

Construindo o conceito de alturas de triângulo com o Cabri-Géomètre II: verticalidade ou perpendicularidade?

José Carlos Pinto Leivas
Professor Aposentado FURG, RS
Professor, ULBRA/Canoas, RS
leivasjc@yahoo.com.br

Suely Scherer
Professora, UFMS
susche@gmail.com

Resumo

Este trabalho consiste em uma análise de experiência realizada durante a disciplina Recursos Tecnológicos e Educação Matemática, no Programa de Pós-Graduação em Educação – Linha de Educação Matemática, desenvolvida no primeiro semestre de 2008. A atividade foi realizada com sete alunos matriculados na disciplina, usando o software Cabri-Géomètre II. Na atividade proposta, a abordagem construcionista no uso de computadores foi utilizada para a construção de conceitos geométricos, em particular o de altura de triângulo. Concluiu-se da atividade que o uso do computador favoreceu a representação e a construção de conceitos geométricos, a partir da experimentação realizada pelos sujeitos observados.

Palavras-chave: Cabri-Géomètre II. Altura de triângulos. Construcionismo. Representação. Educação Matemática.

Building the concept of heights of triangle with Cabri-Géomètre II: verticality or perpendicularity?

Abstract

This work is an analysis of an experiment carried out in the discipline “Technological Resources and Mathematics Education”, of the Programa de Pós-Graduação em Educação-Mathematics Education group, during the first semester of 2008. The activity was conducted with seven students enrolled in the discipline, using the software Cabri-Geometry II. In the proposed activity, the constructionist approach in the use of computers was used, aiming to construct geometrical concepts, specifically the height of a triangle. We concluded from the activity that the use of computer promoted representation and construction of geometrical concepts, from the experiments performed by the observed participants.

Keywords: Cabri-Géomètre II. Height of a triangle. Constructionism. Representation. Mathematics Education.

Introdução

A disciplina Recursos Tecnológicos e Educação Matemática é oferecida à linha de Educação Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná. Ela consiste em um processo de educação bimodal – parte presencial e parte à

distância-, em que os estudos são realizados presencialmente e em um ambiente virtual de aprendizagem. Na articulação destes dois espaços, uma das atividades propostas na disciplina, no ano de 2008, consistiu no planejamento e execução de uma oficina, utilizando um software, que favoreça a construção de conceitos matemáticos. Cada aluno fica responsável por explorar um conceito e um software. A partir desta proposta surgiu a experiência que é analisada neste artigo. A experiência se constituiu por uma oficina presencial, com os sete alunos matriculados na disciplina, usando o software Cabri-Géomètre II, para explorar o conceito de altura de um triângulo. Dos sete alunos, dois eram formados em pedagogia e cinco em Matemática, sendo um destes últimos, autor deste artigo e ministrante da oficina.

Em geral, na escola básica, ao tratar deste conceito, o professor apresenta a “definição” de altura de triângulo [grifa-se o termo, pois se acredita que não ocorre construção deste conceito] e a sua representação, conforme a Figura 1. O aluno passa a conceber altura como sendo o segmento de reta que parte do ponto A até encontrar o lado BC, nesta posição vertical, criando-se um obstáculo epistemológico de que a altura depende da verticalidade de um segmento em relação a um lado do triângulo e não do perpendicularismo do segmento à reta suporte do lado oposto.

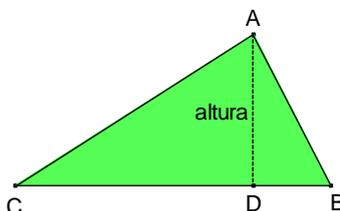


Figura 1 – representação usual da altura de um triângulo

É possível que uma das dificuldades encontradas por professores de Matemática, esteja no processo estático das representações, o que demanda muito tempo na construção de outras possibilidades de representação. Desta maneira, parece ser conveniente ao professor continuar com sua forma convencional de desenvolver aulas de Matemática, oriunda muitas vezes de sua formação inicial, de definir algo, dar exemplos e seguir modelos. Mas, em tempos de internet, de softwares que favorecem simulações e construções, apenas reproduzir o pronto, é pouco. É preciso problematizar, desafiar, interagir com colegas, professores e diferentes recursos tecnológicos. Para Sancho (2006) a sala de aula deve ser ampliada de modo a tornar-se um ambiente presencial comunicativo onde professores e alunos possam

atuar numa nova perspectiva do que seja interação entre sujeitos e destes com os objetos do conhecimento. E esta interação pode ter continuidade em diferentes espaços virtuais.

A partir destas certezas a oficina, que ora é analisada, foi planejada e desenvolvida, durante a disciplina de Recursos Tecnológicos e Educação Matemática, articulando o espaço presencial e o espaço virtual. A oficina foi orientada pela abordagem construcionista no uso de computadores, vislumbrando a mudança na forma de propor e desenvolver os processos de ensino e de aprendizagem na escola básica, incorporando o uso do computador na construção de um conceito geométrico, ao explorar a sua representação. Segundo Valente (2009, p.41-42), na abordagem construcionista, “as ações de reflexão e depuração acontecem a partir de uma resposta que o aprendiz obtém da execução da descrição da resolução do problema, fornecida em termos de comandos de um determinado software. Essa reflexão [...] de fundamental importância no processo de construção de conhecimento”

O objetivo da oficina foi o de oportunizar aos participantes a construção do conceito de altura de triângulos. Neste artigo, a oficina é analisada, com o objetivo de identificar ações que favorecem o caráter dinâmico da construção desse conceito, fortalecendo o aspecto de perpendicularidade presente nele, com o uso do software Cabri Géomètre. O estudo é realizado a partir dos registros retirados do ambiente virtual e das observações realizadas durante a oficina presencial.

