

PROCESSOS DE MEDIAÇÃO MATERIAL E SOCIAL NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA COM FERRAMENTA COMPUTACIONAL: ANÁLISE DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Autor: Silvia Sales de Oliveira¹

Orientadores: Dr. Alex Sandro Gomes²

Dr. Hermínio Borges Neto³

Resumo

No presente estudo, observamos igualmente diferentes níveis de ajuda que são proporcionados por professores, monitores e colegas aos alunos que participam da resolução de atividades matemáticas. As ajudas vão desde instruções diante da sala até guiar o aluno individualmente no processo de resolução, passando pela apresentação dos conceitos e do funcionamento do software. Em suas diferentes versões, as atividades são mediadas por materiais específicos. No momento que o aluno está interagindo autonomamente com o software, caso que nos interessa em particular devido a possibilidade de transposição para a situação à distância, observamos que o software não pode proporcionar uma variedade contínua de níveis de ajuda, isso porque o software não consegue adaptar-se a atividade do aluno. As intervenções do professor precisavam, também, encontrar um equilíbrio maior entre o *laisse faire*⁴ e transmissão direta.

Apresentação

Este trabalho está inserido no subprojeto Tele-Cabri da Pesquisa “Tele-Ambiente: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Cooperativas, Adaptativas e Interativas Aplicadas ao Ensino à Distância” (Protem/CNPq) que visa implementar uma ferramenta e uma metodologia para o ensino à distância, refletindo e analisando o processo de ensino e aprendizagem e as interações que irão ocorrer nesse ambiente virtual de aprendizagem. Num primeiro momento, realizou-se uma intervenção junto a um grupo de alunos do curso de Pedagogia na forma de sessões didáticas planejadas com conteúdos de geometria. A apresentação dos conteúdos ocorreu mediante o uso de fichas de exercícios e do software Cabri Géomètre (uma ferramenta computacional de geometria dinâmica) e o trabalho nas sessões foi mediada por um professor e dois monitores. A análise das interações mostrou que diferentes níveis de ajuda são fornecidos aos alunos por professores e monitores, cada

¹ Bolsista ITI-CNPq, silvia@multimeios.ufc.br

² Pesquisador DCR/CNPq, asgomes@ufc.br

³ Professor FACED – UFC / Pesquisador CNPq, herminio@ufc.br

⁴ Laisser faire: do francês “deixar fazer”

uma delas contribuindo de forma diversa a aprendizagem do aluno. Em sua forma expositiva, a interação não parece servir eficazmente a apropriação da interface do Cabri pelos alunos. Outras formas de mediação são mais adequadas à apropriação do software e dos conceitos, a saber, quando o monitor tira dúvidas dos alunos e quando o professor guia a construção dos mesmos. Apontando, assim, para a necessidade de criação de situações do tipo preceptorais em situações à distância.

Introdução

Na história da pesquisa educacional, podemos observar que inicialmente o resultado do processo educativo estava diretamente relacionado na eficácia docente, identificando características pessoais e individuais do professor para explicar o rendimento escolar e direcionar a prática em sala de aula (Coll e Solé, 1996). Considerando, assim, a eficácia docente como uma metodologia de ensino. No final da década de cinquenta, estudiosos constataram que o processo de ensino e aprendizagem vai muito além da atuação do docente e do método de ensino. Valorizando a “vida das classes” como objeto de análise. Isto é, pela primeira vez se dá importância às interações estabelecidas entre professores e alunos e as consequências metodológicas desta interação. Os estudos indicam, também, que somente o comportamento do professor e dos alunos não são determinantes para definir uma prática. Mas esta é uma cadeia de relações que envolvem vários atores e é um processo muito subjetivo, podemos destacar, como exemplo, o nível ou grau de aprendizagem, as características dos alunos, sua história de vida e seus conhecimentos prévios.

Nesta atividade social e coletiva, o professor possui o papel de intermediário, mediador da atividade construtiva do aluno e dos conteúdos da aprendizagem. É a atuação do professor que determina e direciona de forma relevante: como será a relação do aluno com o conteúdo, suas hipóteses, estratégias e expectativas com os mesmos, e que gera uma determinada apropriação do conhecimento que possui formas e resultados diferentes.

