



Contribuições do *software* geogebra no ensino e aprendizagem de trigonometria

Maria Maroni Lopes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Brasil
marolopes@hotmail.com

Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar as potencialidades e limitações do *software* GeoGebra no ensino e aprendizagem de Trigonometria. Para tanto, foi elaborado e aplicado um módulo de atividades investigativas. Tomamos como base o referencial teórico da Didática da Matemática, adotando as concepções de Borba e Penteado (2007), Valente (1999) no que se refere ao uso da Tecnologia Informática (TI) na sala de aula de Matemática. Para elaborar as atividades investigativas, adotamos as concepções de Ponte, Brocardo e Oliveira (2005) e Ernest (1996). A intervenção metodológica foi realizada com alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública. A análise das atividades ajudou-nos a entender como os alunos realizam suas construções e fazem a apreensão visual por meio do processo de arrastar as figuras na tela do computador. E as alternativas e performance dos estudantes face a solução de alguns problemas de Trigonometria.

Palavras chave: ensino e aprendizagem de trigonometria, atividades investigativas, *software* geogebra.

Introdução

Esse estudo traz, dentro de uma perspectiva mais geral da inserção da Tecnologia Informática (TI) em sala de aula, uma discussão sobre o uso de *softwares* de geometria dinâmica em atividades investigativas. Nosso objetivo é analisar as potencialidades e limitações do *software* GeoGebra na formação dos conceitos básicos de Trigonometria.

A motivação desse estudo surgiu a partir da nossa prática em sala de aula da rede pública de ensino do Rio Grande do Norte (RN) e das nossas vivências em estudos, planejamentos, cursos de formação de professores, entre outros. Nessas vivências, em contato

direto com colegas da área, evidenciamos que parte dos professores de Matemática do Ensino Médio das escolas públicas estaduais substituíam conteúdos como trigonometria, logaritmos e números complexos, por considerá-los de difícil entendimento para os alunos, por uma revisão de temas já abordados anteriormente. Desse modo, o conteúdo de trigonometria fica relegado a um segundo plano.

Pontuamos essas mesmas dificuldades com alunos da graduação, quando acompanhamos as disciplinas Cálculo I ou Matemática para Engenharia I dos cursos de Engenharia, Estatística, Geofísica e Matemática, como bolsista REUNI¹, no período de 2008.1 a 2010. Nossa tarefa consistia em fazer um levantamento das dificuldades dos alunos por meio de entrevistas e análise das provas já aplicadas anteriormente. Além disso, tínhamos a incumbência de ministrar aulas de reforço. Nesse processo percebemos que as dificuldades dos alunos estavam relacionadas sobretudo com temas do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Estudos que abordam dificuldades no ensino e aprendizagem de trigonometria tem sido objeto de atenção em diversas publicações. Podemos citar, por exemplo, Briguenti (1994), Nacarato (2007), Brito e Morey (2004).

As Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) estão, cada dia mais, presentes no nosso cotidiano, constituindo-se num instrumento de trabalho essencial, razão pela qual exercem um papel cada vez mais importante na educação, notadamente na Educação Matemática. Pesquisas sobre o uso das TIC em sala de aula ressaltam a sua relevância no ensino de Matemática, assinalando que é de fundamental importância a sua presença na formação inicial dos professores.

Segundo Ponte (2000), as TIC podem ter um impacto muito significativo no ensino de disciplinas específicas, como a Matemática: pois seu uso pode reforçar a importância da linguagem gráfica e de novas formas de representação, valorizar as possibilidades de realização de projetos e atividades de modelação, exploração e investigação.

As discussões sobre o uso das TIC na educação têm se apresentado de forma constante na literatura. Pesquisas assinalam as contribuições do uso desse recurso na aprendizagem de conceitos matemáticos. Entre esses estudos, podemos citar os desenvolvidos por Borba e Penteado (2007), Borba e Villareal (2005), Zulatto (2002, 2007) e Barbosa (2009).

As recomendações dos PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) sobre o desenvolvimento da capacidade de comunicação indicam que é de grande relevância que os alunos saibam utilizar as tecnologias básicas de redação e informação, como os computadores. E, no que concerne à contextualização sociocultural, destacam que os educandos necessitam construir a competência de utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e suas potencialidades.

