

NEGOCIAÇÕES DOCENTES EM AULAS DE GEOMETRIA COLABORATIVA USANDO COMPUTADOR

Jaqueline Araujo (CAJ/UFG)
Marcelo Almeida Bairral
Joaquim Giménez Rodriguez

Introdução

O docente como *educador matemático* deve ser considerado como um profissional que constantemente aprende a aprender. Assim, a *formação continuada*, devesse facilitar o uso de ferramentas para enfrentar situações novas de tipos diferentes, visando a melhoria do processo ensino-aprendizagem de matemática. Uma dessas ferramentas é o *desafio tecnológico*, que deve contribuir (entre outros aspectos) para a transformação do ensino atual. A formação continuada deve intervir sobre a cognição e crenças dos professores de maneira a integrar novas metodologias, novas práticas pedagógicas e novas propostas curriculares.

Nessa perspectiva a problemática geral em que se insere o nosso trabalho tem como propósito aprofundar o entendimento e a compreensão de como a mediação por computador, através de distintas interações, influi no desenvolvimento profissional de docentes em geometria, para alunos de 12-16 anos. Através da análise do valor mediático diferenciado das interações é gerada a confrontação entre os aprendizes (alunos e professores) e os formadores/pesquisadores que fazem parte de cada um dos contextos que serão aqui descritos.

A mediação por computador é o cenário comum que nos oferecerá a possibilidade de considerar como objetivos do nosso trabalho: (1) observar intenções e crenças dos professores presenciais e/ou virtuais envolvidos no desenvolvimento de processos de ensino-aprendizagem da geometria mediada pelas novas tecnologias da informação e comunicação; e (2) reconhecer o papel dos diversos agentes envolvidos nos processos de formação, observando alguns progressos no desenvolvimento de habilidades de alto nível por parte dos alunos e progressos do conhecimento profissional distribuído do professor (Llinares, 1998), quando se envolve em processos de pesquisa/ação.

A nossa contribuição pretende destacar que melhorar um conhecimento profissional geométrico na prática, aumenta a compreensão metacognitiva sobre os processos matemáticos, mas consideramos também que os contextos educacionais diferentes proporcionam componentes diferentes. Em particular, a tecnologia dá oportunidade para

reflexões específicas, usando o *software* CABRI, mostrando aos professores como pesquisadores no momento que se envolvem em dilemas sobre a própria prática.

Bases e justificativa da problemática

A geometria permite visualizar conceitos e processos. É um ponto de encontro entre a matemática como teoria e a matemática como modelo para refletir, compreender, comunicar, e facilitar a criatividade e desenvolver um pensamento argumentativo e dedutivo (Giménez e Fortuny 1995). A necessidade deste tipo de investigação no Brasil vem motivada pela implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática que ressaltam a necessidade de incorporação e estudo nesta área, tanto na formação inicial do professor como na continuada .

Nos anos 70-90 o computador foi considerado como instrumento potencial facilitador para a construção de conceitos matemáticos através de atividades em sala de aula (Silva e Paiva, 1999). Recentemente está sendo reconhecido como promotor de consolidação de comunidades de aprendizagem (Fagundes e Basso, 1997). Entretanto, no cotidiano escolar a informática educativa segue voltada para a utilização de *softwares* específicos, deixando de lado os processos cognitivos, epistemológicos e profissionais envolvidos.

Existe uma evolução nas pesquisas sobre relações conteúdo-contexto, e interações tutor-docente-estudantes, quando se usam meios computacionais. Do uso inicial da Internet nas aulas (Silveira, 1997) passamos por trabalhos que mostram micromundos ricos como o CABRI que permitem realizar atividades de alto nível com boas engenharias didáticas preparadas pelos próprios professores. Os trabalhos mais atuais analisam a interatividade a distância (Murillo, 2001), facilitando as observações dos processos cognitivos dos alunos mediante um certo contrato informático (Balacheff, 1996) que permite analisar processos complexos (Sutherland e Balacheff, 1999). Trabalhos apresentados no Brasil sobre o desenvolvimento profissional em geometria usando os computadores tem focado a representação do conhecimento das isometrias usando LOGO (Fainguelernt, 1996) e a produção de conhecimento e negociações na resolução de problemas com CABRI (Frant, Rabello e Araújo, 1999).

Em nossas investigações, supomos que a habilidade dos professores para desenvolver uma melhor compreensão profissional é um processo evolutivo que apresenta múltiplas facetas e trata-se de uma atividade normalmente incompleta (Ponte, 1994). Desse modo entendemos o uso do computador como veículo para mudança do professor e como um meio para reorganizar a cognição em sala de aula (Penteado, Borba e Gracias, 1998). Assim, para atingir os nossos objetivos, apresentaremos três estudos de caso (dois presenciais e um não presencial) em situações de formação continuada.