Para Vygotsky, o desenvolvimento humano é produto das interações entre o indivíduo que aprende e os agentes mediadores da cultura que, entre outros, podem ser a família e no âmbito escolar, o professor. Isto pode ser explicado nas idéias fundamentais do pensamento vygotskyano: formação dos processos psicológicos superiores e a educação como meio para criar e potencializar o desenvolvimento. Nesta perspectiva, a lei de dupla formação dos processos psicológicos postula que o desenvolvimento cultural do indivíduo é iniciado na atividade social (interpsicológica) e é gradativamente interiorizada até chegar a fazer parte das capacidades interiores, isto é, nível individual (intrapicológica). Este

processo requer uma reconstrução e reestruturação cognitiva que ocorre através das interações com os adultos e outros mediadores. Estas idéias são compiladas no conceito de “zona de desenvolvimento proximal” de Vygotsky: “a distância entre o nível do desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema, sob a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro mais capaz.” (Vygotsky, 1984).

Metodologia

No presente estudo piloto realizou-se uma intervenção junto a um grupo de alunos do curso de pedagogia na forma de sessões didáticas planejadas com conteúdo de geometria. O objetivo desse estudo foi buscar subsídios para implementação de um segundo estudo piloto e do curso Tele-Cabri à distância. A apresentação dos conteúdos foi mediada pelos pesquisadores, com a utilização do computador, fichas de exercícios e do software Cabri Géomètre.

A intervenção foi dividida em dois momentos: nove (09) seções de formação e duas (02) seções de coleta. A formação teve como objetivo capacitar os alunos, através das seqüências, a resolverem problemas que envolvam conhecimentos de geometria, tendo o software Cabri-géomètre como meio facilitador para o processo de ensino e aprendizagem. A coleta consistiu no momento no qual foram apresentados aos alunos as questões problemas, que revelaram os conceitos geométricos construídos e generalizados.

Objetivos

Os objetivos foram observar e analisar o processo de interação que ocorrem para o ensino de geometria utilizando o Cabri Géomètre; analisar características do curso em seus aspectos didáticos (materiais, dinâmica, seqüências, tempo, apresentação, avaliação, problemas); analisar desenvolvimentos conceituais e instrumentais consecutivos à formação inicial; descrever ações cooperativas instrumentais.

Sujeitos

Os sujeitos que participaram deste estudo piloto foram selecionados mediante a divulgação de uma cartaz convite para alunos voluntários que tivessem os seguintes pré-requisitos: alunos do curso de Pedagogia da Universidade Federal do Ceará, que possuíssem noções de informática e tivessem cursado a disciplina Ensino da Matemática. Inscreveram-se onze alunos para o experimento, mas somente oito participaram do curso.

Como o número de voluntários foi pequeno, participaram do estudo alunos que não tinham experiência em informática.

Procedimentos

As sessões de intervenção desse estudo aconteciam em dois encontros semanais, no horário de 8:00 às 9:00 da manhã e seguiam a seguinte sistemática: aulas expositivas realizadas pelo professor-pesquisador com participação dos alunos, seguida de resolução de atividades no computador com o software Cabri-Géomètre e discussões da atividade em grupo, utilizando o computador, telão e quadro-branco com pincel. As atividades do curso abordaram os seguintes conteúdos: paralelas e perpendiculares; ponto médio; bissetriz; triângulo retângulo; paralelogramo; divisão de segmentos; simetria e semelhança.

Os dados foram coletados durante as sessões através de gravação com câmera, gravação com o programa ScreenCam⁵ e fichas de observação.

A seqüência didática escolhida teve como objetivo essencial, familiarizar os alunos com o software e alguns conceitos matemáticos/geométricos úteis para a resolução dos problemas na fase da coleta. As atividades utilizaram, também, construções geométricas que induziam à reflexão.