Oficinas e o uso de computadores na Educação Matemática

A análise apresentada neste artigo foi feita a partir da realização de uma oficina, usando o software Cabri Géomètre. A oficina é um espaço de formação em que o conhecimento se constrói com o grupo. Mas, o que é uma oficina?

A oficina não pretende alcançar um objetivo "a qualquer custo"; preocupa-se, pelo contrário, com a adequação e a seqüência dos passos a serem dados para que se chegue àquele mesmo objetivo. O processo do qual falamos tem várias características; é pluridimensional, criativo, coletivo e planejado e coordenado. (CORCIONE, 2009)

Neste sentido, a experimentação faz parte de uma oficina. E, ao discutir a experimentação em aulas de Matemática, Borba e Villarreal (2005, p.75), afirmam que uma abordagem experimental implica:

- o emprego de tentativa de procedimentos e de julgamentos que suportem a geração de conjecturas matemáticas;
- a descoberta de resultados matemáticos previamente desconhecidos para experimentar;

- a possibilidade de testar maneiras alternativas de gerar um resultado;
- a chance de propor novos experimentos;
- uma maneira diferente de aprender matemática.

Segundo estes autores, a abordagem experimental ganha força ao se utilizar computadores, pois eles proporcionam:

- a possibilidade de testar uma conjectura usando um número maior de exemplos e de oportunidades de repetir o experimento, devido ao rápido feedback proporcionado pelo computador;
- a oportunidade de fornecer diferentes tipos de representações de uma dada situação mais facilmente;
- uma maneira de aprender matemática que se alinha com modelagem e tratamento pedagógico. (BORBA E VILLARREAL, 2005, p.75).

A importância do uso de computadores em uma aula de Matemática também é sinalizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Neste documento, sugere-se que o uso do computador:

- [...] possibilita a problematização de situações por meio de programas que permitem observar regularidades, criar soluções, estabelecer relações, pensar a partir de hipóteses, entre outras funções;
- [...] favorece a aprendizagem cooperativa, pois permite a interação e a colaboração entre alunos (da classe, de outras escolas ou com outras pessoas) no processo de construção de conhecimentos, [...];
- [...] favorece aprendizagem ativa controlada pelo próprio aluno [...];
- [...] desenvolve processos metacognitivos, na medida em que o instrumento permite pensar sobre os conteúdos apresentados e as suas formas de representação, levando o aluno a “pensar sobre o pensar”;
- [...] oferece recursos rápidos e eficientes [...] (BRASIL, 1998, p.147).

Assim, as instituições educacionais precisam refletir continuamente sobre o sentido e o significado do uso de computadores no processo educativo. Mesmo quando falamos em programas de Pós-Graduação, este recurso se torna importante na aprendizagem e formações dos diferentes profissionais e pesquisadores. No entanto, ao falar em uso de computadores, e diante do que já foi exposto neste artigo, temos de lembrar das duas grandes abordagens no uso de computadores, apresentadas por Valente (2002): o instrucionismo e o construcionismo. Neste sentido, o computador pode ser usado na educação como meio de transmissão de informações ou em processos de construção de conhecimentos.

No primeiro caso, há uma conservação da prática pedagógica que está presente na maioria das escolas, e para avançar para o segundo caso, torna-se necessário investir na formação dos professores para que ao reconstruírem conceitos, favoreçam a construção de conceitos nos alunos. O que se objetiva é a proposição de atividades na área de Matemática, orientadas por uma abordagem construcionista no uso de computadores.

Nesta perspectiva, para organizar a oficina usando o Cabri-Géomètre II na construção do conceito de altura de triângulos, considerou-se as possibilidades de representação,

visualização e comunicação de conceitos a partir do software. Esse apresenta a possibilidade do vértice de um triângulo percorrer muitas posições, fazendo com que a reta que passe por esse vértice encontre o lado oposto ou não, fazendo-se necessário considerar a reta suporte do mesmo para visualizar o processo de representação da altura. Para Borba e Villarreal (2005) a visualização é uma forma de raciocínio matemático.

Ao buscar a compreensão de que a altura de um triângulo independe da verticalidade, a visualização e representação proporcionada pelo software possibilita, de forma dinâmica e rápida, que o triângulo possa ser movimentado, dando abertura para diferentes experimentações. E, a visualização e representação não se restringe ao que comumente assistimos em aulas convencionais, que usam imagens de altura apenas com a posição vertical (Fig. 1).

