vez no debate sectário, que caracterizou no início dos anos 80 a primeira onda de introdução da informática na escola. Visando evitar mais uma vez o debate "EAD que aligeira o ensino" versus "EAD que salva nossa Educação de todos os males", esse segundo projeto identifica características das duas modalidades educacionais. Ambos os projetos estão em fase de desenvolvimento, embora o primeiro esteja perto de ser concluído. O segundo deverá também resultar em recomendações sobre como a EAD pode ser utilizada em nível de Pós-Graduação stricto sensu.

A relação entre informática e formação inicial e continuada de professores, já descrita anteriormente neste artigo, assumiu também, nos últimos anos, um forte caráter virtual em nosso grupo de pesquisa, devido à própria expansão do projeto Interlink. Combinações de interações virtuais com presenciais têm sido estudadas como uma alternativa à proposta de cursos para professores. Interações mais constantes, mas que ao mesmo tempo sejam viáveis tanto para professores da escola básica como para professores universitários, têm sido desenvolvidas por diferentes grupos no país.

#### CAMINHOS DE PESQUISA

Neste artigo, apresentamos um panorama dos temas de pesquisa sobre informática e Educação Matemática desenvolvidos neste país. Em nenhum momento tivemos a pretensão de fazer um trabalho exaustivo sobre o assunto, que englobasse as quase duas décadas de estudos sobre o assunto. Identificamos, sim, algumas tendências centrais que têm caracterizado essa região de inquérito, e utilizamos um grupo de pesquisa para ilustrar de forma um pouco mais detalhada os temas tratados. Mas nem mesmo o trabalho do GPIMEM foi abordado de forma completa. Por exemplo, não citamos as questões que ligam a noção

de corpo humano e suas relações com sensores e outras interfaces associadas às tecnologias da informação e comunicação. Nesse tema, nosso grupo tem sido pioneiro, e publicações e apresentação em congresso já estão em andamento. Pesquisas envolvendo robótica são ainda embrionárias em nosso grupo, embora já aconteçam há alguns anos. Há grupos no país, entretanto, onde isso já ocorre há muito tempo, em particular utilizando o Lego-Logo como sistema que engloba comandos computacionais, sensores e artefatos plásticos. Existe também, como o leitor já pode ter notado, no trabalho junto aos professores, o germe de uma discussão mais ampla sobre políticas públicas na área de informática. Ao analisarmos como os professores de Matemática em diferentes instâncias estão vivenciando políticas públicas, estamos sinalizando um promissor caminho ligando práticas locais a políticas públicas globais.

Entendemos, então, que embora os temas desenvolvidos com maior fôlego, como ensino e aprendizagem, questões epistemológicas, professores e educação a distância ainda ocuparão espaços nas pesquisas que serão apresentadas nos próximos anos, outros como robótica, políticas públicas e a relação corpo-Matemática-tecnologias ganharão destaque na área de informática e Educação Matemática no futuro próximo.

## AGRADECIMENTOS

Embora eles não sejam responsáveis pelo conteúdo deste artigo, agradecemos a Ana Paula Malheiros, Audria Bovo, Antonio Olimpio Jr., Ana Flávia Mussolini, Fernanda Bonafini, Francisco Benedetti, Norma Alevatto, membros do GPIMEM que criticaram versões iniciais do mesmo e Anne Kepple, responsável pelo Abstract.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORBA, M. C., PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. (Coleção Tendências em Educação Matemática.)

BORBA, M. C. O Computador é a solução: mas qual é o problema? In: SEVERINO, A. J., FAZENDA, I. C. A. (orgs.). *Formação docente: rupturas e possibilidades*. Campinas: Papirus, 2001. p.141-161.

LEVY, P. *As Tecnologias da Inteligência*. São Paulo: Editora 34, 1993.

PENTEADO, M. G. Computes-based learning environments: risks and uncertainties for teachers. *Ways of Knowing Journal*, Vol. I, n. 2, Autumn, 2001.

PENTEADO, M. G. e BORBA, M. C. (org.). *A informática em ação – formação de professores, pesquisa e extensão*. Editora Olho d'água, 2000.

TIKHOMIROV, O. K. The Psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J.V. (ed.). *The concept of activity in sovietc psychology*. New York: M. E. Sharpe Inc., 1981. p.256-278.