Tendo em mente as dificuldades enfrentadas, tanto por parte dos professores da rede pública do RN como dos alunos da graduação, percebidas a partir da nossa prática e das análises dos resultados das pesquisas, fomos levados a considerar relevante um estudo que venha a contribuir para alterar positivamente a situação vigente. Além disso, buscamos uma estratégia de ensino que se fundamente nos recursos já existentes na escola pública do RN: os

¹ Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais.

softwares livres como, por exemplo, o GeoGebra². Lembramos ainda que as escolas de Natal, RN, dispõem de laboratórios de informática com micros conectados à internet, possibilitando fazer *download* de *softwares* livres.

Considerando-se o acima exposto, a pergunta norteadora que delinea nossa pesquisa é: “*Poderíamos utilizar as condições hoje presentes na escola e, os recursos do software Geogebra para otimizar a situação referente ao ensino e aprendizagem de trigonometria?*”.

Princípios norteadores do ensino e aprendizagem de trigonometria por meio do uso do *software* geogebra.

A presença da tecnologia informática (TI) no ensino e aprendizagem da matemática.

As constantes mudanças impostas pela sociedade da informação e a presença das tecnologias nas mais variadas camadas da sociedade, têm significado um repensar na educação e na sua forma de montar os currículos escolares. Pesquisas que analisam as potencialidades da TI em sala de aula ressaltam a sua relevância no ensino de Matemática. Borba e Penteadó (2007) asseguram que a Tecnologia Informática é grande aliada no ensino da Matemática, visto que permite a experimentação e a ênfase no processo de visualização. Ao incluir a TI como parte das atividades em sala de aula, o aluno realiza descobertas incentivando a compreensão e dando significado ao conhecimento matemático.

Ponte (2003) afirma que os professores de Matemática, em sua prática, precisam saber usar as ferramentas das Tecnologias da Informação e Comunicação em suas salas de aula, incluindo *softwares* educacionais próprios da sua disciplina ou de educação no âmbito geral. Essas ferramentas são consideradas por Kenski (2009) não apenas um suporte, pois interferem em nossa forma de pensar, de nos relacionarmos, de adquirirmos conhecimentos. A autora destaca ainda que meios de comunicação como a televisão e o computador, através de seus recursos, movimentaram a educação e provocaram novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo que circula nesses meios.

Tais recursos, quando utilizados adequadamente, podem provocar mudanças na postura do professor e dos alunos no sentido de auxiliar na compreensão do que está sendo estudado. Porém, para que estas mudanças possam ocorrer, são necessárias algumas ações, igualmente importantes, como equipar as escolas com salas de informática com computadores ligados à internet e apoiar o professor para utilizar pedagogicamente estas tecnologias.

As discussões sobre o uso dessa tecnologia na educação têm se apresentado de forma constante na literatura nacional e internacional sobre Educação, em particular na Educação Matemática. O interesse dos alunos por essas ferramentas vem motivando os professores e pesquisadores a buscarem formas de aliar o uso da informática ao ensino e aprendizagem de Matemática.

Borba e Penteadó (2007) apresentam ganhos no uso da TI na Educação Matemática apontando argumentos favoráveis ao uso desses recursos.

Pesquisas já feitas em nosso grupo de pesquisas, GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática –, apontam para a possibilidade de que trabalhar com os computadores abre novas perspectivas para a profissão docente. O computador, portanto, pode ser um

² *Software* de Geometria Dinâmica.

problema a mais na vida atribulada do professor, mas pode também desencadear o surgimento de novas possibilidades para o seu desenvolvimento como um profissional da educação. (BORBA e PENTEADO, 2007, p. 15).

Outro argumento favorável refere-se à motivação que esse recurso provoca no aluno pelo seu dinamismo. Essas considerações tornam-se evidentes, ao analisarmos os efeitos da TI no ensino de Matemática. A representação gráfica e a movimentação na tela proporcionam uma visualização que não pode ser percebida na lousa de forma estática.