O ambiente virtual e o planejamento da oficina

Antes do desenvolvimento da oficina, na experiência que analisamos neste artigo, foi organizado um espaço de informação e comunicação sobre o uso do software Cabri-Géomètre, no ambiente virtual da disciplina, criado a partir do pbwiki (espaço gratuito para criação de páginas e ambientes na internet, em que várias pessoas podem editar e/ou contribuir). No espaço criado para a oficina do Cabri-Géomètre II, foi disponibilizado e organizado, dentre outros, um tutorial para auxiliar os participantes a se familiarizarem com o software. Neste tutorial constava o processo de instalação e inicialização do software, além de proposta de atividades iniciais.

A partir deste movimento inicial, antecedendo a oficina presencial, destaca-se o comentário de uma integrante (EG), no fórum criado no espaço da oficina, a respeito da colocação feita sobre o início do processo.

Olá colegas... pra mim blz as 14 horas. Acho até melhor...

Leivas estive olhando sua proposta de oficina. Ela é bem interessante, vc pretende partir desta mesma idéia para trabalhar conosco???

Na minha opinião, acho q a partir da questão 2.2 vc explora melhor o software numa abordagem construcionista. Talvez um encaminhamento seria partir direto para essas construções, de exploração do triângulo, semelhanças e tais. De maneira que os alunos anotassem todos os registros observados, fazendo descobertas. Só então vc entraria com a problematização e os conceitos... Não sei...

De novo retomo João Pedro da Ponte, naquele livro Investigações Matemáticas na Sala de Aula, ele propõe alguns encaminhamentos nesse sentido, acho q podem nos auxiliar na atividade que estamos propondo.

Outra dúvida que tenho, diz respeito a questões técnicas, pq pensem comigo colegas, teremos em sala alunos que não tem gdes habilidades com a máquina, óbvio acredito tb que essas habilidades vão se construindo a medida que se tem maior contato com a máquina... mas não há como fugir delas...

O que os demais acham???

A questão desta colega desencadeou um diálogo no grupo de sujeitos, e uma reestruturação do planejamento inicial. Assim, LE, autor da oficina, fez novos encaminhamentos:

por Jose Carlos Leivas - quinta, 10 abril 2008, 13:36

Oi Pessoal,
deixei com Egui, um cd com o programa Cabri II, original.
Deixei também dois artigos: um que já postei, mas que deixei a revista onde foi publicado [aquele que penso funcionar como um pequeno tutorial prático: vai ensinando fazer, fazendo um reconhecimento do software] e outro da revista do RS, onde mostra algumas possibilidades de trabalho construcionista utilizando o cabri.
Sugiro que quem tiver note, instale o programa e o leve para a Oficina, assim teremos computador para todos.
Até o proximo recado, eheheh.
abraçao
leivas

A professora da disciplina interferiu, promovendo algumas reflexões do grupo.

Quanto à oficina do Leivas, a Egui comentou algumas questões pertinentes para irmos pensando a oficina para o grupo. Realmente, não temos como fugir da máquina, mas como trabalhar os recursos do software em uma perspectiva construcionista? Será que deixar o aluno explorar, sem um desafio, sem algo que o mobilize, sem uma questão para investigar é uma abordagem construcionista? E, lembrem-se é preciso organizar a oficina para acontecer em uma hora, deixando claro o objetivo... Pensem nisto. E, que situação problema pode ser uma abertura, para que estejamos realmente propondo algo em uma abordagem construcionista. O problema do professor?

E Alex, razão, é muito complicado sair de uma visão instrucionista de uso de software, é mais fácil ir para o ambiente informatizado apenas para repetir procedimentos. Pense em como usar o régua e compasso a partir de algo que leve o grupo a se envolver, a analisar, a produzir significados, não respostas que esperas ter...

E os demais, como estão na organização das oficinas?

Abraços,
Suely

Enquanto se estabeleciam os diálogos todos foram se mobilizando, produzindo conhecimento. Para exemplificar, uma das atividades propostas no tutorial era:

“Os espaços vazios na caixinha devem ser completados sucintamente com o que encontrar por lá! Não se assuste!!!! Arrisque-se!!!! Atreva-se!!!.”

- construir:

- Click no menu EDITAR. Que comandos você encontrou por lá?

Desta forma, acredita-se que ao chegar à oficina, os participantes já poderiam ter familiaridade com o software e curiosidade em saber mais, articular com outras experimentações na área de Educação Matemática.

A oficina com Cabri Géomètre: processo de (re) construção de conceitos

Organizar e desenvolver uma oficina com uso de um software baseado em uma abordagem construcionista se revelou um processo bastante desafiador na experiência

vivenciada. Isto porque nesta abordagem, a representação é executada pelo computador, “[...] produzindo resultados que passaram a ser objeto de reflexão e depuração [...]. É justamente a reflexão que surge a partir dos resultados obtidos que leva o aprendiz a rever conceitos, depurando-os ou construindo novos conhecimentos.” (VALENTE, 2002, p. 40). Neste sentido, a necessidade de, como professor, darmos respostas, apontar sequências, precisa ser repensada.

Dessa forma, iniciou-se a oficina com uma proposição de atividade, e, ainda com alguns “vícios” do ministrante, em “dar as sequências”, nomear pontos e retas. Mas, a possibilidade de criação e construção de conceitos não foi minimizada em função deste detalhe, afinal falamos em uma atividade de oficina.