Elementos teóricos de referência

Existem dois aspectos que servem de referência às nossas diferentes ações de pesquisa: a interação e o papel da tecnologia informática e da informação. O currículo intencional dos docentes implicados em cada um dos casos será apresentado em cada caso particular como referencial metodológico.

Papel da interação

O processo de ensino-aprendizagem se faz mais efetivo quando favorece situações de intercâmbio, de confrontação e influências através de ações de mediação social. Por meio de processos de interrelação se exercem influências mútuas tanto quantitativas, como qualitativas entre os interlocutores, com o objetivo de encontrar soluções aos problemas propostos ou buscar ou gerar conhecimento (Cesar, 1998). Desta forma, identificamos o sistema de ensino-aprendizagem como um conjunto de relações sociais complexas onde se constróem espaços férteis para desenvolver processos cognitivos cuja dinâmica de transmissão se canaliza com auxílio dos processos de interação social (Garton, 1994).

Como marco de referência para explicitar os diferentes processos de interrelação propostos nos valem do trabalho de Holmberg y Lundberg (1997). Nesse estudo são descritas influências recíprocas como consequência das interações em pelo menos duas dimensões: uma dimensão social ou física que responde a pergunta: com quem e onde ocorre a interação, e outra, de caráter didático, que refere ao conteúdo da interação.

Mediação tecnológica

Mantemos a hipótese de que o desenvolvimento das tecnologias de informação tem transformado o modo como as pessoas se interrelacionam. As pessoas que interatuam

em uma rede informática, encontram um entorno social virtual (o *Cyberspace*), onde ocorrem novas relações sociais, criam-se novos papéis e um novo sentido de identidade, configurando uma nova cultura. A mediação tecnológica torna-se importante uma vez que constrói novas metáforas de espaço social para facilitar: processos de interação, intercâmbios de informação e conceitos pessoais, articulação de interesses individuais e, ações e expressões de comunicação intersubjetiva (Cutler, 1995).

Estes novos espaços, onde aparece a co-presença dos interlocutores, são simplesmente entornos virtuais (Riva e Galimberti, 1997) e, segundo as investigações desenvolvidas por Nass e Steuer (1993) estes processos de comunicação se manifestam mais como relações interpessoais, que como relações homem-máquina, fundamentadas essencialmente em modelos de conversação tradicional. Neste contexto, se entende como interação, a influência recíproca entre as ações de um formador, o docente, o aluno e o computador, com o propósito de satisfazer um sentido, um funcionamento e um saber comprometidos em uma situação didática.

Não podemos desconsiderar a grande evolução das tecnologias da informação, que permitem manipular, acessar, armazenar, transferir informação em formas e especificações diferentes. O que introduz novas e variadas estruturas de interação, ao fazer uso simultâneo de diferentes tipos de meios como: texto, gráfico, áudio, vídeo, microcâmara, *software*, infraestrutura de redes, dentre outros.

No nosso trabalho, a tecnologia computacional se apresenta como mediadora entre as diferentes intervenções concretas, orientadas intencionalmente para desenvolver situações de tipo didático (processos de manipulação de figuras, cálculo, controle, interpretação e predição) a partir de informações trocadas entre o formador e os professores, potencializadas por meio dessa tecnologia. A tecnologia se constitui ainda em uma instância que apóia a concretização de diferentes situações, que geram cláusulas explícitas ou implícitas entre o formador e os professores formados e, permitem a construção cognitiva e o desenvolvimento profissional. A mediação da tecnologia computacional influencia as relações didáticas entre o formador e o professor e, entre estes e o saber. A partir desta mediação alguns fatores se manifestam nos contextos em que se desenvolve a atividade, outros são relativos ao conteúdo. As interações entre formador e professor são determinantes para interpretar a atividade. Os dois devem aceitar, conhecer e dominar o contexto que serve de mediador nos processos de interação. Enfim, a apropriação tecnológica não é o único elemento que permite aos

alunos, professores e pesquisadores construir um conhecimento, precisamos também criar situações ricas para construir os objetos geométricos.

Um estudo inicial com o computador, mediador representacional na aula

No primeiro estudo de caso, a tecnologia informática serve como apoio representacional para desenvolver problemas de geometria com alunos de 12-13 anos, de forma que o professor construa processos metacognitivos, a partir de entrevistas orientadas pelo formador-pesquisador, em um trabalho de pesquisa-ação com o uso do CABRI. A pesquisa-ação foi desenvolvida com dois grupos de 12 alunos e um professor de uma escola particular de Tarragona (Espanha) em 1995 e 1996. O computador foi usado como um *mediador didático* em um cenário no qual foi possível discutir com o professor sobre as atividades-problemas propostas aos alunos. O objetivo deste trabalho foi analisar os modos de produção dos alunos, o funcionamento e a interpretação dos sistemas de signos comunicativos oriundos da tecnologia informática como mediador didático, usando essa análise como meio de formação para o professor. O CABRI como recurso representacional facilitou processos de conceitualização através de procedimentos, argumentos e/ou impactos emocionais (componentes da mediação cognitiva segundo Godino e Batanero, 1998). Foi adotado um ponto de vista *sistêmico* considerando uma arquitetura modular para promover habilidades de raciocínio geométrico que articula *componentes* e *interações* que atuam no processo de ensino-aprendizagem da geometria. Trata-se de um modelo intencional e temporal organizado em *domínios de conhecimento* temáticos e locais da Geometria (Giménez e Fortuny, 1995).