Assim sendo, quando a informática faz parte do ambiente escolar num processo dinâmico de interação entre alunos, professores e TI, ela passa a despertar no professor a sensibilidade para as diferentes possibilidades de representação da Matemática, o que é importante no momento de realizar construções, análises, observações de regularidades e ao estabelecer relações.

Documentos oficiais, como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM), oferecem diretrizes para o uso desses recursos em sala de aula. Uma das recomendações dos PCNEM³, no que se refere a desenvolver a capacidade de comunicação, destaca a relevância dos estudantes saberem utilizar as tecnologias básicas de redação e informação, com os recursos do computador. Ao discorrer sobre a contextualização sociocultural, ressaltam que os alunos necessitam construir a competência de utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e suas potencialidades.

Segundo Valente (1999), existe formas diferenciadas de se trabalhar com o computador na educação. As atividades de uso do computador podem ser para transmitir informação ao aluno e consiste na informatização dos tradicionais métodos de ensino, nesse caso, o professor está apenas mudando de mídia, saindo do quadro e giz para o computador. Outra prática diz respeito a quando o aluno usa o computador para construir seus conhecimentos, caso que favorece a interação do aluno com objetos do ambiente computacional. O computador passa a ser uma máquina para ser ensinada, propiciando condições para o aluno descrever a resolução de problemas, refletir sobre os resultados obtidos e depurar⁴ suas ideias por intermédio da busca de novos conteúdos e novas estratégias. Ainda segundo Valente (1999), o envolvimento com o objeto em construção cria oportunidades para o aluno colocar em prática os conhecimentos que possui. Se esses conhecimentos não são suficientes para resolver os problemas encontrados, o aluno terá de buscar novas informações nas mais variadas fontes que lhe estejam disponíveis.

Assim sendo, o aluno usa o computador para resolver problemas, ou seja, realizar tarefas como desenhar, escrever, construir, calcular, analisar, após efetuar alguns comandos, levantar hipóteses, formular e testar conjectura, entre outras possibilidades. A construção do conhecimento advém do fato do aluno ter de buscar novos conteúdos e estratégias para acrescer ao conhecimento de que já dispõe sobre o assunto que está sendo estudado via computador.

Softwares de geometria dinâmica.

³ Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

⁴ Processo de encontrar e reduzir defeitos num aplicativo de *software* ou mesmo em *hardware*.

Os *softwares* de Geometria Dinâmica têm como característica principal o movimento de objetos na tela. Possibilitam fazer investigações, descobertas, confirmar resultados, fazer simulações, e permitem levantar questões relacionadas com a sua aplicação prática.

Segundo Goldemberg e Cuoco (1998), o termo Geometria Dinâmica foi inicialmente usado por Nick Jackiw e Steve Rasmussen, de forma genérica, com o objetivo de apresentar a diferença entre *software* de Geometria Dinâmica e outros *softwares* de Geometria. Os *softwares* de Geometria Dinâmica possuem um recurso que possibilita a transformação contínua em tempo real, ocasionada pelo “arrastar” (GODEMBERG e CUOCO, 1998, p. 132).

Com o recurso de um *software* de Geometria Dinâmica os alunos podem realizar construções que usualmente fazem com régua e compasso, os quais não os permitem interagir com o desenho, por serem estáticos. O que difere numa atividade com o recurso do *software* é a possibilidade de movimentação dos objetos e, a partir desses movimentos, o aluno investigar o que acontece com a sua construção, levantando hipóteses como: a construção permanece com as mesmas características? Um simples movimento muda todas as características originais? Entre várias hipóteses que são possíveis levantar diante das próprias tomadas de decisão, percebendo assim as suas regularidades.

No que se refere ao uso de *software* no meio educacional, Valente (1993b) afirma que as tecnologias da informática podem ser relevantes no processo ensino e aprendizagem da Matemática. O autor destaca algumas modalidades de programas computacionais que podem ser utilizados em sala de aula como:

- **Os tutoriais:** apresentam como características a inserção de modelos com animação e som, o que difere de uma abordagem feita com lápis e papel;
- **Sistemas de exercícios e práticas:** são usados para revisar material visto em classe, envolvem memorização e repetição, requerendo uma resposta imediata do aluno;
- **Jogos educacionais:** usados para explorar um determinado conteúdo;
- **Simuladores:** envolvem a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, que permitem a exploração de diferentes situações. Possibilitam ao aluno desenvolver hipóteses, testá-las e analisar os resultados, formular conjecturas e analisar as propriedades dos objetos construídos.