Análise

A seguir descreveremos o perfil do aluno escolhido para análise:

Identificação	Idade/ Sexo	Período Universitário	Experiência em Informática	Experiência em Educação
Aluno 1	21 / F	7 ^o	Sim	4 ^a a 7 ^a série – Mat. Port. Hist. Geo e Ciências

Na sessão do dia 15/05/2000 (4^a sessão) do Projeto Piloto podemos observar uma construção interessante feita por uma das alunas a partir da seguinte atividade proposta:

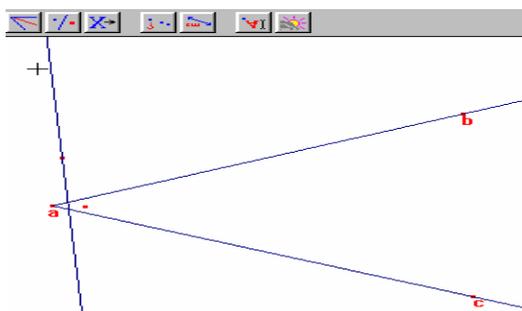
⁵ É importante enfatizar a utilização do software Lotus ScreenCam, desenvolvido pela Lotus Development Corporation em 1995, pois este oferece a possibilidade de gravar atividades da tela em sistemas do Microsoft Windows (a partir do 95). O arquivo criado inclui todos os movimentos do ponteiro do mouse, os eventos da tela, podendo gravar, assim, imagem e som e ser posteriormente reproduzido. Estes arquivos foram utilizados como material de análise, pois trazem informações mais precisas das mediações ocorridas entre professor, aluno, ferramenta computacional: voz do professor, comentários, intervenções e respostas dos alunos e construção de suas figuras no Cabri-géomètre. Os instrumentos tradicionais de coleta de dados como câmera de vídeo e até mesmo um gravador, não captam o processo de construção de cada aluno, além do que é muito difícil estar presente em todos os momentos de uma investigação e detectar situações

BISSETRIZ

- 1) Faça os pontos A, B e C não colineares;
- 2) Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e B;
- 3) Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e C;
- 4) Trace a bissetriz do ângulo BAC usando o comando BISSETRIZ;
- 5) Faça um ponto D sobre a bissetriz interna ao ângulo BAC;
- 6) Meça os ângulos BAC, BAD e DAC;
- 7) Mova os pontos A, B e C;
- 8) Que acontece com as medidas dos ângulos BAC, BAD e DAC quando movimentamos os pontos A, B e C? Justifique.

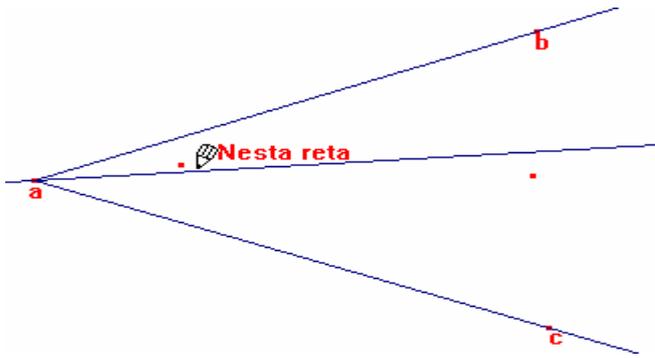
Enquanto o professor dava a explicação sobre ângulos, a aluna fez três pontos, nomeou os pontos e traçou duas semi-retas a partir dos pontos, formando, assim, um ângulo, que nomeou de \widehat{BAC} .

Seguindo a atividade, a aluna foi traçar a bissetriz do ângulo. Procurou o comando “bissetriz” na barra de ferramentas, encontrou e foi traçar no desenho. Porém, tentou traçar a bissetriz a partir, somente, do vértice do ângulo, clicando várias vezes, incessantemente no ponto A, enquanto que o software constrói a bissetriz de um ângulo através de três cliques em pontos diferentes: extremidade, vértice e outra extremidade. No terceiro clique da aluna aparecia sempre retas aleatórias que ela não considerava como bissetriz. Isto demonstra o seu conhecimento sobre qual a localização de uma bissetriz em um ângulo, pois não considerava as retas aleatórias como bissetriz, mesmo o comando do programa construindo a figura.