Metodologia do caso

Neste estudo de caso se supõe que a natureza do conteúdo geométrico é incorporada pelos alunos e pelo docente, organizando-se uma comunidade de discurso matemático a partir de entrevistas e tarefas videogravadas da resolução de problemas em duplas usando o CABRI. O aluno, por sua vez, aceitou tomar parte de uma organização e um ambiente de ações e experiências de construção geométrica. A pesquisa foi desenvolvida em seis sessões e a análise de dados se baseou em metodologia qualitativa. Desta maneira o professor interage em uma rede complexa de negociações formais e

informais entre o aluno, ele e a tecnologia, relacionando-se com os conteúdos e contextos de forma direta ou mediada.

Nas entrevistas, foram apresentadas perguntas para o docente sobre sua própria experiência (o trabalho dos alunos, as condições do processo, o controle e as vantagens didáticas que percebeu), assim como as possíveis motivações dos agentes envolvidos. Os micromundos configurados pelas respostas das entrevistas se autoconectam construindo contextos a partir dos quais cria a possibilidade de concretizar episódios coerentes e estruturados descrevendo o processo (Pearce e Walters, 1996). Esta descrição expressa o conceito de interação, caracterizando dimensões e aspectos da relação do conteúdo com o contexto.

Análise e resultados

Depois de perguntas feitas um controle inicial para reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos (como os exemplos da figura 1), foram analisadas as respostas entre o professor e o pesquisador, que determinaram seis categorias de alunos que correspondem a níveis diferentes de construção do conhecimento.

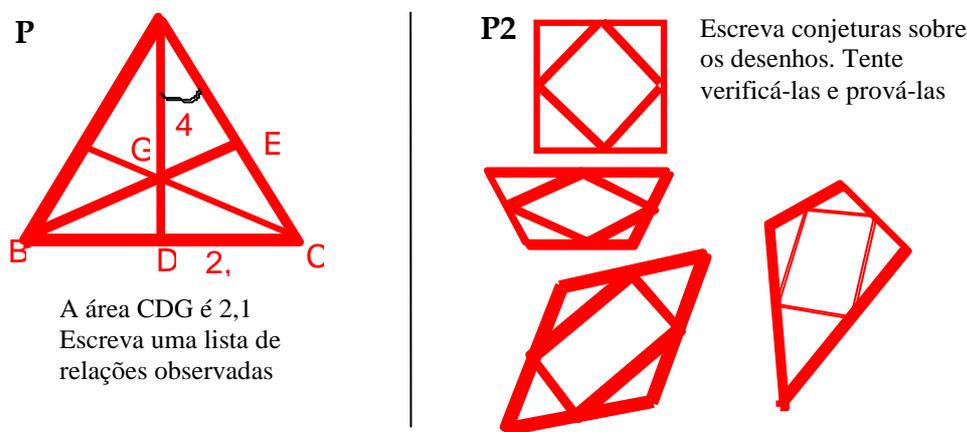


Figura 1. Perguntas P1 e P2 do controle inicial de trabalho da sequência de estudo.

Catarina (em resposta no problema P1 disse):

“O triângulo grande é isósceles, BGD e GDC são escalenos com um ângulo reto. $Tr\ GEC = BGA...$
Os segmentos $BG=GC$. $C = j = 41^\circ$, $H=2$, E , de acordo com Pitágoras ... $GC = ...$ ”

Ana achou $x=h=2$, mediante a área do triângulo, e disse:

Os triângulos GDC e GDB são iguais. $S= 2,1$ Têm um ângulo reto (90°). Os triângulos LGB e EGC são também iguais. $P= 82^\circ$, $180 - 82 = 98$, $B+C = 98^\circ$, $B= 49, C= 49$.

Na discussão com o pesquisador, o professor descobriu que as atividades permitiam: (a) controlar argumentações e justificativas, (b) estabelecer alternativas explícitas na exploração, (c) reconhecer padrões na modelização e (d) escrever narrativas, provar, etc. nas atividades de dedução. O professor achou que as atividades propostas com o CABRI também poderiam desenvolver habilidades de alto nível (interpretação, análise, raciocínio, generalização e síntese). Além disso, reconhece necessidade de: (a) incorporar novidade em suas próprias planificações; (b) revisar as suas intenções curriculares, (c) reconhecer o poder da matemática quando os alunos realizam atividades locais contextualizadas, bem planificadas, gerenciadas e controladas, e algumas delas de alto nível, (d) refletir e criticar algumas de suas ações; (e) reconhecer a necessidade de integrar a atividade matemática em um processo de regulação, incorporando um estilo próprio do pesquisador; (f) incorporar um controle de qualidade do processo planejador das suas aulas.