Assim sendo, tomando com referência as modalidades e características dos *softwares* citadas por Valente (1993a), entendemos que o GeoGebra possua características semelhantes de um *software* simulador. Com o referido *software*, o aluno pode, a partir de uma construção, alterar os objetos preservando as características originais.

Valente (1993a) ressalta que o recurso de um *software* facilita a aprendizagem quando o aluno interage com a máquina, como, por exemplo, quando o aluno utiliza os *softwares* que apresentam linguagem de programação, o conhecimento não fica restrito ao computador, ocorre a partir da interação do aluno com as ferramentas da informática.

Segundo Gravina (1996), esses *softwares* podem ser ferramentas riquíssimas na superação das dificuldades dos alunos com o estudo de conteúdos como os de Geometria.

Atividades investigativas na sala de aula de matemática.

O termo investigação apresenta diferentes significados, podendo ser aplicados nos mais variados contextos. De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2005, p.13): “[...] para os matemáticos profissionais, investigar é descobrir relações entre objetos matemáticos conhecidos ou desconhecidos, procurando identificar as respectivas propriedades”. Ao definirem investigação, os autores apontam que, nesse tipo de atividade, o aluno se vê envolvido em um ou mais problemas. O primeiro momento de uma investigação se dá na descoberta do problema, ou seja, na sua identificação, é preciso haver clareza do que realmente será investigado para que, em seguida, seja possível determinar as estratégias de resolução. Ainda segundo esses autores, investigar em matemática é descobrir relações entre objetos matemáticos conhecidos ou desconhecidos, procurando identificar as suas propriedades.

Alguns pesquisadores ao tentar definir investigação apresentam diferenças e semelhanças entre essa e a resolução de problemas. Ernest (1996) considera que existem características que possibilitam entender o que é uma investigação matemática. Segundo esse autor, na resolução de problemas as questões estão formuladas inicialmente, enquanto que nas investigações esse será o primeiro passo a ser tomado. Outra diferença entre investigação e resolução problema refere-se aos objetivos. No problema procura-se atingir um ponto não imediatamente acessível, ao passo que numa investigação o objetivo é a própria exploração. Assim sendo, a exploração de uma investigação é um processo divergente, enquanto que na resolução de problemas é um processo convergente.

Ainda segundo Ernest (1996), tanto a resolução de problemas como as investigações podem ser entendidas como uma abordagem pedagógica na Educação Matemática, entretanto, suas características são diferentes, porque tanto o papel do aluno quanto o do professor podem diferir bastante. Numa abordagem centrada na resolução de problemas, o professor propõe o problema, enquanto o aluno tem a tarefa de encontrar um caminho que lhe permita chegar à solução. Numa abordagem pedagógica investigativa, o professor pode escolher a situação de partida ou concordar com a escolha do aluno, mas cabe ao aluno formular as questões e definir quais serão seus problemas dentro da situação proposta.

Em Brocardo (2001) encontramos uma observação de Pirie, o qual ressalta que uma investigação constitui uma situação aberta, uma exploração que não tem como objetivo chegar a uma resposta certa. E sim o contrário o objetivo é o caminho a ser seguido, não o resultado. Ao propor aos alunos uma investigação pretende-se que esses explorem possibilidades, formulem conjecturas e confiem na validade de suas descobertas.

As investigações matemáticas podem apresentar um grande potencial educativo, mostrando-se importantes no desenvolvimento da criatividade do aluno. Segundo Brocardo (2001), uma investigação matemática é uma atividade que envolve três processos: *Exploração de Possibilidades; Formulação de conjecturas; Argumentos que validem as hipóteses levantadas*. Nessa perspectiva, as atividades de investigação são caracterizadas por vários processos matemáticos que não podem ser seguidos de forma linear, visto que, ao perceber que os testes realizados não confirmam determinadas conjecturas, é necessário voltar atrás e formular novas conjecturas. Para isso, é preciso visualizar o que ocorreu para que a primeira conjectura não se sustentasse. Portanto uma atividade de investigação permite que o aluno reinicie os questionamentos quantas vezes for necessário.