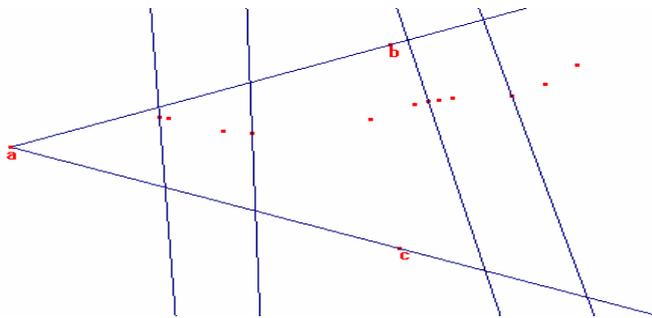


A aluna tenta várias vezes traçar a bissetriz. Cria um ponto aleatório no meio da área interna do ângulo para construir a bissetriz, demonstrando saber a localização da bissetriz num ângulo. Sempre começa a clicando no ponto do vértice.

importantes quando se está trabalhando com um grupo de alunos, pois momentos interessantes podem estar acontecendo simultaneamente no grupo.



Neste processo, ela faz várias tentativas, persistindo no mesmo erro, podemos notar um certo nervosismo e irritação em sua fala.



Posteriormente perguntou para a colega ao lado se ela estava conseguindo construir uma bissetriz e diz: “Puxa vida, que coisa chata!” O professor, então, começou a falar sobre o conceito matemático de bissetriz.

A aluna faz a construção acima e desabafa para a colega: “Mas agente clica, clica e a bissetriz não aparece ... e se você fizer uma semi-reta não vai ficar como bissetriz. Agente clica e não consegue...”

A aluna falou, em voz alta, que não existia bissetriz pois ela não conseguia traçá-la. Isto chamou a atenção do professor que indagou : “Não Existe?” E a aluna respondeu: “Existe, mas não dá certo, entendeu. Já estou ficando nervosa.” O professor, então, pede para a aluna olhar na ajuda do programa sobre bissetriz que diz: “Constrói a bissetriz de um ângulo que é indicado mediante três pontos: um ponto em um de seus lados, ponto no vértice e um ponto no outro lado.” A aluna lê e responde: “Isso agente já sabe, agente não quer saber o que é bissetriz não, agente quer saber como colocar.”

Desta forma, podemos observar que mesmo a ajuda sendo clara, a aluna não consegue fazer a relação que os três pontos que ela menciona são os três cliques para traçar a bissetriz e ela continua as observações e solicita a presença do professor:

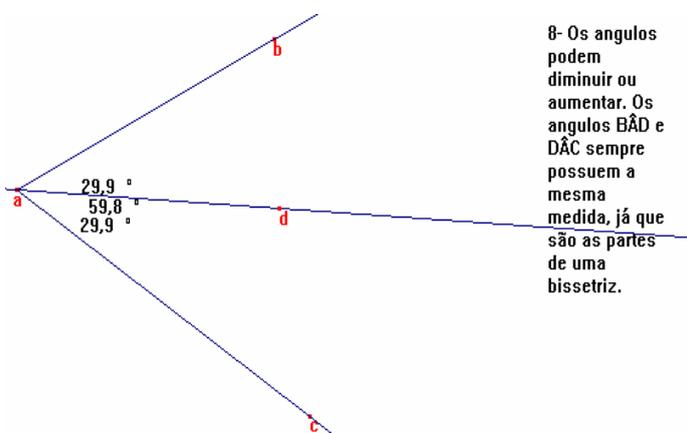
- “Agente não consegue marcar ela, agente clica, clica e ela aparece em outro canto.”

O professor pediu para a aluna ler novamente a ajuda e ela diz que esta só dizia o conceito de bissetriz. O professor, então, leu a definição da ajuda e explicou: “Um ponto em um dos seus lados, um ponto no vértice e um ponto no outro lado.”

- “Você precisa dizer qual o ângulo que ele vai medir, qual o ângulo que você está trabalhando?”