O computador mediador e o papel do docente na memória escolar

Um segundo estudo de caso foi planejado com o objetivo de perceber consistências e dificuldades que acontecem quando um professor utiliza atividades preparadas por outro colega. Aparentemente, o professor constrói a sua identidade profissional a partir da aceitação implícita (ou explícita) das regras e negociações de quem planejou (tarefas, currículo, livro didático...).

Metodologia do caso

Neste caso, relatamos alguns episódios obtidos a partir de duas entrevistas (antes e depois das aulas) e uma observação gravada de uma aula de geometria de um professor da rede pública (na Espanha) junto com diário de campo da pesquisadora no ano 2001. A partir desses episódios procuraremos descrever algumas ações desse professor refletindo sobre sua própria prática, e apresentar conseqüências de um trabalho docente quando está pautado em um planejamento de um colega.

O professor, o qual denominaremos Francisco, preparou uma atividade para ser trabalhada com alunos de uma faixa etária de 15 anos, com base em um material preparado por um outro professor, o qual chamaremos Pedro, que por sua vez reúne características especiais. Pedro é um professor que atua no nível secundário e fez doutorado em sismologia, mas que por uma paixão pela matemática e pelo seu ensino

decidiu mudar de área. Há três anos Pedro e um outro colega da mesma escola onde trabalha elaboraram um material que consistia em um módulo de geometria com o CABRI em que o computador seria utilizado como ferramenta para levar o aluno a pensar sobre situações matemáticas. De conversas mantidas com Pedro percebe-se seu fascínio e envolvimento no desenvolvimento desse trabalho. Francisco, na entrevista, fala que nas seis primeiras aulas com CABRI as atividades geométricas seriam “problemas dirigidos para facilitar o trabalho do aluno com o *software*”. Nossa pesquisa centrou-se em observar especialmente a aula que Francisco considerava “*a primeira aula com planejamento aberto com CABRI*”, que em sua opinião daria alguns problemas devido a essa abertura. Uma dupla foi filmada em toda aula de 50 minutos. Francisco possui uma certa percepção acerca da potencialidade do *software*, apesar de não demonstrar clareza do potencial cognitivo da atividade utilizada. Ele considera a atividade importante porque é uma simplificação de um problema real sobre futebol cujos objetivos eram: (1) estudar a menor distância de um jogador que sai (em linha reta) de um dos cantos do campo de futebol ao ponto central da linha do gol e, (2) encontrar a melhor posição na linha, para o melhor ângulo de tiro para fazer o gol.

Análise e resultados

Um primeiro ponto que observamos foi de que a tarefa considerada por Francisco como aberta, não se constituiu como tal no decorrer do processo de ensino-aprendizagem. A própria estrutura das perguntas propostas por Pedro e utilizadas sem mudanças por Francisco, mostra que este não é consciente da real potencialidade da atividade, visto que o desafio inerente à tarefa possibilita ao aluno descobertas geométricas interessantes. Assim, para resolver o problema 1 apresentado anteriormente, o professor não valorizou a propriedade geométrica que “a distância menor de um ponto a uma reta exterior é a perpendicular”. Esse fato fica evidente porque Francisco priorizou somente as verificações empíricas com medidas.

Aluna A: Têm anotado 4,4; 4,2; ...[deslocando o ponto com o CABRI] aí sobe de novo 4,4..

Aluno B. Aí

Aluna A: Não desloca a reta... Você está mudando tudo?

Aluno B: Vou de volta 4,4. Então aí fica. Mas não estou entendendo a pergunta.

Francisco : (se aproxima na dupla) Como vai?

Aluno B: Tudo bem professor. Mas não estou entendendo a pergunta.

Francisco: Quando a distância é mínima, é perpendicular? Fica claro, não é?

Aluna A: Sim, a gente mediu.

Francisco: E o gráfico, foi simétrico?

Aluno B: Parece

Aluna A: Nem sempre é.

Francisco: Claro, aí não vamos fazer complicações nem cálculos agora. Só quando você se aproxima ao ângulo de 45 graus que será simétrico (O professor se dirige para outra dupla)

Aluno B: Não entendi.

Aluna A: Tem que ficar que é perpendicular. [Parece que a aluna compreendeu].