Pontes e Matos (1996) afirmam que numa atividade de investigação matemática os alunos são colocados frente a frente com questões que sugerem o levantamento de hipóteses, a elaboração de conjecturas, o teste das hipóteses e a busca de falhas de abordagem ou apoio de fundamentos que as sustentem.

Construção da sequência didática com o uso do *software* geogebra.

A construção da nossa sequência didática teve como ponto de partida o objetivo geral do nosso estudo: analisar as potencialidades e limitações do *software* GeoGebra no ensino e aprendizagem de trigonometria. A referida sequência foi direcionada a alunos do 2º ano do Ensino Médio, momento em que o conteúdo de trigonometria geralmente é abordado. Foi elaborada com o intuito de introduzir os conceitos básicos da trigonometria utilizando os recursos do *software* GeoGebra. Os conteúdos abarcados tratam da trigonometria no triângulo retângulo, passam pelo ciclo trigonométrico, e vão até as funções trigonométricas. Adotamos uma perspectiva investigativa, estabelecendo um diálogo constante entre as investigações no ensino de Matemática e os recursos da TI em sala de aula

A fim de elaborar e definir com mais precisão os nossos instrumentos diagnósticos e sequência de ensino, realizamos um “estudo de referência”, isto é, uma aplicação preliminar da sequência didática com um grupo de alunos da Licenciatura em Matemática⁵ da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Conforme já dissemos, nosso bloco de atividade foi aplicado inicialmente com os professores em formação (alunos da Licenciatura em Matemática), com o intuito de introduzir os conceitos básicos de trigonometria, utilizando os recursos do *software* GeoGebra e obter informações sobre as possíveis aplicações dessas atividades em sala de aula do ensino regular.

A aplicação na escola teve início com uma atividade de familiarização do *software* e, em seguida, atividades referentes às razões trigonométricas no triângulo retângulo, ciclo trigonométrico e, por último, funções trigonométricas. Focamos uma perspectiva investigativa.

A escola em questão é a Escola Estadual Castro Alves, situada no bairro de Nova Descoberta em Natal RN. Os sujeitos do nosso estudo foram alunos do 2º série do ensino médio, do turno matutino.

Descrição das atividades

Fizemos inicialmente uma explanação sobre o *software* GeoGebra e promovemos algumas atividades de familiarização. Constatamos que os alunos não conheciam o GeoGebra, mas conforme os dados colhidos nos questionários aplicados no nosso primeiro encontro, todos já tinham conhecimentos de informática. Descreveremos para um melhor entendimento duas das nossas atividades aplicadas.

Razões trigonométricas no triângulo retângulo

Atividades A.

⁵ Sendo esses alunos bolsistas PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência).

Objetivamos com essa atividade que o aluno investigue as propriedades e características das razões trigonométricas nos triângulos retângulos através do processo de construção e visualização na tela.

Roteiro da Atividade:

- a) Trace um segmento de reta AB (*clique no botão* ).
- b) Trace uma reta b perpendicular ao segmento AB passando por A (*clique no botão* , em seguida, no segmento AB e no ponto A).
- c) Marque um ponto C sobre a reta b, (*clique no botão*  e na reta).
- d) Construa o triângulo (*clique no botão polígono da barra de ferramentas* , em seguida, nos pontos A, B, C e A).
- e) Determine o comprimento dos lados e a amplitude dos ângulos.
- f) Encontre a razão entre os lados do triângulo, digite na caixa de entrada (*distância [A, C]/distância [B, C]*), em seguida digite (*distância [A, B]/distância [B, C]*), aparecerá na janela algébrica a razão entre os lados do triângulo.
- g) Arraste o vértice B do triângulo, o que você observa em relação às razões? Justifique suas conclusões.