A proposta inicial da oficina foi:

- *Com a tela limpa desenhe uma reta [se desejar facilitar as descrições posteriores a denomine, por exemplo, por r].*
- *Que alternativas você encontrou para fazer isto?*
- *Compare com a construção de seu colega.*
- *Lembrou de algum axioma, teorema ou alguma outra ideia matemática para esta construção que fez? Se lembrar, então escreva qual foi.*

Nesta atividade, os sujeitos que participaram da oficina se envolveram com a construção da reta por um bom tempo. Alguns não conseguiam fazer com que a reta se “definisse”, pois não estavam se dando conta de que ao clicar o primeiro ponto estavam definindo um feixe de retas passando por aquele ponto e que, para que ficasse definida a reta, um segundo ponto deveria ser escolhido, clicando sobre ele. Isso ocorreu mesmo com professores com formação matemática, o que indica que talvez não tenham construído o conceito de reta, discutido em diferentes momentos da vida escolar. O conceito é baseado na axiomática de Hilbert: uma reta fica determinada por dois pontos distintos ou por um ponto e uma direção.

Neste primeiro movimento pode-se perceber o quanto o uso do software pode “provocar” os sujeitos para que usassem os conceitos construídos para a representação pedida. Assim, mesmo que a atividade inicialmente pareça apenas um comando do professor, o encaminhamento dado, pautado na abordagem construcionista, favoreceu que os sujeitos se envolvessem com a atividade, refletindo e depurando sobre cada representação simulada na tela. Este movimento de reflexão e depuração precisa ser compreendido pelo professor que instiga os alunos a buscarem mais, a expressarem por meio de comandos no computador o que conhecem, e depuram a resposta apresentada pelo computador a cada registro, e ao

refletirem, acionam novos comandos... em um processo de construção de conhecimento que acontece em espiral, segundo Valente (2009), em movimentos de descrever-executar-refletir-depurar-nova descrição...

Após o traçado da reta, que aos poucos os sujeitos foram dominando, como segunda proposição, foi sugerido:

Represente um ponto sobre a reta r . [o denote, por exemplo, por A para facilitar as descrições futuras].” E ainda: “Arraste o mouse clicando sobre A em qualquer direção. A reta r vai junto? Se não for, discuta com seu colega se a dele foi, ou com o professor. Busque as causas de uma situação e de outra. Conclua sobre o que faz com que o ponto se mova junto com a reta.

Nesta atividade uma dificuldade inicial ocorreu antes dos alunos abrirem a janela com o comando “ponto sobre objeto”. O sistema computacional utiliza base dois, ou seja, é uma matemática discreta e não contínua aquela que está por trás da máquina. Alguns dos participantes, não se dando conta disso, buscaram representar um ponto qualquer, sem utilizar o comando correspondente. Assim, ao arrastar a reta, o ponto permanece no lugar onde foi marcado e não acompanha a reta. Dessa forma, usando este software, foi possível verificar se este conceito matemático foi compreendido.

Nesta experimentação, foram discutidos os axiomas de pertinência da Geometria Euclidiana, em particular, “Qualquer que seja a reta existem pontos que lhe pertencem e pontos que não lhe pertencem.” A aluna Cri, que tem formação em pedagogia, se maravilhou afirmando nunca ter ouvido falar nisso e nem sabia o que significava, mas estava experimentando o axioma ao perceber que o ponto representando por ela, estava fora da reta anteriormente localizada. Assim, se ampliavam os debates e construções conceituais, a partir dos movimentos propostos na oficina.

A partir das representações realizadas, foi apresentada a terceira atividade:

Desenhe uma segunda reta, a denominando, por exemplo, por s , paralela a r , e sobre ela marque dois pontos distintos denominando-os, por exemplo, por B e C .

Nesta atividade, os sujeitos, novamente, não fizeram analogia com a axiomática e quando questionados sobre o que possibilita a existência de retas paralelas distintas, a maioria não conseguiu comunicar a sua compreensão. Dois dos sujeitos da pesquisa, com formação na área de Matemática, se deram conta do axioma que permite enunciar a existência de uma única reta passando por um ponto fora de uma reta dada e paralela a essa. Dois disseram acreditar, pelo que foi discutido antes, existir algum axioma ou teorema garantindo a

existência de uma única paralela. Nenhum dos alunos se deu conta de que as retas poderiam ser paralelas coincidentes.

O que perceberam a partir do diálogo, é que os pontos A, B e C não podiam estar alinhados, ou seja, não pertenciam a uma mesma reta. Assim, da axiomática Hilbertiana [que dizemos Euclidiana] existe um triângulo cujos vértices são estes pontos. Partindo desta certeza, sugeriu-se que eles construíssem um triângulo, como uma quarta atividade. E ainda foi sugerido: “*Tente e preencha o interior do triângulo com uma cor bem bonita...*”. Possíveis representações são apresentadas na Figura 2, a seguir.