Alguns dos reflexos da adoção desse material e das modificações realizadas são expressas através de suas crenças, das ações e do contrato didático estabelecido com seus alunos, que resumimos a seguir:

- *O professor mostra um controle aparente da planificação mantendo um contrato tradicional.* No início da aula o professor conta aos alunos que o problema é aberto e lê o problema. Após a leitura faz um comentário acerca das implicações da simplificação do contexto real para um contexto matemático e como essa adoção interfere nesse problema específico. No transcorrer da aula o professor estimula uma conversação colaborativa entre alunos, levanta questionamentos e dá autonomia para os alunos pensarem sobre o problema, mas não valoriza os elementos cognitivos da atividade aproveitando as dúvidas dos alunos. Se por um lado o professor adota uma postura com características mais construtivistas, por outro parece-nos que tal posição é alimentada mais por uma crença prévia de que o problema é aberto e portanto que seu trabalho deve estar condizente com essa realidade, do que talvez com sua real convicção ou com anteriores experiências de ensino.
- *Professor se preocupa mais com a execução do trabalho do que com o desenvolvimento do raciocínio e da construção de conceitos geométricos, rompendo com a idéia do que significa uma atividade aberta.* Francisco aceitou a situação problema utilizando-a em sua forma direcionada (siga os passos e obtenha a resposta). Os alunos, seguiram as orientações do professor (ler o problema, construir uma tabela, fazer um gráfico, reconhecer a perpendicularidade como lugar da distância mínima) para atingir o objetivo.
- *Professor e alunos aceitam as regras estabelecidas por um contrato didático implícito.* Os alunos quando fazem o que o professor pede e o professor por outro

lado, ao perceber que os alunos estão realizando a tarefa conforme sugeriu. O aluno passa a aceitar o contrato mesmo sem ter compreendido o assunto.

Esse estudo tem mostrado que só no final do processo de pesquisa-ação o professor se faz consciente de algumas das dificuldades envolvidas no processo, mas a crença de que para ele o *software* era o único facilitador, faz que não centrasse atenção no potencial da atividade.

O computador e o discurso matemático na pesquisa-formação-ação

O terceiro caso que apresentamos propõe um desafio para a formação continuada mediada por computador no sentido de provocar e criar uma comunidade virtual de discurso colaborativo matemático. Nesta experiência, o tipo de exigência de formação personalizada mediada pelas tecnologias informáticas favorecem a efetivação de um debate didático intencional que permite o estabelecimento de relações interpessoais entre o formador e o professor, de forma que ambos interagem sobre interpetações, análise e discussão do fazer do aluno.

Metodologia do caso

O curso objeto da pesquisa, forma parte de un projeto para formação de professores a distância em geometria para 3º e 4º Ciclos. Está sendo desenvolvido desde agosto de 2000 no *Campus Virtual* de la UFRuralRJ, con carga horária de cinquenta horas. O trabalho a distância usa os navegadores *Netscape* ou *Explorer* para acessar ao material na rede e estabelecer comunicações diversas. A transmissão de mensagens entre os agentes comunicadores é de dois tipos: comunicação em tempo real (*chats*) e tempo diferido (ou assíncrono) (*correio, lista de discussão*). No desenvolvimento do curso as teleinterações são distintas e de diferentes níveis: o profesor-aluno pode contactar **(i)** ao **professor-formador** para esclarecer dúvidas relativas aos conteúdos geométricos; **(ii)** ao **técnico** para problemas de conexão ou similares; **(iii)** acessar as intervenções na **lista de discussão**, e **(iv)** aos **próprios colegas** do curso para a realização de tarefas e distintas colaborações. O formador é o mesmo pesquisador, responsável direto pela planificação e administração do curso.

Para obter as informações, estamos considerando *três momentos* do curso: início, intermédio e final. Os *e-mails* (respostas a tarefas propostas e outras questões inerentes

ao curso), a intervenção na lista de discussão e formulários de auto-avaliação contínua, constituem ferramentas comuns para coleta de dados em todo o curso. Para reconhecer a *situação inicial* do professor usamos um questionário inicial e um formulário de inscrição. Na metade do curso realizamos uma entrevista semi-estruturada com dois professores. No *final* do curso, com objetivo de reconhecer mudanças na prática do professor, dispomos também de um relato escrito de uma aula, um vídeo e um diário com as impressões e reflexões do docente. Neste trabalho apresentaremos uma parte da análise referente ao início e ao meio do curso.

Análise e resultados

Dos registros obtidos se faz um seguimento das intenções e possíveis conhecimentos dos docentes e como avançam, de forma que permite conhecer e reconstruir com detalhe os procedimentos, estruturas e interações desenvolvidas, a partir das justificativas e ações didáticas. Com as transcrições reconhecemos episódios e, daí interpretamos algumas características do sistema de crenças do pensamento de dois docentes implicados (Dennet, 1998).