Procedimentos

- Questionamentos de como se deu o processo de construção, feitos oralmente.
- Discussão em dupla sobre as conclusões que chegaram após o processo de mover o objeto na tela.
- Exposição oral justificando o que foi observado após o processo de arrastar a figura pela tela na janela gráfica do *software*.

Objetivamos com a atividade (Razões trigonométricas no triângulo retângulo) que os alunos investiguem as propriedades e características das razões trigonométricas nos triângulos retângulos, através do processo de construção e visualização na tela do computador.

Com o roteiro em mãos, os alunos construíram os triângulos e passaram a investigar e fazer suas conjecturas e discutir em dupla. Afirmaram que, com o roteiro em mãos, é mais fácil de realizar as construções. Apesar disso, alguns alunos apresentaram dificuldades para traçar as retas, visto que assinalavam os pontos sobre as retas e não verificavam se elas eram realmente perpendiculares ou não, o que é possível de perceber na fala de um aluno:

Agora deu certo, é porque eu não tinha passado a reta em cima do ponto, ela passou por outro ponto fora.

Entenderam que os valores das razões entre os lados do triângulo não se modificam, porque estão na verdade obtendo uma série de triângulos pelo processo de aumentar e diminuir os lados do triângulo inicialmente construído. Essa função de alterar objetos

preservando-se sua construção permite dizer que o GeoGebra, e de um modo mais geral qualquer *software* de Geometria Dinâmica, é do tipo “uma construção e vários testes”. A construções com régua e compasso, por outro lado, é do tipo “uma construção e um teste.” Desse modo, a partir de uma única construção podemos realizar um número arbitrário de testes, o que não é possível com a régua e compasso no papel.

Atividade B.

Roteiro da atividade.

- Abra a Construção (*applet*) do arquivo, em seguida arraste um dos vértices dos triângulos. O que você observa? Agora, arraste o vértice A do triângulo e investigue o que acontece com o ângulo α e com as razões trigonométricas. O que você observou? Por que isso acontece? Discuta com seus colegas sobre suas investigações e anote as conclusões.
- Arraste o vértice C do triângulo, o que você observa em relação ao ângulo α e as razões trigonométricas? Por que isso acontece? Discuta com seus colegas sobre suas investigações e anote as conclusões.

Essa atividade objetiva: investigar as propriedades, noções e conceitos das razões trigonométricas nos triângulos retângulos, através do processo de visualização do objeto e do movimento quando se clica e arrasta um dos vértices dos triângulos; entender como cresce e decresce o ângulo agudo do triângulo usado como base para calcular as razões trigonométricas; perceber como crescem e decrescem as razões trigonométricas.

Percebemos com a atividade B, que as conclusões retiradas através das construções foram reforçadas. Os alunos argumentaram que, ao arrastarem o vértice A do triângulo, esse aumenta e diminui na mesma proporção, mas ao movimentarem o vértice C, a figura é modificada, o ângulo tomado como referência é alterado e, por isso, as razões são diferentes, conforme figura 1.

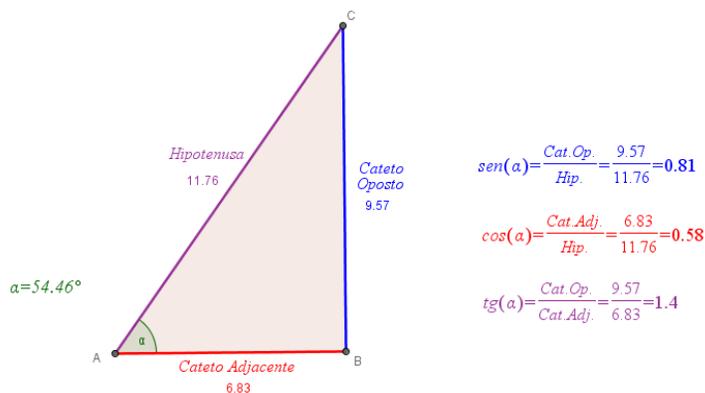


Figura 1 – Razões trigonométricas no triângulo retângulo

Fonte: arquivo pessoal da professora pesquisadora.

Discussão dos dados construídos com a aplicação das atividades na escola pública.