A aluna apontou para a extremidade do vértice dizendo que era o ângulo $B\hat{A}C$. Sentimos a necessidade de explorar o conceito, a idéia que a aluna possui de ângulo era somente a extremidade do vértice. O professor acompanhou, assim, o processo de construção da aluna guiando com as palavras a sua ação: “Clique no ponto c, a e b.” A aluna se surpreendeu e disse: “Ah! Olha como a coisa é mal explicada! Então é porque não explicou direito. Eu pensava que quando agente clicava na bissetriz e depois clicava no “a” que é o vértice do ângulo, já dava. (...)”. Isto só é uma questão de comando. Eu não estou criticando a questão. É só mexer no comando. Entendi, eu tenho que demarcar o ângulo.”

O professor tentou explicar novamente, mas a aluna disse que já tinha entendido, mas só não sabia que era daquele jeito marcar a bissetriz e continuou a atividade marcando um ponto D sobre a bissetriz e medindo os ângulos.



Observa-se que durante o processo de comunicação do conceito de bissetriz, ocorreram dois momentos de mediação. O primeiro proporcionado apenas pelo software, durante o qual a aluna tenta realizar a tarefa contando apenas com os retornos fornecidos pelo software : pelas imagens, pelos efeitos das deformações. Quando o processo começa a tornar-se repetitivo, i.e., quando o software não contribui mais para o progresso da atividade, a aluna procura respostas por outros meios. Tudo se passa como se o software servisse a complementar a atividade cognitiva da aluna, em sua apropriação do Cabri. O software inseriu-se numa zona de desenvolvimento proximal, mas logo a aluna não se desenvolvia mais na direção do uso correto do software. Num segundo momento, justamente no momento em que a aluna interage com uma colega, observa-se que surge,

nessa segunda incursão, uma segunda zona de desenvolvimento proximal. A atividade foi mediada novamente pelo software que dessa segunda vez, era apenas um meio mediador da atividade intersubjetiva.

Até certo ponto a aluna foi capaz de engajar-se autonomamente na atividade. O limite desse esforço de resolução dos problemas ocorre quando uma solução não é atingida e os recursos materiais não são suficientes para fazer a aluna avançar em seu desenvolvimento. Desta forma, a estrutura de funcionamento do software condiciona um certo avanço por parte da aluna. Podemos concluir que uma zona de desenvolvimento proximal constituído entre a aluna e o instrumento contribui para a emergência de um desenvolvimento intrapessoal. Não estamos, dessa forma, negando a existência de uma versão social e compartilhada entre sujeitos do instrumento mental que emerge na aluna em sua versão intrapessoal. Vemos esse fenômeno como sendo uma mediação decalada no tempo. Dito de outra maneira, podemos pensar que a forma do funcionamento do software, uma organização da atividade que teve origem no momento de concepção do software, está, durante o uso do mesmo, influenciando a estrutura da atividade e direcionando o desenvolvimento.

Assim, identificamos duas formas de mediação, expressas em duas versões distintas de zona de desenvolvimento proximal: uma realizada com o instrumento e a outra com outro indivíduo – colega, monitor e/ou professor. Estas últimas interações diferem uma da outra devido ao nível de relacionamento, pois entre aluno-aluno temos uma relação mais próxima (conteúdo, interesses e conhecimento) do que entre aluno-professor/monitor que possui uma relação histórica hierarquizada.

Na interação professor/monitor-aluno podemos observar no protocolo que existiu diferentes níveis de ajuda até a aluna conseguir realizar a atividade e entendê-la. Os níveis são os seguintes:

- Exposição do conteúdo : o professor utiliza a lousa, guia o aluno;
- O professor/monitor auxilia o aluno individualmente em sua construção no computador;
- Construção no quadro com a participação dos alunos (maeutica);
- Pede um aluno voluntário para construir usando o computador e o telão para a classe;
- O professor/monitor pede para o aluno explorar o software;
- O professor/monitor orienta e pede que construam e depois valida a resolução.

A ajuda que é dada pelo software tem a característica de não poder ser apresentada de formas diversas sob o controle do próprio software. O que não ocorre com a interação

entre o aluno e seu colega. Mesmo sem saber perguntar exatamente o que ele não sabe, ocorre uma atividade que é progressivamente adaptada entre os dois alunos. Eles chegam a negociar o que procuram.