A seguir mostramos um dos episódios que compôs uma das 8 sessões do curso, no qual a temática discutida foi o valor da construção em geometria. Após um trabalho com CABRI, régua/compasso e dobraduras, o professor foi provocado a refletir sobre potencial conceitual dos diferentes recursos para construir mediatrizes, alturas e bissetrizes. Professor Antônio mostrou como resposta comparativa o seguinte quadro:

| CABRI | Régua e compasso | Dobraduras |
|---|--|--|
| <i>Cria-se um triângulo, depois vai ao menu construção e usa-se reta perpendicular a um segmento a um ponto A</i> | <i>Dado um triângulo ABC, com centro em A e raio arbitrário, traçamos um arco que intercepta BC nos pontos D e E. Traçamos dois arcos de circunferência de raios iguais e arbitrários, um de centro D, e o outro de centro E, que se interceptam no ponto F. AF corta no ponto H. AH é altura do triângulo</i> | <i>Se fosse um obtusângulo, não pode fazer todas as alturas. O que fica fora não existe!</i> |

Com a resposta anterior identifica-se que o professor Antônio atribui um valor ao conteúdo procedimental, que enfatiza o processo de construção sem reflexão sobre o potencial e possíveis significados atribuídos ao uso dos materiais em relação ao

conteúdo matemático. Em outra, intervenção, o professor sinaliza que para ele os recursos distintos são necessários pelas suas diferenças representacionais e demonstra também abertura para reconhecer o valor do prazer para e pela descoberta.

(E-mail do Antônio): ... "é importante porque fornece aos alunos valiosos subsídios para poder compreender melhor o que está estudando, a construção geométrica, permite manipular objeto, transformando as aulas mais dinâmicas e prazerosas para o aluno e para o professor e proporcionando descobertas valiosas idéias geométricas. A dobradura de papel dá uma visao diferente das propriedades geométricas conhecidas pelo aluno e nao podemos simplesmente abandonar a teoria, pois ela será o elo de ligação (embasamento teórico) de tudo que for aprendido pelo aluno nas suas descobertas".

Constatamos então que o curso realizado promoveu desequilíbrio cognitivo no professo de forma que teve momentos de posicionamento reflexivo sobre a sua própria ação como docente.

*Entrevista (162): "... Quando eu fiz essas questões, realmente eu fiquei em dúvida: eu tenho que fazer uma questão para ele **descobrir propriedades**, já existentes? ou para ele realmente **começar a mexer** [ênfase] naquilo? Porque uma coisa é você deixar o aluno trabalhar com o CABRI nessas questões e ele começar, deduzir [ênfase], a puxar ponta, esticar segmento para ver o que vai acontecer ali".*

Das colocações feitas anteriormente é possível perceber que o professor Antônio mostrou uma visão mais local do que global na perspectiva de ensino geométrico atribuindo aos elementos computacionais um valor de potencial de visualização mas não consegue identificar o valor das interrelações entre representações como fazendo parte de um melhor desenvolvimento profissional na gestão de tarefas geométricas em sala de aula.

E: Quando a gente fez o quadro da atividade S4 T3, você acha que os processos de construção seriam os mesmos? [silêncio] Por exemplo, quando eu construo uma mediatriz de um segmento usando o CABRI, eu posso construir essa mediatriz usando dobradura, posso construir.

R105: usando régua e compasso

E: usando régua e compasso, em que difere?

*R106: O CABRI, ..., você **nao tem aqueles conceitos** de ter que marcar com o compasso. Você simplesmente explica [pára], marca os pontos que você quer, faz um triângulo e vai lá [menu] mediatriz, ponto, extremidade e segmento. Quer dizer, o aluno não percebe como foi aquele processo. Ele vê a coisa pronta. Na régua e compasso não, ele **tá vendo o processo** [ênfase] **que ele tá montando**.*

E: Hum

*R107: Então, o que eu acho que pode fazer é o seguinte: trabalha com o CABRI, ele vai ver a **coisa pronta**, tá?. Já viu, pronto. Agora vamos tentar fazer mais de uma maneira **para ver o que pode acontecer** e depois mostra uma dobradura de papel que **faz exatamente** aquilo.*

E: Mas quando eu faço a dobradura no papel [mostra no papel], eu faço a dobradura, vejo o segmento, localizo o ponto médio e dali construo a mediatriz. Mas, em que difere, por exemplo, falando da mediatriz, do mesmo **objeto matemático**, quando eu tenho o papel e quando eu tenho o CABRI, a régua e o compasso?

*R108: [silêncio] Quando você faz a dobradura, quando você marca [ênfase] a mediatriz, quando voce abre [ênfase] ele, você vê exatamente, voce tá notando que aquilo é realmente o ponto médio que voce **tá marcando**. Quando voce olha o CABRI, você lê lá ponto médio: marcou [ênfase] Para você ter **visualização exata** [ênfase] você tem, vamos medir aqui. **Realmente** é ponto médio, né? Como é que foi feito? **Eu acho que o aluno vai ter esse problema.***

As falas anteriores mostram a necessidade de múltiplas representações, mas não se identificam elementos chave do contrato informático como são o potencial de provocação de conjecturas (no caso do CABRI) e aproveitamento da idéia de condições necessárias e suficientes.

Através da monitoria são gerados acordos de negociação colaborativa que permitem reconhecer algumas concepções e crenças. O professor, com a ajuda das tarefas do curso de formação, conseguimos que demonstra ações de criticidade e mostra habilidades de predição em seu fazer geométrico, além de desenvolver outras habilidades de pensamento estratégico e metacognitivo.