Procuraremos aqui responder a questão que norteia nosso estudo: “*Poderíamos utilizar as condições hoje presentes na escola e, os recursos do software Geogebra para otimizar a situação referente ao ensino e aprendizagem de trigonometria?*”.

Dentre as potencialidades apresentadas pelo *software* no ensino e aprendizagem de Trigonometria, destacamos: construção, dinamismo, investigação, visualização e argumentação.

Uma das nossas preferências durante a aplicação das atividades, foi que os alunos construíssem suas figuras, visto que os *softwares* de Geometria Dinâmica são baseados nas construções com régua e compasso. Objetivamos com isso que os alunos desenvolvessem o domínio sobre os procedimentos para obter uma construção.

O GeoGebra permite que uma construção geométrica seja arrastada pela tela em diferentes posições. Isso nos possibilita pensar de uma forma matematicamente diferente do que se estivéssemos trabalhando com uma construção estática ou apenas falando dela, sem nenhum recurso visual.

Para Zulatto (2007), aprende-se de outras maneiras quando se interage com os vários recursos da Tecnologia Informática. Aliar as atividades de investigação a um *software* de Geometria Dinâmica foi um dos nossos objetivos, e entendemos que tenha sido um ponto positivo em nosso estudo, visto que, com atividades investigativas aliadas aos recursos da TI, os alunos têm a possibilidade de formular boas questões e usar processos e conhecimentos matemáticos que permitem tomar decisões sobre essas questões.

Essas atividades, segundo Brocardo (2001), envolvem diversos processos matemáticos como: formulação de conjecturas, teste de conjecturas e prova das conjecturas que resistiram a sucessivos testes. Todos esses processos foram facilitados pelo uso do GeoGebra, que permite a visualização de suas construções.

O uso do GeoGebra permite encorajar o processo de descoberta e de autoavaliação dos alunos, reservando momentos ao professor, através da verificação do recurso “protocolo de construção”, analisar como os alunos entenderam os procedimentos necessários para realizar uma construção.

Sobre algumas das dificuldades que o professor pode enfrentar ao utilizar a TI em sala de aula, destacamos a dificuldade estrutural. Nem sempre há computadores suficientes nas escolas, ou em condições de uso. O acesso a eles pode ser restrito e até mesmo dificultado pelo setor administrativo nas escolas. Para que possa haver alguma forma de trabalho organizado que incentive a aplicação de certas estratégias educacionais, os computadores devem existir em número compatível com a quantidade de alunos. No presente estudo, os alunos trabalhavam em duplas.

Conseguimos realizar nosso trabalho porque era possível dividir a turma em dois grandes grupos, entretanto, isso nem sempre pode ser possível para o professor, visto que tivemos o auxílio dos alunos do PIBID, que trabalhavam com a parte da turma que ficava em sala de aula enquanto ficávamos com a outra no laboratório. Além disso, há de ser lembrado que o uso dos equipamentos favorece a ocorrência de danos e a necessidades de reparos, que, por sua vez, envolvem custos com os quais as escolas, principalmente as escolas públicas, geralmente não podem arcar (neste estudo ocorreu uma situação dessa natureza, quando, por exemplo, o modem foi danificado e não foi substituído até o fechamento do nosso trabalho).

Concluimos, com base no que foi discutido até o presente momento, que o uso do *software* GeoGebra pode auxiliar na resolução de problemas de trigonometria, especialmente em atividades investigativas, de forma que os estudantes possam interagir com as figuras construídas.

Ainda no que se refere ao uso dos recursos da Tecnologia Informática nas aulas de Matemática, especificamente no ensino e aprendizagem de trigonometria, observamos que o GeoGebra pode contribuir para que algumas das dificuldades com o ensino do referido tema sejam minimizadas. Os *softwares* de Geometria Dinâmica são ferramentas que motivam o aluno a realizar investigações, o que pode facilitar o interesse pela construção de seus conhecimentos.