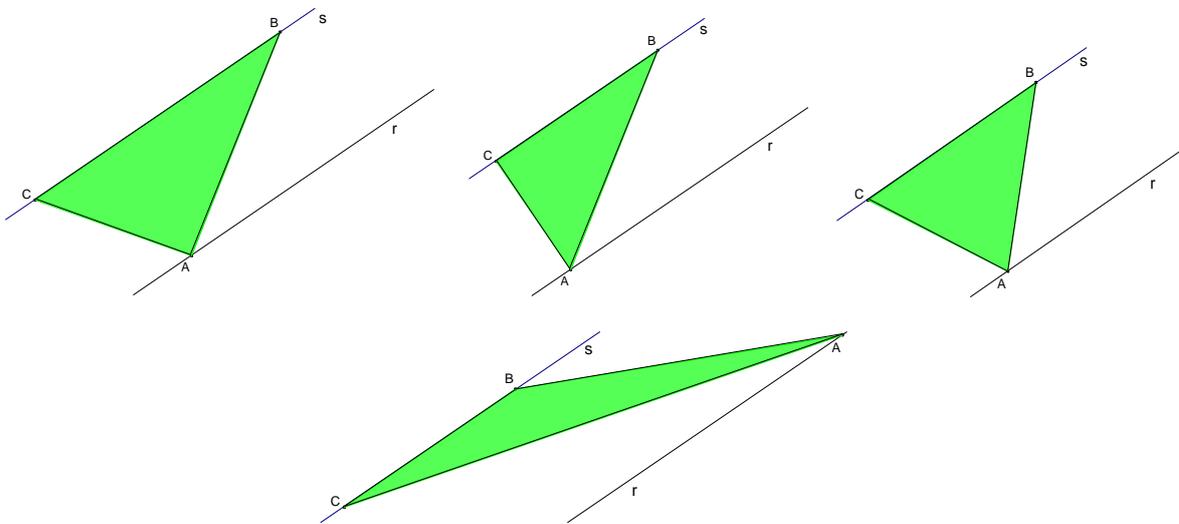


Figura 2 – representações dos triângulos realizadas pelos sujeitos observados

Com o triângulo construído, os sujeitos foram desafiados a realizarem alguns movimentos, além dos que eles optaram por realizar:

- *Movimente o vértice A do triângulo ABC ao longo da reta r, enquanto analisa o que ocorre com o ângulo de vértice B.*
- *Quais tipos de triângulo se obtém?*
- *Desenhe a perpendicular a um lado do triângulo passando pelo vértice oposto.*
- *Conduza por A uma perpendicular à reta s. Note que ao encontrar na janela “perpendicular” terá de colocar o cursor próximo ao ponto A ou à reta s. O computador vai dialogar com você. O que ele te pergunta?*

Não houve dificuldade na obtenção do triângulo e todos se empolgaram com a possibilidade de obtenção de vários tipos de triângulos a partir da construção, tanto em relação aos lados, quanto em relação aos ângulos internos dos triângulos.

Na continuidade do trabalho, com a reta perpendicular, eles foram desafiados a realizar a seguinte construção:

Denote esta reta, por exemplo, por t e obtenha sua intersecção com s [segunda janela] e denote este ponto, por exemplo, por D . Vá na décima janela e clique em marcar ângulo, deixando-a luminosa. Vá ao triângulo e clique nos pontos A , D e B , nesta ordem. O que acontece? E se você clicar em outra ordem? Qual é a notação conveniente para ângulo?

Algumas possibilidades de representação são apresentadas na Figura 3, a seguir.

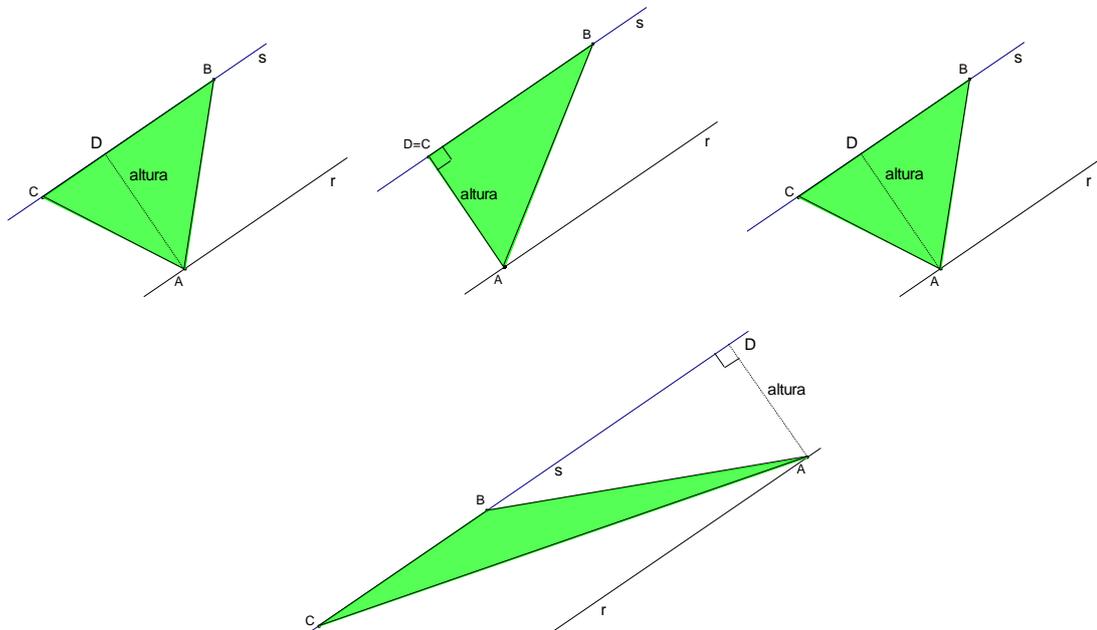


Figura 3 - representações de triângulos com uso de reta perpendicular

Para continuar explorando a representação obtida até este momento, foram sugeridas as seguintes atividades:

- Retorne à nona janela e clique em marcar ângulo, deixando-a luminosa. Vá ao ângulo e veja o que ocorre.
- Movimente o ponto A ao longo da reta r , observe o que ocorre e por onde anda o ponto D . Observe também o ângulo ADB e sua medida.
- A reta t intersecciona sempre o lado BC do triângulo? Discuta com seu colega ou com o professor sobre isto. Quem é que a reta t intersecciona? Qual a relação entre a reta t e o lado BC do triângulo?
- Se desejar obtenha o lado BC do triângulo. [Como fazer isso?!?!?!?!?]. Experimente colocar uma espessura diferente daquela do triângulo. [Como fazer isso?!?!?!?!?]

Confirmações das questões discutidas anteriormente, sobre classificações de triângulos quanto aos ângulos, foram nesse momento realizadas. Foi descartada a possibilidade da reta, passando por um vértice e sendo perpendicular ao lado oposto do triângulo, definir alturas de triângulos acutângulos. Isto aconteceu porque a reta perpendicular ao lado oposto a um vértice do triângulo, passando por esse vértice, ao movimentar o vértice, nem sempre encontrava o lado oposto, mas a reta suporte a esse lado. Esse foi o grande ponto de discussão da aula, pois era uma certeza provisória, de senso comum, sobre o significado da altura do triângulo, e talvez o mais importante para a construção deste conceito.

A partir desta atividade, o movimento de construção do conceito de altura de um triângulo estava lançado. Assim, foi proposta a seguinte atividade:

- *Marque o segmento da reta t de A até D , deixando-o tracejado e de uma espessura diferente daquela da reta t .*
- *Esconda a reta t e movimente o ponto A . É cansativo? Experimente animar colocando a mola no ponto A e veja o que acontece. Como você deve usar a mola?*
- *Meça o segmento AD antes de movimentar o ponto A . O que se pode dizer?*
- *Você percebe que esse segmento AD é perpendicular à reta s , independentemente de onde se encontra o ponto A ? Que med (AD) é sempre a mesma, e que a reta s contém o lado BC , oposto ao vértice? Então, o que representa a altura do triângulo ABC relativa ao lado BC , ou relativa ao vértice A ?*

Ao formular uma definição para a altura de um triângulo relativa a um vértice foi levado em consideração por todos os sujeitos, que esta se encontra sobre a reta que passa pelo vértice sendo perpendicular à reta suporte do lado oposto. A partir das construções obtidas, pela diversidade das construções (Figura 3), os participantes concluíram que a altura não necessita ser obtida na vertical, partindo de um vértice superior, como usualmente é apresentado em sala de aula convencional, e que, além disso, pode não recair no interior do triângulo.

Para fechar a oficina foi pedido que cada aluno elaborasse uma estratégia para obter a altura relativa ao vértice B , ou seja, a altura relativa ao lado AC do triângulo já representado. No momento da oficina em que todos se deram conta da questão do perpendicularismo em relação à reta suporte do lado oposto ao vértice, não houve maiores dificuldades para o grupo de sujeitos verificarem a existência das três alturas de um triângulo.

A oficina suscitou uma discussão a respeito de que na escola, em geral, esse conceito é apresentado como sendo de uma única altura. Ainda mais, o conceito de ser única pode ocorrer em virtude de o conceito ser apresentado aos alunos a partir de um triângulo com um dos lados na horizontal, geralmente acutângulo, e a partir de um vértice que se encontra no semiplano superior ao determinado por esse lado. Assim, o conceito de altura fica visualmente associado ao de verticalidade, e não, ao de perpendicularidade, podendo ocasionar um obstáculo epistemológico.

Como atividade conclusiva e complementar, foi sugerido que cada sujeito realizasse as seguintes ações:

- *Obtenha a intersecção das três alturas nas construções que realizou. O que você pode concluir?*
- *Movimente um dos vértices e veja se a sua conclusão continua verdadeira.*
- *Em Matemática, demonstrações visuais são aceitas pela comunidade científica. Até bem pouco tempo apenas o método dedutivo servia para comprovar verdades. Faça uma demonstração de que as*

alturas de qualquer triângulo concorrem em um único ponto, denominado ortocentro. As atividades precedentes auxiliam nesta ação.