O formador-pesquisador como experto, intervém favoravelmente no desenvolvimento de estratégias docentes profissionais e, com a ajuda do computador conectado à internet oferece informações e promove desequilíbrios que atuam como provocadores de dilemas na medida em que o professor deve tomar e explicitar decisões. Nesse estudo de caso, o computador apareceu como artefato de mediação para potencializar processos metacognitivos do professor.

Sistemas multiagentes e geometria a distância

Um último projeto que está sendo desenvolvido objetiva a construção de um sistema multiagente que deve permitir visualizar figuras, manipular dados de forma que o aluno individualmente resolva problemas utilizando o computador. Assim, partir de um problema do qual sua “árvore-espaço solução do problema” está pré-determinada, o aluno e o professor encontram um tutor artificial que dá conselhos, ajudas, favorece interações colaborativas, etc. que permitam chegar à solução do problema. Neste projeto aparecem controlados os diversos agentes profissionais que foram reconhecidos nos estudos de caso anteriores: monitoria, didata que promove a segurança de qualidade, agentes eventuais, estratégicos simuladores, redatores de eventos e significados que promovem interação social, assistentes, informadores, etc. Com esses agentes (http://www.ini.edu/isd/carte/ped_agents/pedagogical.agents.html) pretendemos humanizar *websites* em educação matemática e formação de professores de forma que

permitam trabalhar por descobrimento. Este sistema mostra-se funcional para o ensino e formação a distância e pode ajudar também aos alunos com dificuldades de aprendizagem. O aluno pode analisar um problema complexo de tipo prático (utilizando, por exemplo, *applets*) e o professor pode sintetizar uma proposta realista, planificar e desenhar melhor suas propostas e avaliar todo processo.

Conclusões

O uso de computadores para o ensino de geometria tem diversas facetas e interpretações. O uso de CABRI, por exemplo, serve para reconhecer conteúdos de alto nível para (i) formular conjecturas (Giménez e Fortuny, 1998), (ii) identificar propriedades necessárias e suficientes (Pesci, 2000) e (iii) potencializar habilidades comunicativas. A tarefa de construção **colaborativa** de conhecimentos matemáticos **com** professores e alunos necessita de habilidades pedagógicas, cognitivas e um certo domínio de técnicas de comunicação. Nesta perspectiva faz-se necessário desenvolver pesquisas que aprofundem a análise do papel do *design*, de técnicas e instrumentos de avaliação e tutorização visando compreender e melhorar o ensino da geometria. Mesmo com toda essa atenção não garantirá mudanças no conhecimento do conteúdo estratégico e didático do professor.

A escolha das atividades, não é simplesmente uma decisão estratégica. É necessário também que o professor conheça o potencial da atividade e o do instrumento. De fato, as observações com Francisco, seguindo tarefas preparadas por outro professor, mostraram que ele não reconhecia todas as dificuldades e potencialidades da atividade, o que gerou conflitos temporários na planificação da aula mesmo explicitando reconhecer o valor do *software*. O professor ao usar atividades de outro, pode romper com o contrato estabelecido e gerar novos contratos e negociações baseadas em suas crenças, que resultam serem muito mais fortes do que a própria aceitação da atividade como interessante.

Nos exemplos, mostramos que com entornos especiais se explicitam os objetos, relações e visualizações (Laborde e Laborde, 1992). Para isso torna-se imprescindível: clarificar os sistemas de formação e seus elementos, usar suas possibilidades com liberdade, aceitar as regras de formalização próprias da geometria, superar as regras que distraem e aceitar as limitações dos entornos.

Em experiências de trabalho de formação a distância, compreendemos que as mudanças sobre as práticas observadas passam por clarificar crenças matemáticas dos professores e as implicações pedagógicas que se podem desenhar a partir das mesmas (Simon, 2000).

Por último, com a criação de sistemas multiagentes, conjecturamos que estes podem promover maior possibilidade para raciocínio metacognitivo uma vez que o sistema proporciona diferentes reflexões.

Concluindo, em todas as experiências desenvolvidas, os pesquisadores reconhecem melhoras no conhecimento estratégico e didático, mas sobretudo metacognitivo e epistemológico. Os exemplos servem como auto-avaliação para reconhecer o progresso no uso das ferramentas informáticas. Passamos assim, de uma primeira etapa em que se verifica a compreensão dos conceitos e a transferência dos mesmos para uma de introdução de experiências comunicativas de discurso que demanda dos docentes e/ou alunos processos de verbalização, representação, explícitação e contraste no desenvolvimento das interações com o formador, olhando mais o processo como um mecanismo de avaliação multimodal que como simples apoio ao processo de ensino.