A nossa observação dos alunos realizando as atividades de trigonometria com auxílio do GeoGebra permitiu que chegássemos às seguintes conclusões no que tange às suas vantagens:

- Permite a exploração visual das figuras construídas, o que não é possível com as figuras estáticas feitas com régua e compasso;
- Facilidade do aluno em construir as figuras com o recurso do *software*;
- Permite que os dados sejam alterados graficamente, mantendo as características da construção (Geometria Dinâmica);
- Aumenta o poder de argumentação do aluno através do processo de arrastar as figuras pela tela do computador, fazendo os sucessivos testes.

O nosso estudo também permitiu identificar algumas vantagens para o professor na utilização de recursos da TI:

- O *software* é encontrado livre para *download*, e de fácil acesso a qualquer usuário. Os alunos, mesmo não tendo conhecimento do GeoGebra, familiarizaram-se com rapidez e não apresentaram dificuldades em manuseá-lo;

Analisando a utilização da TI, ficou evidente que existem problemas de ordem prática, que podem dificultar a implementação desses recursos em sala de aula. Destacamos os seguintes:

- Necessidade de reestruturação dos laboratórios de informática da rede estadual de ensino do RN, adequando-se à clientela atendida na escola. Essa adequação se refere tanto à quantidade de equipamentos disponíveis, quanto à existência de verbas para a sua manutenção;
- Necessidade de cursos de atualização para que os professores se familiarizem com os diferentes tipos de *softwares* de Matemática disponíveis gratuitamente;
- Falta de conhecimento do sistema operacional instalado nas escolas, o Linux Educacional no caso das escolas públicas do RN.

Para pesquisas futuras que venham a se apoiar de algum modo neste nosso estudo, podemos pensar naquelas que tratem do ensino de outros pontos da trigonometria, especialmente as funções trigonométricas, com o auxílio do *software* GeoGebra. Investigações que possam articular detalhadamente a TI com os recursos de régua e compasso

nas construções de figuras planas também pode ser uma possibilidades de pesquisa futura. Sugerimos ainda estudos colaborativos com professores de Matemática, utilizando o *software* GeoGebra em outros conteúdos.

Referências

- Borba, M. C.; Penteadó M. G.(2007). *Informática e educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Borba, M. C.(1999). Tecnologias informáticas na educação matemática e a reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas*. Rio Claro: Unesp, p. 285-295.
- Ernest, P. (1996). Investigações, resolução de problemas e pedagogia. In: Abrantes; Leal; Ponte (Orgs.). *Investigar para aprender matemática*. Lisboa: APM e Projeto MPT.
- Gravina, M. A.(1996). Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 7., 1996, Belo Horizonte, SBC. p. 1-13.
- Goldenberg, E.P. e Cuocco, A. A.(1998). What is dynamic geometry? In: Leher, R. e Chazan, D. (Eds); *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1998, p. 350 – 367.
- Kenski, V. M.(2009). *Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação*. 5. ed. Campinas, SP.Papirus.
- Penteadó, M. G.; Borba, M. C (Org.).(2000). *A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão*. São Paulo: Olho d'Água.
- Ponte J. P.; Brocardo, J.; Oliveira, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- Ponte J. P.(2003). *Investigação sobre investigações matemáticas em Portugal*. Investigar em Educação, Disponível em: <http://www.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigo/_pt.htm>. Acesso em: 10/ out 2008.
- Ponte, J. P.; Matos, J. F. (1992/1996). Processos cognitivos e interações sociais nas investigações matemáticas. In: ABRANTES, P.; LEAL, L. C.; PONTE, J. P. (Eds.). *Investigar para aprender matemática*. Lisboa: Projecto MPT e APM, 1992/1996. p. 119-138.
- Valente, J.A.(1993a). Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, J.A. (Org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP, p. 1-23.
- Valente, J.A. (1993b). Por que o Computador na Educação. In: Valente, J.A. (Org.). *Computadores conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP. p. 24-44.
- Valente, J. A. (Org.).(1999). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED.
- Zulatto, R. B. A.(2002). *Professores de matemática que utilizam softwares de geometria dinâmica: suas características e perspectivas*. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP Rio Claro, SP, 2002.
- Zulatto, R. B. A.(2007). *A natureza da aprendizagem matemática em um ambiente online de formação continuada de professores*. 2007. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP.