

PERFIS DE ENTENDIMENTO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

FROTA, Maria Clara Rezende - PucMinas

BORGES, Oto - UFMG

GT: Educação Matemática /n.19

Agência Financiadora:. CNPq

Estudos conduzidos em diferentes países apontam a existência de concepções distintas acerca de tecnologia e suas implicações na educação escolar (REIS,1995; RIBEIRO E PONTE, 2000). Tais concepções sustentam a política educacional dos países, traduzindo-se em documentos contendo um conjunto denso de orientações curriculares, cuja leitura pode permitir inferências acerca das crenças, das concepções de educação e dos valores que cada comunidade atribui à tecnologia e à educação tecnológica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio ao apresentarem as novas diretrizes para o ensino de matemática salientam o seu papel para a discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia. Um segundo aspecto salientado é a interconexão tecnologia e matemática:

- *“perceber o papel desempenhado pelo conhecimento matemático no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história”;*
- *“acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade”* (BRASIL, 2002, p. 117-118).

Tais objetivos educacionais estão ligados a uma das três *“grandes competências”* que a área de ciências da natureza e matemática *“elegeu ... como metas a serem perseguidas durante essa etapa da escolaridade básica”*.

O uso da tecnologia na educação básica está, assim fortemente presente no discurso educacional oficial, e já deve ter sido incorporado ao discurso de professores da educação básica.

Avanços na passagem do discurso curricular para a prática efetiva em sala de aula são pequenos e incipientes. Uma das principais queixas dos professores brasileiros é a dificuldade de acesso à tecnologia nas escolas. Não há dados disponíveis de levantamentos nacionais sobre o número de computadores, de calculadoras e de outros

equipamentos por escolas. Nos EUA apesar da alta relação computador/aluno¹ o uso educacional de computadores para ensinar ciências ou matemática é ainda baixo (BECKER, 2001).

A nosso ver, a superação das barreiras para o uso efetivo de tecnologia nas escolas depende de dois movimentos paralelos: do professor enquanto sujeito, no sentido de se formar para uma incorporação tecnológica, e do sistema educacional, enquanto responsável pela implantação das condições de incorporação da tecnologia na escola.

Centramos o foco de nosso trabalho no movimento que cada professor de matemática precisa realizar, com vistas a sua própria formação para a tecnologia. Entendemos que tal percurso compreende três etapas, que correspondem a uma evolução do entendimento do professor sobre as concepções do uso da tecnologia na Educação Matemática e de sua atitude de *consumir a tecnologia para incorporar a tecnologia e matematizar a tecnologia*.

Cada uma dessas concepções é inicialmente explicitada. A seguir busca-se captar esse percurso de formação entre professores de matemática, relatando uma pesquisa desenvolvida junto a alunos de um curso de especialização, enquanto vivenciando possibilidades de conhecer tecnologias para o ensino de matemática, que poderiam levar futuramente à incorporação de tais tecnologias no seu fazer docente.

CONCEPÇÕES SOBRE O USO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Nas pesquisas sobre o papel que as “novas tecnologias” e as tecnologias de informação e comunicação (TICs) poderiam desempenhar na educação matemática, e nos documentos de propostas curriculares oficiais de diversos países, identificamos grandes categorias de argumentos que caracterizam duas concepções. A primeira concepção, que denominamos *consumir tecnologia*, está relacionada aos argumentos que essencialmente sustentam serem as novas tecnologias e as TICs recursos poderosos para ensinar e aprender matemática. As visões aglutinadas na segunda concepção, que denominamos *incorporar tecnologia*, sustentam que ao se assenhorearem das novas

¹ O número de computadores chega a 13,6 milhões para 111000 escolas dos Estados Unidos, em média 1 computador para cada 4 estudantes. Para cada computador destinado ao ensino conectado à internet há 7 estudantes, em média (US CENSUS BUREAU, 2003). Esses números evoluíram rapidamente passando de 1 computador para cada 14 estudantes em 1992 para 1 computador para cada 6 estudantes em 1998 (ANDERSON e RONNKVIAL, 1998).

tecnologias e das TICs, transformando-as em ferramentas e instrumentos cognitivos, professores e educandos mudam a forma de fazer matemática e mudam a forma de pensar matematicamente. Algumas das visões subjacentes a essa concepção avançam ao afirmar que as novas tecnologias e as TICs mudam a própria matemática que se ensina, se faz e se aprende.

Acrescentamos uma terceira concepção, não identificada na literatura, e que denominamos *matematizar a tecnologia*, ligada às idéias de que as tecnologias e as TICs, além de desempenharem os papéis de recurso de ensino e de aprendizagem, e de ferramenta e de instrumento de pensar, podem tornar-se fontes de renovação de abordagens curriculares de temas consagrados na educação matemática básica e universitária, bem como fontes de novas temáticas para o currículo de matemática. Discutimos a seguir cada uma dessas três categorias, procurando relacioná-las às concepções de tecnologia subjacentes.