Conclusões

A construção do conhecimento matemático por parte dos alunos ocorre, como sabemos, de forma mediada material e socialmente. Nesse processo, momentos de negociação do significado de termos e conceitos e o sentido de representações diversas ocorre de forma contínua. Analisamos nesse tópico a forma como os materiais constituem e influenciam nesse processo de produção de significado.

Podemos observar com este protocolo, que alguns alunos tiveram problemas em relação ao manejo do programa: como lidar com as ambigüidades, como fixar os pontos para que as propriedades matemáticas funcionem, pois o Cabri Géomètre tem suas peculiaridades quanto a ordem de construção das partes da figura e os graus de liberdade dos pontos. Se os pontos não ficarem fixos a construção não validará as propriedades matemáticas quando arrastada.

Wertsch e Hickman (citado em Coll et al, 1996) analisam a interação de crianças e mães em um jogo de quebra-cabeça. A interação entre a mãe e a criança desencadeia uma regulação interpsicológica até uma resolução independente da atividade pela criança – intrapsicológica. Identificam-se diferentes níveis de ajuda que mães proporcionam a seus filhos na resolução de um quebra-cabeça. Esse níveis vão desde uma ajuda mínima, palavras de estímulo ou de alento até o nível cinco, que representa o maior grau de ajuda, demonstração de como se resolve a tarefa. Primeiramente o adulto assume a organização global da tarefa, dando entrada no marco global, diretrizes ou ordens na atuação da criança; situa, posteriormente as atuações das crianças em um contexto de significação mais amplo, através da organização da atividade conjunta e pelo planejamento da tarefa, e desta forma a criança toma atitudes como se entendessem aquilo que estava fazendo, ainda que não seja assim. Na medida em que a criança vai avançando na atividade, esta vai assumindo progressivamente a resolução da atividade, respondendo a organizações e planejamentos próprios.

O mesmo ocorre nas interações escolares entre professor e alunos nas quais o professor complementa o engajamento do aluno à atividade. Esse último aparenta ter competência total e essa complementaridade é decisiva no processo de internalização. O aluno constrói progressivamente competências que irão torná-lo progressivamente mais

independente da ajuda do professor. Quanto maior a dificuldade do aluno para resolver por si mesmo a tarefa, maior será o nível de objetividade das intervenções do professor.

Bibliografia

- BORGES N., H. *Uma Classificação sobre a utilização do Computador na Escola*. In: Educação em Debate. Ano 21- V.1. Nº 37, 1999.
- BORGES N., H. *A informática na Escola e o Professor*. In: Endipe,1998.
- CAPPONI B. et LABORDE C. (1991) *Cabri géomètre, un environnement pour l'apprentissage de la géométrie élémentaire*. Actes de la sixième école d'été de didactique des mathématiques 1991, Plestin les Grèves, pp. 20-22.
- COLL, C. ; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. *Desenvolvimento psicológico e educação : psicologia da educação*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996.
- Dida Tech-Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique. *Cabri-Classe*. Editions Archimede, 1994.
- GIOVANNI, J. R. *Coleção Desenho Geométrico*. Edição reform. – São Paulo: FTD, 1996.
- GOMES, A. S. *Developpement Conceptuel Consecutif a l'activite instrumentel*. Tese de doutorado, Université Paris V – Rene Descartes, 1999.
- LIMA, Elon Lages. *Isometrias*. SBM, Rio de Janeiro, 1996.
- LIMA, Elon Lages. *Medida e Forma em Geometria*. SBM, Rio de Janeiro, 1991.
- LIMA, Elon Lages. *Meu Professor de Matemática*. SBM, Rio de Janeiro, 1991.
- MACHADO, Silvia (Org.). *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 1999.
- RIVERA, Felix O., NEVES, Juarenze C., GONÇALVES, Dinei N. *Traçados em desenho geométrico*. Rio Grande: FURG, 1986.
- RIVERA, Felix O., NEVES, Juarenze C., GONÇALVES, Dinei N. **Traçados em desenho geométrico**. Rio Grande: FURG, 1986.
- VYGOTSKY, L.S. *A formação social da mente*, São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- WAGNER, Eduardo. *Construções Geométricas*. SBM, Rio de Janeiro, 1996.