A oficina a partir do olhar dos sujeitos observados

Além da análise já realizada, a seguir apresenta-se uma breve análise a partir de indicadores como: papel do professor (aluno responsável pela oficina); relação professor-aluno; relação entre sujeitos e tecnologias; aprendizagem dos sujeitos observados. A partir desses indicadores e do debate proporcionado pela professora da disciplina, imediatamente após a realização da oficina, cada aluno participante, a exceção de um, que por motivos particulares teve de se retirar, os demais se manifestaram oralmente, explicitando suas expectativas e impressões.

Ros, que tem formação inicial na área Tecnológica e Graduação em Pedagogia, exercendo funções de professora na escola básica, fez a seguinte manifestação: “se eu tivesse aprendido Matemática desse jeito teria sido melhor”. Destaca o limite do tempo da oficina como impedimento para chegar a conceitos ou resultados melhores. Pode-se inferir da fala de Ros que, outras possibilidades metodológicas para o ensino de conceitos matemáticos, usualmente feitos pelo método dedutivo, tendem a mobilizar os estudantes à satisfação da descoberta desses conceitos. Assim, o construcionismo empregado no uso de tecnologias, até onde se pode perceber, tem muito a contribuir para a melhoria do ensino de Geometria, especialmente, na formação do professor de Matemática, desde a Licenciatura.

Para And, que tem formação inicial em Matemática, e que fez o trabalho em dupla com Ros em um mesmo computador, a interação da dupla nas atividades desenvolvidas com o software Cabri-Géomètre II, e a forma como as atividades foram desenvolvidas, favoreceu a correção de erros ocorridos nas construções que a dupla ia realizando. Afirma que ao observar as discussões oriundas de outras duplas e também as discussões com o professor, em um processo colaborativo, a aprendizagem foi acontecendo. And afirma, ainda, que: “o software é muito bom e com ele é possível desenvolver as atividades operatórias de forma muito interessante, proporcionando dicas envolvendo conceitos geométricos relevantes na escola de educação básica”.

Ale, que possui formação inicial em Matemática, e atua como professor dessa em escola básica, afirmou: “gostei muito de me familiarizar com o software na atividade introdutória”. Segundo ele, foi possível durante a oficina explorar a linguagem matemática, e

o papel do professor na condução da oficina foi significativo para uma proposta construcionista, pois não eram fornecidas respostas diretas, mas eram realizados questionamentos que conduziam os alunos a repensarem suas dúvidas e suas construções.

Pode-se aqui intuir, pelas observações feitas por Ale, que o construcionismo constitui-se de uma abordagem que pode proporcionar melhores aprendizagens em Matemática, pelo fato de despertar nos alunos curiosidade e interesse pelo prazer da descoberta. Isso é corroborado pela fala de Mar, apresentada a seguir, na medida em que salienta a importância do papel do professor, como mediador do processo. Mar, que também possui formação em Matemática e que fez dupla com Ale, diz que houve uma disputa saudável pelo uso da máquina. Mar diz que foi possível durante a oficina ir além do que o professor havia indicado nas atividades e que: “o professor instigou muito, não deu respostas”.

Para Cri, que tem formação em Pedagogia e que atua como supervisora em escola de educação básica, a oficina foi um “petisco”. O professor mostrou, incentivando, deixando o aluno curioso e com vontade de buscar. “Permitiu a saída do lugar dos alunos para ver e discutir com outras duplas, o que ainda é considerado na escola como indisciplina”. Na fala de Cri, pode-se perceber, ao se sentir motivada por ter aprendido um conceito matemático, como o de que: “por dois pontos distintos passa uma única reta”, que é possível aprender Matemática de uma forma diferente do que aquela que, em geral, afasta os professores e estudantes de Pedagogia desta área do conhecimento, usualmente considerada muito difícil.

O ministrante, ao preparar e desenvolver a oficina, se preocupou em um curto espaço de tempo, em proporcionar aos alunos um repensar de conceitos da Geometria, mais especificamente do conceito de altura de um triângulo, ao mesmo tempo em que foi explorado o software. Não se deixou de considerar que na sala havia aproximadamente 33% de alunos sem formação matemática, fato relevante para a avaliação da apropriação de conhecimentos construídos na oficina.

Nesse sentido, pode-se perceber a importância de conclusões como a de Cri, logo ao iniciar a oficina, observando a tela do computador: “por um ponto podem passar infinitas retas”. Conclui afirmando que: “se eu tiver dois pontos clicados na tela, a reta que os contém é única”. Isto indica possibilidades de uso do software e a importância da atitude do professor na construção de axiomas de Geometria Euclidiana, realizada por Cri. Ao ser informada que estas duas afirmações constituíam uma “arrancada” para a construção de um modelo de Geometria em seu aspecto dedutivo, ela ficou observando o professor e disse: “mas eu nem sei o que é isso!”.

Muito embora as atividades possam ter se assemelhado a uma “instrução programada”, característica da concepção instrucionista no uso de computadores, o fato de o professor ter orientado a atividade por questionamentos e não por respostas, favoreceu o processo de aprendizagem dos sujeitos.

O processo adotado é um dos caminhos para produzir conhecimento em um ambiente informatizado, mas há muitos outros. O professor poderia ter partido de um problema do contexto do grupo, em que surgisse a necessidade da construção da altura de um triângulo. Com isto, a mobilização para a busca de recursos computacionais e matemáticos para a solução do problema, poderia mobilizar mais os alunos na construção de seu conhecimento.

Acredita-se que este tipo de oficina desenvolvida na escola de educação básica, ou até mesmo em Cursos de Formação de Professores, favoreceria processos significativos de (re)construção de conceitos matemáticos. Afinal, mesmo os 77% dos sujeitos, com formação em Matemática, com atividades profissionais em escola básica, desconheciam elementos constituintes do conceito de altura de triângulo.

Considerações Finais

Dados os limites da observação, a oficina realizada com o Cabri Géomètre foi relevante para a (re)construção do conceito de altura de triângulos para os sujeitos observados, além de dar sentido à exploração do software. Isso confirma o que foi apontado no início deste trabalho quanto à indicação de Borba e Villarreal (2005) de que as abordagens experimentais implicam uma maneira diferente de aprender Matemática, o que, pelo uso do computador oferece diversidade de possibilidades de testarem alternativas e obter bons processos e resultados na aprendizagem.

No que diz respeito ao papel do professor, vale destacar a importância do questionamento, dos desafios, para a reflexão e criação dos alunos. Neste sentido, o diálogo estabelecido entre professor e alunos proporcionou colaborações de diferentes formas, ocorrendo entre as duplas que usavam o mesmo computador, entre estas e o professor, entre duplas, favoreceram verdadeiras redes de construção de conhecimento. Isso corrobora com o que os PCN (BRASIL, 1998) indicam a respeito do uso de computadores para favorecer a aprendizagem cooperativa, tendo o aluno como gestor de sua própria aprendizagem.

O fato de o professor possuir familiaridade com o software facilitou o desenvolvimento da oficina e a integração dos alunos com o mesmo. Embora a maioria não

conhecesse este software, o fato de ter sido disponibilizado antecipadamente no ambiente virtual da disciplina pode ter contribuído para uma boa interação dos alunos com o mesmo. O que se percebeu é que os aspectos visuais, a ferramenta de colorir, preencher, colocar movimento (a mola), os aspectos de medir, rotular, dentre outros, foram elementos mobilizadores para a realização das atividades. Ou seja, forma e conteúdo são importantes ao pensarmos na construção de conceitos matemáticos em ambientes informatizados.

A aprendizagem dos sujeitos observados foi percebida como mencionado ao longo do artigo, tanto em relação ao conceito de altura, quanto em relação a outros conceitos geométricos necessários para a construção deste conceito. A exploração do tutorial, fornecido previamente, a participação em diálogos no fórum, as possibilidades de diálogo entre o professor e os alunos poderiam ter sido mais explorados. Com isto, poderíamos ter alcançado outros resultados, pois o processo poderia ser outro.

O que se conclui, mesmo que provisoriamente, é que o uso do Cabri-Géomètre, em uma abordagem construcionista no uso de computadores, com movimentos de cooperação, favoreceu que os sujeitos observados (re)construissem conceitos geométricos. Este processo de (re)construção se concretizou pelo movimento dinâmico de representação, viabilizada pelo software. Quanto ao conceito de alturas de triângulos, os sujeitos descobriram a existência de três alturas no triângulo e que estas alturas dependem de cada vértice e da reta suporte do lado oposto ao mesmo. Pode-se arriscar a afirmar que, atividades de construção de conceitos em Matemática, usando o Cabri-Géomètre, desenvolvidas em uma abordagem construcionista, favoreceriam a construção do conceito de altura de triângulo, por diferentes sujeitos.

Referências

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **Proposta de uma teoria, Duas grandes linhas para a Informática na Educação, Abordagem instrucionista x abordagem construcionista**. 2000. Disponível em <<http://escola2000.net/eduardo/textos/proinfo/livro09-Elizabeth%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 10 abril, 2008,

BORBA, M.C.; Villarreal, M.E.. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication, technologies, modeling, experimentation an visualization**. EE.UU: Springer. (Mathematics education library; v.39), 2005.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CORCIONE, Domingos. **Fazendo Oficina.** Disponível em: <<http://www.redepopsaude.com.br/Varal/MetodosTecnicas/fazendooficina.pdf>>. Acessado em 20 de jun. de 2009.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

KENRSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias:** o novo ritmo da informação. Campinas. SP: Papyrus, 2007.

SANCHO, Juana M., HERNÁNDEZ, Fernando. **Tecnologias para transformar a educação.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

SEYMOUR, Papert. **A Máquina das Crianças:** repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas. 1994.

VALENTE, José Armando. **Informática na educação:** instrucionismo x construcionismo. Disponível em: <<http://www.divertire.com.br/artigos/valente2.htm>>. Acesso em: 8/4/2002.

VALENTE, José Armando. O “Estar junto virtual” como uma abordagem de educação a distância: sua gênese e aplicações na formação de educadores reflexivos. **In:** VALENTE, José Armando; BUSTAMANTE, Silvia Branco Vidal (Orgs). Educação a distância: prática e formação do profissional reflexivo. São Paulo: Avercamp, p.37-64, 2009.

Submetido em fevereiro de 2010.

Aprovado em junho de 2010.