CONSUMIR TECNOLOGIA

Talvez seja essa a concepção de uso da tecnologia mais comumente encontrada na comunidade de professores de matemática. Ela é comum por ser muito difundida nos discursos de autoridades educacionais. Também aparece e de forma mais intensa nos discursos do marketing da indústria e do comércio educacional, aqueles agentes econômicos e sociais que gravitam em torno dos sistemas educacionais. Em ambos os tipos de discursos há uma ampla defesa de que a educação pode ser mudada pela tecnologia, ou seja, produtos e processos tecnológicos seriam capazes de modificar os processos de ensino e aprendizagem, tornando-os mais atrativos, motivadores, eficazes e eficientes. Obviamente tais discursos não são neutros. Industriais e comerciantes educacionais são movidos pelo interesse em criar mercados e consumidores para seus produtos e serviços. Autoridades educacionais são principalmente movidas pelo desejo de conseguir, ao mesmo tempo, ampliar a quantidade, melhorar a qualidade e diminuir os custos dos serviços educacionais prestados pelo governo.

Comum a todos esses dois tipos de discursos é a ênfase na idéia de que a tecnologia pode tornar mais eficientes as rotinas educacionais. Em um influente artigo, Drucker (1999) discutiu o processo pelo qual uma nova tecnologia se difunde e se estabelece no cotidiano de uma sociedade. Ele introduziu a idéia de que, ao surgir uma nova tecnologia, seu primeiro uso é para automatizar as tarefas feitas com uso intensivo de trabalho humano. Isso muda a escala de produção e de produtividade, cria explosivos

mercados gerando multidões de consumidores, mas perversamente trás consigo o desemprego maciço nos setores modernizados. Tais efeitos ajudam a entender tanto os discursos das autoridades educacionais, quanto algumas reações negativas principalmente entre professores.

Nós acreditamos que entre os professores e demais agentes educacionais a primeira concepção sobre o uso de tecnologia no ensino que se desenvolve é exatamente aquela que vislumbra a automatização das tarefas docentes. Por exemplo, nos artigos sobre a adoção das TICs na educação, na década que vai de meados de 1980 até meados de 1990 predominam aqueles com defesas veementes das promessas de aprendizagem rápida, de ensino eficaz e eficiente, entre outras tantas outras promessas da adoção da tecnologia na sala de aula (GRINESKI, 1999). É a fase dos tutoriais que ensinarão aritmética, álgebra, geometria, utilizando estratégias baseadas na arquitetura da página seguinte (SCHANK E BIRNBAUM, 1996). Na década de 1980, com a difusão dos primeiros PC e dos programas em DOS, esse tipo de programa era muito popular, tanto entre quem desenvolvia, como entre quem tentava usar (VALENTE, 2001).

Para nós o que é importante nessa primeira concepção sobre o uso da tecnologia na educação matemática é aquilo que ela promove quando implementada: ela promove a formação de consumidores de tecnologia, pessoas que podem se tornar dependentes da tecnologia para realizar as mesmas tarefas que eram feitas sem o recurso tecnológico. Mas nós distinguimos dois níveis de entendimento dessa concepção. O primeiro nível consiste em entender que o uso da tecnologia pode promover a automatização de todas as tarefas educacionais, principalmente as docentes. A esse nível de entendimento denominamos *consumir tecnologia para a automatização das tarefas*.

A literatura mostra que há nos projetos de uso de tecnologia na educação matemática, que se fundamentam na visão de *consumir tecnologia para a automatização de tarefas*, um grande risco de se produzir uma estagnação didática e, sobretudo, curricular: fazer a mesma tarefa antiga apenas com novas tecnologias, fazer a mesma matemática de sempre, utilizando novos recursos. Nesse caso, o professor que consome a tecnologia pode utilizá-la apenas como um recurso didático para impressionar o aluno, dando uma fachada nova para uma instrução matemática convencional. Essa postura corresponde a considerar *tecnologia como serva*, uma metáfora identificada por Goos et al (2003, p. 78) ao descreverem o papel da tecnologia na educação matemática: “..tecnologia é usada como uma substituição rápida e confiável

para os cálculos mentais, no lápis ou no papel, mas as tarefas da sala de aula permanecem inalteradas.”

Adotamos na perspectiva teórica a idéia de que as concepções e entendimentos dos professores se desenvolvem, influenciadas pelo seu conhecimento da tecnologia, experiência e familiaridade pessoal com o uso da tecnologia, experiências docentes com o uso da tecnologia em situação real de sala de aula, sua segurança profissional no uso de objeto e processos tecnológicos, etc... Assim, vemos que mesmo a incorporação do uso da tecnologia na educação matemática segundo o entendimento de *consumir tecnologia para a automatização das tarefas* pode representar um avanço em termos educacionais, na medida em que o foco do ensino de matemática pode deixar de ser operacional ou procedimental, para assumir uma perspectiva mais conceitual.

O professor, após estar suficientemente familiarizado com o uso da tecnologia tanto em experiências pessoais, como em experiências para automatizar suas tarefas educacionais docentes, consegue vislumbrar novas formas de propor as mesmas tarefas matemáticas antigas, porém agora focalizando aspectos que anteriormente não eram destacados e valorizados. Conceber essa mudança de foco nas tarefas matemáticas constitui o segundo nível de entendimento dessa concepção - *consumir tecnologia para mudar o foco das tarefas*. As ações compatíveis com esse nível de entendimento são similares àquelas descritas pela metáfora de *tecnologia como mestra* à qual alunos e professor, com pouco ou nenhum conhecimento, se submetem de modo subserviente (Goos, 2003). Professores e alunos são capazes de seguir rotinas de uso e de procedimentos para executar novas tarefas que se propõem. Conseguem avançar e executar até tarefas mais complexas, mas são dependentes da tecnologia, ou de alguém que anuncie as etapas de procedimento. Por serem capazes de manipular e se referir aos objetos e processos tecnológicos consumidos, aparentam ter uma autonomia de ação, que na verdade lhes falta, pois como notou Gatti (1992) quando somos capazes de manipular mecanicamente, sem dominar o que chamou de “lógica da tecnologia”, procedemos “*segundo as regras de outrem que nos impõe formas de pensar e agir mecânicos*” (p.157).

A facilidade computacional introduzida por uma calculadora, mesmo na sua versão mais simples, que apenas permite realizar umas poucas operações e memorizar dados, pode despertar o aluno para o problema proposto, possibilitando-lhe concentrar esforços em pensar soluções e analisar possibilidades, em detrimento da tensão ou

tempo consumido em realizar cálculos. Uma série de estudos permite comprovar o papel da calculadora ou do computador no ensino da matemática, além dos trabalhos que investigam, por exemplo, as novas formas de comunicação em processos de EAD. Muitas das pesquisas consistem na verificação do desempenho de alunos ou professores usando determinados softwares, ou na exploração de ferramentas para estudos de tópicos específicos como Geometria, Álgebra, Cálculo e Estatística, focalizando, algumas delas a formação de professores para o uso das TICs (veja, p. ex. VAZ, HEALY, 2003; BITTAR, CHAACHOUA, 2003; PONTE et al. 2003, MISKULIN, 2003).

Utilizar tecnologia na educação matemática segundo a concepção de *consumir tecnologia* pode trazer eficiência para a realização das tarefas antigas, mas também pode gerar dependência na consecução da tarefa. De certa forma esse efeito se faz notar hoje, principalmente na universidade, quando alunos só conseguem sucesso em tarefas matemáticas, antes realizadas com lápis e papel, através do uso de suas calculadoras gráficas. Exatamente por isso muitos professores universitários passam a admitir o uso de calculadoras gráficas em suas aulas e provas, induzidos principalmente pelas mudanças introduzidas nos livros textos, mas não avançam modificando suas aulas e mudando o foco das tarefas matemáticas.

INCORPORAR TECNOLOGIA

Pesquisadores de vários países têm se dedicado à pesquisa acerca do uso de novas tecnologias no ensino de matemática, desenvolvendo investigações valiosas de seu potencial no desenvolvimento de conceitos matemáticos da álgebra, da geometria, do cálculo, entre outros (KAPUT, 1992).

Não apenas as vantagens, mas os obstáculos decorrentes de tais tecnologias têm sido investigados. Se por um lado novas tecnologias no ensino de matemática podem facilitar o desenvolvimento de uma atitude matemática investigativa, podem também gerar obstáculos epistemológicos ao entendimento de determinados conceitos (p.ex. CARVALHO e GIRALDO, 2003).

Entendemos que também essa concepção *incorporar tecnologia* admite dois níveis de entendimento. Num primeiro destes, o professor entende que em virtude do acúmulo de experiências pessoais com o uso de tecnologias, a incorporação da tecnologia pelo educando se acentua e as formas de fazer matemática se modificam: o

uso de calculadoras gráficas, o uso de calculadoras simbólicas, o uso de simulações, a construção de modelos, o teste de hipóteses numéricas dentre outras, passam a constituir o arsenal de estratégias que se usa para fazer matemática. É claro que mudar a forma de fazer matemática implica em mudar também as tarefas matemáticas e problemas tradicionais podem assumir versões mais complexas.

Num segundo nível, o professor entende que a incorporação de novas formas de fazer matemática leva os educandos a desenvolverem novas formas de pensar e resolver problemas. Por exemplo, podem passar a utilizar mais as representações gráficas, os recursos de visualização, as construções geométricas dinâmicas, o pensar algorítmico, as regras heurísticas inferidas de situações anteriores, o teste da plausibilidade de hipóteses antes de tentar a sua demonstração, etc. Nesse estágio de incorporação da tecnologia na realização das tarefas matemáticas uma planilha é manipulada como um instrumento de pensamento, algo que você pode manejar com destreza e cuidado para realizar uma tarefa e produzir um resultado confiável. Da mesma forma maneja-se uma calculadora ou um aplicativo de cálculo simbólico. Tarefas executadas com o auxílio da tecnologia e incorporadas como ferramentas e instrumentos cognitivos passam a ser usadas como conhecimentos subsidiários, deixando de drenar atenção mental para sua realização.

O primeiro dos níveis de entendimento anteriores é similar àquele descrito pela *tecnologia como parceira* (GOOS et al., 2003). Segundo os autores essa metáfora descreve o estágio em que a tecnologia é usada criativamente na educação matemática, para facilitar o entendimento ou explorar diferentes perspectivas. Seu uso permite aumentar o poder que os estudantes exercem sobre a sua aprendizagem. Além disso, a tecnologia funciona como mediadora de uma discussão matemática em sala. Já o segundo nível de entendimento é análogo ao descrito pela metáfora da *tecnologia como extensão do self* (GOOS et al., 2003). Nesse estágio, alunos e professores se vêm fazendo matemática através da incorporação de uma competência tecnológica, como parte natural do processo.

Na linha dessa última metáfora, podemos colocar os estudos sobre sujeitos e mídias, em que uma incorporação e mesmo uma corporificação tecnológica é pressuposta no fazer matemático e “conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres-humanos-com-mídias, ou seres-humanos-com-tecnologias” (BORBA e PENTEADO, 2001, p.46). Tais concepções do uso da tecnologia estão em sintonia com

as concepções do conhecimento matemático, decorrente de avanços da ciência cognitiva, em sua versão corpórea (LAKOFF e NÚÑEZ, 2000).

Alguns pesquisadores ressaltam que a incorporação da tecnologia pode mudar também a matemática que se faz na escola. A disponibilidade de calculadoras e planilhas eletrônicas levou a uma valorização dos conhecimentos elementares das técnicas estatísticas na educação básica, a ponto de as diretrizes curriculares do NCTM (2000), por exemplo, pretenderem que os educandos da educação básica aprendam sobre o algoritmo da regressão linear (ajuste de mínimos quadrados) e sua interpretação, algo inusitado há 30 anos atrás. Da mesma forma passa a ser valorizada a solução de modelos iterativos.

Embora *incorporar tecnologia* como recurso que muda o modo de pensar e fazer matemática possa imprimir aos processos de ensino e de aprendizagem um caráter mais inovador, pode também acarretar uma dependência do recurso tecnológico, de tal forma que a aprendizagem só ocorre em função do mesmo. Este fenômeno é descrito por Trouche (2003): a sofisticação do recurso, com a passagem da calculadora gráfica para a simbólica pode gerar um empobrecimento e até mesmo o desaparecimento do conceito matemático.

Os níveis de entendimento que descrevemos nas concepções *consumir tecnologia* e *incorporar tecnologia* podem ser vistos como pontos de equilíbrio possíveis no desenvolvimento de uma relação dialética consumido-consumidor. Num primeiro momento da dinâmica dessa relação o consumidor (professor ou educando) consome novos procedimentos e condutas, segundo as necessidades e limitações dos objetos e processos tecnológicos. A dinâmica inicial é dominada, assim, pelas potencialidades e limitações da tecnologia. À medida que se aprofunda o uso da tecnologia, o consumidor reage positivamente a essa dinâmica, inicialmente incorporando a novidade do mundo externo ao mundo interno, àquilo que já sabe e entende (atividade que Piaget chama assimilação). Persistindo e travando uma negociação com o novo, que o leva a um ajuste de seus esquemas mentais, mais à frente reestrutura seu arsenal de condutas e estratégias (atividade que Piaget denomina acomodação). Assim o gerador de dinâmica se desloca das potencialidades e limitações da tecnologia para as capacidades e criatividade do consumidor.

Há riscos de que a relação se estabilize em qualquer um dos níveis de entendimento que enumeramos anteriormente. Se isso ocorre, significa que o processo educacional não foi levado ao seu pleno desenvolvimento. Mas é possível ir além nesta dinâmica dialética. Podemos conceber dois novos papéis para a tecnologia na educação matemática: a tecnologia enquanto fonte de temas para a educação matemática e a tecnologia enquanto objetivo da educação matemática. Esses dois novos papéis são os níveis de entendimento de uma terceira concepção, que denominamos *matematizar a tecnologia* e que não foi explicitamente identificada em nenhuma literatura que conhecemos.

MATEMATIZAR A TECNOLOGIA

Nessa concepção a tecnologia pode ser incorporada à educação matemática, não como recurso ou ferramenta material ou simbólica, mas como um objeto curricular de matemática valioso em si e por si mesmo. Ela se torna objeto de estudo matemático e objetivo do estudo da matemática. O primeiro nível consiste num entendimento de *matematizar a tecnologia enquanto fonte de temas matemáticos*. Nesse nível reconhece-se que há muito conhecimento matemático incorporado aos objetos tecnológicos e processos tecnológicos. Assim, o esforço do ensino e do estudo deve se concentrar no desvelar da matemática subjacente e incorporada a cada objeto ou processo tecnológico. Alguns exemplos de temas possíveis: que matemática torna possível a construção de um relógio digital, que matemática possibilita a identificação de uma impressão digital, que matemática permite funcionar um sistema de GPS, ou de um radar, qual é a matemática embutida na telefonia celular, ou em uma tomografia computadorizada. Enfim é desvelar a matemática que está em ação nos objetos e processos tecnológicos que usamos no nosso cotidiano. Isso implica em ver a matemática como uma força conformativa da realidade social em que vivemos. Essa matemática não é muito diferente da matemática que usualmente estudamos, mas ela é especialmente trabalhada e adaptada para permitir expressar certos modelos e tratar certas situações.

O professor entende que o educando ao ver a matemática em ação desenvolverá um senso de posse sobre a tecnologia e poderá compreender que objetos e processos tecnológicos obedecem a regras e limites determinados pelos modelos matemáticos que utilizamos. Esse assenhoreamento é que permitirá ao consumidor de tecnologia transcendendo essa sua condição desenvolver a capacidade de criticar, no sentido de

emitir opiniões informadas e judiciosas, o uso e a adequação de cada tecnologia que utiliza.

Um nível mais avançado e que denominamos *matematizar a tecnologia modelando objetos e processos*, consiste em entender que a educação matemática pode visar o desenvolvimento da habilidade de elaborar modelos de objetos e processos com um propósito em mente. Consiste no desenvolvimento da capacidade de projetar tecnologias e de adaptar a matemática disponível para resolver problemas reais e concretos, ou projetar processos que criarão novas realidades sociais. “*O indivíduo, ao mesmo tempo que observa a realidade, a partir dela e através de novas idéias (mentefatos) e de objetos concretos (artefatos), exerce uma ação na realidade como um todo*” (D’AMBROSIO, 1986, p.38).

Nessa linha se insere o trabalho de Bassanezzi, na implantação da modelagem matemática na escola com sua dupla função de estratégia epistemológica e estratégia de ensino-aprendizagem. Enquanto estratégia epistemológica a modelagem matemática pressupõe o desenvolvimento de atividades intelectuais de experimentação, abstração, resolução, validação e modificação do modelo, constituindo uma das mais importantes estratégias. Bassanezzi tem atuado na capacitação de professores, dentro da perspectiva que “*trabalhar com Modelagem Matemática em tais cursos, não visa simplesmente ampliar o conhecimento matemático dos professores cursistas, mas sobretudo, desenvolver a forma de pensar e agir destes profissionais*” (BASSANEZZI, 2002, p.208).

A concepção *matematizar a tecnologia* entende tecnologia como parcialmente decorrente da matemática e, ao mesmo tempo, impulsionando o desenvolvimento da mesma. Em muitas tecnologias que permeiam nosso cotidiano há mais matemática embutida do que usualmente imaginamos. Tal afirmação não decorre de uma compreensão da matemática como um conhecimento subsidiário das demais ciências, ou uma linguagem para as ciências. Não estamos dizendo que em tecnologias de telecomunicações, por exemplo, há muita matemática embutida porque são tecnologias baseadas em bem conhecidos processos e objetos físicos. Estamos indo além disto: há muita matemática por si mesma. Depois que objetos e processos são modelados matematicamente é que os processos e objetos físicos são trabalhados para possibilitarem uma implementação concreta do modelo matemático.

Ao desvelar os conhecimentos matemáticos incorporados em cada tecnologia, tornando-os conteúdos escolares legítimos e valiosos da educação matemática, estaremos contribuindo decisivamente para que o educando adquira o “*domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna*” (LDB, Art.36, § 1º). Numa tal perspectiva a matemática escolar possibilitaria ao educando entender e criticar a tecnologia consumida e incorporada ao seu fazer e pensar matemática. Trata-se de uma concepção de incorporar tecnologia a educação matemática numa perspectiva emancipatória, que para além da formação de consumidores almeja formar sujeitos autônomos, capazes de criticar, decidir sobre, adaptar e desenvolver novas tecnologias mais eficazes e adequadas para cada problema estudado.

METODOLOGIA

Examinamos os níveis de entendimento das concepções de uso da tecnologia na educação matemática, expressos por professores da educação básica durante um curso de formação continuada. Pretendíamos identificar quais os perfis de entendimento dos professores e como eles se alteravam à medida que os professores tinham experiências pessoais com o uso da tecnologia na educação matemática e, ao mesmo tempo, refletiam sobre como utilizar ou adaptar atividades e recursos para suas salas de aula.

A pesquisa foi desenvolvida junto a uma turma de professores de matemática cursando uma disciplina sobre tecnologias na educação matemática em um curso de especialização. Integravam a turma professores na sua maioria em exercício da docência de matemática no ensino fundamental e médio, atuando em escolas públicas e/ou particulares de cidades do estado de Minas Gerais. Todos haviam cursado uma licenciatura plena em matemática.

A disciplina, de 45 horas-aula foi conduzida por um dos pesquisadores e ofertada de forma concentrada em um período de férias docentes, sendo desenvolvida parte em ambiente de sala de aula comum, parte em uma sala ambiente informatizada, com um computador por professor. Seus objetivos eram (i) discutir os diversos argumentos favoráveis à inclusão de tecnologia enquanto tema curricular de matemática; (ii) iniciar um processo de reflexão sobre como tal tema poderia ser abordado no ensino fundamental e médio; e (iii) propiciar um contato inicial com diversos aplicativos que podem ser utilizados como recurso didático em seqüências de ensino de matemática e com meios para aprender sobre eles.

Os instrumentos de coleta de dados foram duas atividades desenvolvidas uma no início, que daqui para frente chamaremos de primeira ocasião de teste, e outra ao final da disciplina, a segunda ocasião de teste. Na primeira atividade “Motivação para a disciplina” os professores leram um texto que apresentava a LDB (artigos 35,36 2 32) e trechos dos Pareceres CEB15/98 e PCB04/98, devendo responder por escrito e individualmente a três questões:

- a) Qual é sua posição pessoal: você acha importante o ensino e a aprendizagem sobre tecnologias modernas na educação básica? Ao responder apresente separadamente sua posição para os níveis fundamental e médio da educação básica.
- b) Sua escola precisa acatar as Diretrizes Curriculares para o ensino fundamental e para o ensino médio. Isso significa que ela precisa proporcionar oportunidades aos estudantes para que eles (i) durante o ensino fundamental desenvolvam uma compreensão, dentre outras, da tecnologia e (ii) durante o ensino médio aprendam sobre os dois princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna. Em sua opinião, como isso pode ser feito? Que conteúdos disciplinares deverão se responsabilizar por isso?
- c) Para você, enquanto legítimo conteúdo curricular da educação básica, a Matemática pode dar alguma contribuição específica para que o educando demonstre uma “*compreensão da tecnologia*”, ao final do ensino fundamental e um “*domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna*”, ao final do ensino médio? Qual?

Na última aula os professores fizeram uma atividade em duas partes. Na primeira os professores deveriam identificar e expor os argumentos apresentados em um texto de Ponte (1997). Na segunda parte as perguntas feitas na primeira atividade da disciplina foram reapresentadas, com alterações redação para que elas tivessem um aspecto de tarefas de professores.

As respostas escritas e individuais dos professores a essas duas atividades foram analisadas, procurando-se identificar os argumentos usados a partir deles inferir o nível de entendimento correspondente. Inicialmente adotamos uma classificação usando os seis níveis apresentados anteriormente. O Quadro 1 ilustra alguns dos argumentos característicos de cada nível.

Quadro 1- Argumentos típicos dos níveis de entendimento das concepções de uso de tecnologia

Nível de entendimento das concepções sobre o uso de tecnologia na educação matemática	Argumentos típicos
Consumir Tecnologia para automatizar as tarefas (CT1)	“ele precisa saber manuseá-los para entender o que está fazendo” (A. L.)
Consumir tecnologia para modificar a tarefa (CT2)	“ele não se preocupará com os cálculos e sim com o raciocínio do problema, pois ele saberá manipular a calculadora” (C.)
Incorporar tecnologia mudando a forma de fazer matemática (IC1)	“o aluno saber como foi feita e como funciona uma calculadora não irá lhe acrescentar tanto quanto se ele souber utilizar e entender o porquê que a calculadora está sendo utilizada na sala de aula de matemática” (A. C.)
Incorporar tecnologia mudando o pensar matematicamente (IC2)	“Ao entender o funcionamento de uma calculadora científica, por exemplo, ele aplica a definição de logaritmos, funções trigonométricas, operações fundamentais, indo além das técnicas até as aplicações”. (G.)
Matematizar a tecnologia enquanto fonte de temas matemáticos (MT1)	“A matemática também pode vir a contribuir para que os alunos ao final do ensino médio demonstrem ‘domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna’ desde que o professor mostre a ‘matemática’ que existe por trás da utilização do recurso, relacionando conhecimento e prática” (M.)
Matematizar tecnologia modelando objetos e processo (MT2)	Não foi identificado nenhum argumento deste tipo.

Após essa categorização, e em virtude do pequeno tamanho da amostra, procedemos a uma redução de categorias e optamos por construir um perfil de cada professor. Verificamos que todos os professores, nas duas ocasiões em que foram testados utilizaram argumentos que expressavam a concepção *consumir tecnologia*. Em cada uma das duas ocasiões o professor poderia ainda apresentar argumentos expressando as concepções incorporar tecnologia e matematizar tecnologia. Assim, em cada ocasião alocamos o professor a um de quatro perfis de entendimento possíveis, segundo a natureza dos argumentos utilizados:

Perfil 1 – só utilizou argumentos da categoria consumir tecnologia;

Perfil 2 – utilizou argumentos das categorias consumir tecnologia e incorporar tecnologia;

Perfil 3 – utilizou argumentos das categorias consumir tecnologia e matematizar tecnologia.

Perfil 4 – utilizou argumentos das três categorias: consumir tecnologia, incorporar tecnologia e matematizar tecnologia.

RESULTADOS E COMENTÁRIOS FINAIS

A tabela 1 mostra a frequência e o número de professores que utilizou argumentos expressando cada um dos níveis de entendimento descritos anteriormente. Ela nos mostra que argumentos expressando a concepção consumir tecnologia estão presentes nas respostas de todos os professores na segunda ocasião e em mais de 90% das respostas na primeira ocasião de teste. Assim, a primeira concepção é de fácil entendimento e a primeira desenvolvida pelos professores. Argumentos que expressam o entendimento matematizar a tecnologia modelando objetos e processos não aparece em nenhuma das respostas dos professores em ambas as ocasiões de teste. Já o entendimento matematizar a tecnologia enquanto fonte de temas matemáticos aparece pouco, mas igualmente, nas duas ocasiões de teste.

Tabela 1 – Frequência de uso e número de professores por nível de entendimento de concepção de uso de tecnologia, segundo a ocasião de teste

Nível de entendimento	Primeira ocasião de teste		Segunda ocasião de teste	
	Frequência de uso	Número de prof.	Frequência de uso	Número de prof.
CT1	50	22	44	22
CT2	36	20	45	22
IC1	1	1	5	4
IC2	0	0	5	4
MT1	5	5	4	4
MT2	0	0	0	0

A tabela 2 mostra a distribuição dos perfis de entendimento dos professores nas duas ocasiões. Não pretendemos conduzir uma análise de taxas de transição (a amostra é insuficiente para isso), mas essa tabela nos permite levantar a hipótese de que há de fato uma ordem de precedência entre os níveis de entendimento: os entendimentos da concepção consumir tecnologia precedem os da concepção incorporar tecnologia, que precedem os entendimentos da concepção matematizar tecnologia. A tabela 2 permite ainda verificar que a disciplina produz efeitos pequenos sobre os entendimentos dos professores. Mas também mostra que disciplinas desta natureza podem ser úteis para o desenvolvimento dos entendimentos das concepções pelos professores, principalmente se os professores estão inicialmente em um nível muito inicial de suas reflexões e experiências.

Tabela 2 – Perfis de entendimento dos professores por ocasião de teste

$\begin{matrix} 2^{\text{a}} \text{ ocasião de teste} \\ \backslash \\ 1^{\text{a}} \text{ ocasião de teste} \end{matrix}$	Perfil 1 CT	Perfil 2 CT e IC	Perfil 3 CT e MT	Perfil 4 CT, IT e MT	Total
Perfil 1 - CT	09	5	2	0	16
Perfil 2 – CT e IC	0	1	0	0	1
Perfil 3 - CT e MT	2	1	1	1	5
Perfil 4 – CT, IT e MT	0	0	0	0	0
Total	11	7	3	1	22

Os resultados da pesquisa permitem algumas inferências acerca do fato de que “*alunos não reconhecem a escola como sendo a principal fonte de seu conhecimento sobre tecnologia*” (Reis, 1995). Parecem ainda muito tênues os movimentos dos professores pesquisados no sentido do desenvolvimento de uma postura proativa de incorporação da tecnologia, que represente um desinstalar-se da cômoda posição heterônoma, que imputa apenas ao sistema educacional a culpa pela lentidão do processo de incorporar o uso da tecnologia na educação básica.

Numa reação negativa à perspectiva de incorporar o uso de tecnologia na educação matemática, há aqueles que advogam a inclusão de uma ou mais disciplinas de informática ao currículo. Em contrapartida muitos professores também desenvolveram entendimentos de que a tecnologia não é tema de uma só disciplina, mas deve e precisa perpassar por todas elas, o que demandaria um projeto coletivo envolvendo toda a comunidade de cada escola.

Uma das queixas freqüente nas respostas dos professores foi a relativa a sua própria formação inicial, e à dificuldade de aprender sobre o uso de tecnologia. É uma queixa real e procedente. O divórcio entre a formação inicial e as exigências da prática docente existem até no nível normativo: há um descompasso entre os propósitos da educação básica e os propósitos das licenciaturas, expressos nas respectivas diretrizes curriculares nacionais. A queixa se torna mais relevante, em nosso entendimento, não porque as licenciaturas não ensinam sobre tecnologias, mas porque o ensino de matemática nesses cursos também não incorpora as tecnologias, e assim não contribui para que os professores tenham experiência pessoal de aprender matemática utilizando tecnologia. Eles são privados de realizar o movimento pessoal que também precisam fazer. Afinal os professores não conseguirão enquanto docentes realizar o esforço de incorporar as tecnologias na educação matemática se eles mesmo não estão avançados em seu percurso de aprender a usar tecnologia para fazer e pensar matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.E., RONNKVIAL, A. The presence of computers in American schools (Report 2). *Teaching, learning, and computing: 1998, a National Survey of Schools and Teachers*. Disponível em <<http://www.crito.uci.edu/TLC>>. Acessado em 04/04/2004.
- BASSANEZZI, R. C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.389p.
- BECKER, H. J. How are teachers using computers in instruction? *University of Irvine, California*. 2001. Disponível em <http://www.crito.uci.edu/tlc/FINDINGS/special3/How_Are_Teachers_Using.pdf>. Acessado em 04/04/2004.
- BORBA M. C., PENTEADO, M. G. *Informática e Educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, 98p.
- BRASIL. PCNEM+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002. Disponível em <<http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/ftp/CienciasNatureza.pdf>>. Acessado em 04/04/2004.
- BITTAR, M., CHAACHOUA, H. Estudo de concepção com auxílio de um micromundo de álgebra. In: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, II, Santos, SP, 2003. [Cd-rom]
- CARVALHO, L. M., GIRALDO, V. Raiz cognitiva: novos obstáculos e novos atos. In: *Conferência Interamericana de Educação Matemática*, XI, Blumenau, SC, 2003. [Cd-rom]
- D'AMBROSIO, U. Da realidade à ação: Reflexões sobre Educação Matemática. Campinas, SP: Sannus, 1986.
- DRUCKER, P. F. Beyond the Information Revolution. *The Atlantic Monthly*, v. 284, n. 4; p. 47-57, 1999.
- GATTI, B. Informação e Tecnologia. In: SERBINO, R. V., BERNARDO, M. C. C. (orgs.) *Educadores para o século XXI: uma visão interdisciplinar*. São Paulo: Unesp, 1992, p. 155-158.
- GOOS, M., et al. Perspectives on technology mediate learning in secondary school mathematics classrooms. *Mathematical Behavior*. n. 22, p.73-89,.
- GRINESKI, S. Questioning the Role of Technology in Higher Education: Why is this the Road Less Traveled? *The Internet and Higher Education*, v. 2, n. 1, p. 45-54, 1999.
- KAPUT, J. J. Technology and Mathematics Education. In: GROUWS, Douglas A. Handbook of research on Mathematics Teaching and Learning. NCTM, 1992, Cap. 21, p.515-556.
- LAKOFF, G., NÚÑEZ R. *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books, 2000.
- MISKULIN, R. G. S. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. In: FIORENTINI, D.(org.). Campinas, SP: Mercado das Letras, 2003, Cap.7, p. 217-248..
- NCTM. *Investigating Linear Relationships: The Regression Line and Correlation*. 2000. Disponível em <<http://illuminations.nctm.org/imath/912/LinearRelationships/index.html>>. Acessado 04/04/2004.
- PONTE, J. P., OLIVEIRA, H., VARANDAS, J. M. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, Dario (org.). Campinas, SP: Mercado das Letras, 2003, Cap.5, p. 159-192.
- PONTE, J. P. O Ensino da Matemática na Sociedade da Informação. *Educação Matemática (APM)*, n. 45, 1997, p.1-2.

- REIS, M. F. Da revisão da educação tecnológica à base conceptual para uma nova política de educação tecnológica. In: REIS, M.F. *Educação Tecnológica: a montanha pariu um rato?* Porto: Porto Editora, 1995, Cap. 2, p.37-57.
- RIBEIRO, M. J. B., PONTE J. P. A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de matemática. *Quadrante*, v. 9, n.2, p.2-26, 2000.
- SCHANK, R.; BIRNBAUM, L. Aumentando a inteligência. In: KHALFA, Jean (Org.). *A natureza da Inteligência*. São Paulo: Editora Unesp, 1996. Cap. 5, p. 111-138.
- SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. Campinas, SP: Papirus, 2001, 160p.
- TROUCHE, L. From artifact to instrument: mathematics teaching mediate by symbolic calculators. *Interacting with Computers*, n.15, p.783-800, 2003.
- U.S. CENSUS BUREAU. *Back to School*. Facts for Features serie. Disponível em <<http://www.census.gov/Press-Release/www/2003/cb03ff-11.html>>. Acessado em 04/04/2004.
- VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de software usados na educação. In: ____ (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Brasília: Mec, s.d. Disponível em <<http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/publicacoes/livro02.pdf>>. Acessado em 03/out/2001.
- VAZ, R. L. HEALY, Lulu. Transformações Geométricas do Cabri-Géomètre, In: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, II, Santos, SP, 2003. [Cd-rom]