Referências bibliográficas

- BALACHEFF, N. (1996) *Tele-cabri environment Un environnement pour le préceptorat à distance*. Laboratoire IMAG, Grenoble.
- CESAR, M. (1998) ¿Y si aprendo contigo? Interacciones entre parejas en el aula de matemáticas. *UNO Revista de Didáctica de las Matemáticas*. Barcelona, n. 16, pp. 11-23.
- CUTLER, R. H. (1995) Distributed presence and community in Cyberspace en *Interpersonal Computer and Technology* 3(2), pp.12–32.
- DENNET, D. (1998) *La actitud intencional*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- FAGUNDES, L.C. e BASSO, M. (1997) Informática educativa e Comunidades de aprendizagem. In Azevedo, J.C. et al. (org.) *Identidade social e construção do conhecimento*. PMPA-SMED, Porto Alegre.
- FAINGUELERNT, K, E. (1996) *Representação do conhecimento através da informática*, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ. Tese de doutorado.
- FRANT, J.B.; CASTRO, M.R. de e ARAÚJO, J.C. (1999) CABRI: a Formação e o Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática. *Anais de CABRI World 99*, PUC-SP. [http:// www.cabri.com.br/material/deapoio/pesquisas/cc/cc_frant.htm](http://www.cabri.com.br/material/deapoio/pesquisas/cc/cc_frant.htm)
- GARTON, A. (1994) *Interacción social y desarrollo del lenguaje y la cognición* Barcelona: Paidós.
- GIMÉNEZ, J. E FORTUNY, J.M. (1995) Cabri activities and high order abilities for compulsory school. *Unpublished presentation to WCCE Conference*. Birmingham . [Available by the authors].
- GODINO, J. e BATANERO, C. (1998) *Funciones semióticas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. Portugal. Conferência del IX Seminario de Investigación en Matemática (SIEM). Novembro.
- GUADAMUZ, L. (1997) Tecnologias Interativas no ensino á distância. *Tecnologia Educacional*. Rio de Janeiro, n. 25(139), pp: 27-31
- HOLMBERG, C. e LUMBERG, M. (1977) *Interaction: Dimensions of Content and Context*. Department of Education and Psychology, Linköping University. Conferência "New Learning Environment, a Global Perspective" Pennsylvania: Pennsylvania State University, June 2-6.

- LABORDE, C. e LABORDE, J.M. (1992) Problem solving in geometry: From microworlds to intelligent computer environments. In J.P. Ponte; J.F. Matos e D. Fernandez (eds.) *Mathematical Problem Solving and new information technologies: Research in Context of practice*. Berlín: Springer-Verlag, pp.177-192.
- LLINARES, S. (1998) Aprender a enseñar matemáticas en la enseñanza secundaria: relación dialéctica entre el conocimiento teórico y práctico. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, n. 32, pp. 117-127.
- MURILLO, J. (2001) *Un entorno interactivo de aprendizaje con cabri actividades aplicado a la enseñanza de la geometría en la ESO*. Barcelona, UAB. Tese de Doutorado.
- NASS, C. e STEUER, J. (1993) Voices, boxes, and sources of messages: Computers and social actors. *Human Communication Research*, 19(4), pp. 504-527.
- PEARCE, B. e WALTERS, K.A. (1996) *Research Methods: A Systemic Communication Approach*. Material de apoyo del seminario “Métodos de Investigación Participativa”. California: PearceWalters, Inc. P.O. Box 620866 Woodside, California 94062. Bpearce@mail.luc.edu
- PENTEADO, M.G.; BORBA, M.C. e GRACIAS, T. S. (1998) Informática como veículo para mudança. *Zetétiké*. Campinas, vol.6 (10) Julho/Desembro, pp. 77-86.
- PESCI, A. (2000) The properties of necessity and sufficiency in the construction of geometric figures with CABRI . In Noboda et al. (eds.) *Proceedings for the PME* . Hiroshima 4-73-81.
- PONTE, J. (1994) Mathematics Teacher’s Professional Knowledge. *Proceedings XVIII PME*, Lisboa, v.1, pp. 195-210.
- RIVA, G. e GALIMBERTI, C. (1997) The Psychology of Cyberspace: a Socio-cognitive Framework to Computer – Mediated Communication En *News Ideas in Psychology* Vol. 15 No 2 p. 141 – 158. Great Britain: Elsevier Science Ltda.
- SILVA, C. da e PAIVA, M. A.(1999) O cabri geométre na sala de aula. *Anais de CABRI World 99*, PUC-SP [http:// www.cabri.com.br/materialdeapoio/pesquisas/re/re_circe.htm](http://www.cabri.com.br/materialdeapoio/pesquisas/re/re_circe.htm)
- SIMON, M.A. (2000) Research on mathematics teacher development. The teacher development experiment. in A. Kelly e R Lesh (eds.) *Handbook of research design in Mathematics and Science Education*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, pp. 335-359
- SILVEIRA, M.H. (1997) *A Internet vai a escola!* Ijuí, UNIJUÍ. Dissertação de Mestrado.
- SUTHERLAND, R. e BALACHEFF, N. (1999) Didactical complexity of computational environments for the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics* 4, pp. 1-26, Dordrecht. Kluwer
-