TECNOLOGIA COMPUTACIONAL: UMA APOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA.

Luís Havelange Soares
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande.
luis.soares@ifpb.edu.br

José Luiz Cavalcante
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande.
luiz-x@hotmail.com.

Resumo

O uso de tecnologias como recurso metodológico no ensino da Matemática ocupa um lugar importante no contexto da pesquisa, devido à oferta de instrumentos tecnológicos à educação e à evolução da própria pesquisa, que possibilita compreender melhor as implicações dessa integração tecnológica no processo de ensino e aprendizagem. Neste artigo, faz-se uma reflexão sobre as potencialidades dessas tecnologias no ensino da matemática, com especial atenção para os Objetos de Aprendizagem e/ou softwares matemáticos. A partir do estudo de Textos sobre educação, da teoria da aprendizagem significativa, faz-se uma breve reflexão sobre alguns dos pressupostos da educação buscando encontrar as ligações destes com a proposta metodológica apresentada. A partir dos resultados significativos de uma investigação qualitativa desenvolvida com um grupo de alunos ao aplicar o software Geogebra no estudo de funções, defende-se a utilização dos objetos de aprendizagem e dos softwares computacionais como uma aposta enactante para a aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave*:* Tecnologia; Aprendizagem, Ensino de Matemática.

1. Introdução

Há um entendimento entre os pesquisadores educacionais de que a integração das ferramentas tecnológicas com o ambiente escolar traz transformações nas práticas de ensino e consequências significativas para a aprendizagem. A inserção da tecnologia no contexto da escola, em princípio, sofreu resistências bruscas dos sujeitos envolvidos. Hoje, não cabe mais perguntar se esses recursos devem ou não fazer parte do dia a dia dos ambientes de ensino, pois assim, estar-se-ia indo de encontro a toda uma configuração social imersa num mundo altamente tecnológico onde predominam os conhecimentos e os artefatos computacionais. É certo que a tecnologia já faz parte da realidade do ambiente escolar, ainda que indiretamente e, portanto tem-se que enfrentar esse novo viés fazendo uso dele com o objetivo de trazer ganhos significativos para o processo de ensino e para a aprendizagem dos estudantes.

Estudos têm evidenciado a complexidade de integração das tecnologias ao ensino graças, principalmente, a formação inicial e/ou continuada dos professores que é, geralmente, frágil e não apresenta recursos pedagógicos apropriados (Guin & Trouche, 2002). De acordo com Bittar (2006) e Brandão (2005), os professores, sejam eles de ensino fundamental, médio ou superior, não têm efetivamente integrado a tecnologia em suas aulas.

É nesse contexto que se apresenta uma reflexão sobre as potencialidades dos recursos computacionais nas metodologias de ensino de Matemática. Porém, é dada ênfase aos recursos definidos como objetos de aprendizagem e/ou softwares construídos com bases computacionais, defendendo-se que o uso destes recursos poderá trazer ganhos significativos para a aprendizagem dos alunos.

Inicia-se a reflexão conceituando qual é o tipo de tecnologia que está sendo considerada no estudo. Logo após, faz-se uma análise de alguns pressupostos da educação apresentados por Hannoun (1998), apontando as ligações entre estes e a proposta metodológica. Por fim, são mostrados os resultados de uma pesquisa desenvolvida com um grupo de dez alunos do ensino médio quando da aplicação do software Geogebra no estudo de funções.

2. De qual tecnologia está se falando?

Falar de tecnologia deixa possibilidades para muitas interpretações, tendo em vista a polissemia ligada a esse vocábulo. “Tecnologia significa um conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade” (FERREIRA, 1997). Com isso, pode-se considerar que muitas das práticas existentes no contexto da escola são construções da tecnologia e todos os recursos físicos utilizados são objetos tecnológicos. Em outras palavras, está sendo enfatizando que, em algum momento histórico da escola, o papel, o lápis, a lousa, dentre outros, foram elementos representativos de uma *tecnologia de ponta*[1]. Porém, uma das características principais dos recursos tecnológicos é que com o surgimento de interfaces mais modernas, ou mesmo novos recursos, eles perdem o aspecto de inovação e tornam-se ultrapassados ou mesmo

[1] Está sendo usado o termo *tecnologia de ponta,* no sentido de uma tecnologia atual ou mais desenvolvida.

obsoletos. É essa dinâmica que tem marcado a história da humanidade em todas as áreas. Na educação esse fato também tem ocorrido sistematicamente.

A tecnologia aqui referenciada se diferencia das demais pelo fato de ser aquela determinada, de algum modo, por arranjos computacionais. Ou seja, tratam-se dos recursos tecnológicos que tem o computador como base. Nesse sentido, se pode pensar num conjunto de elementos que vão desde softwares computacionais com complexas configurações até artefatos simples como arquivos de som e imagem armazenados em discos removíveis. Além disso, faz necessário ter consciência da relação entre a tecnologia e ser humano em qualquer estudo desse contexto.

> O conhecimento não é produzido somente por humanos, mas também por atores não humanos. As tecnologias são produtos humanos, e são impregnadas de humanidade, e reciprocamente o ser humano é impregnado de tecnologia. Neste sentido, o conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias (BORBA, 2003, p. 305).

Possivelmente ao falar isso o autor levou em consideração o termo tecnologia de um modo mais geral, englobando os diversos contextos que o vocábulo evoca. Porém, se se adentra apenas ao aspecto objeto dessa investigação ver-se-á que o pensamento de Borba ainda é mais conciso. Os recursos computacionais já estão presentes no espaço escolar e nas outras esferas sociais e, como tal, os agentes ou atores da educação estão imersos nesse mundo tecnológico. Por outro lado, existem atualmente diversas áreas de conhecimento, como por exemplo, às da biologia e da física, que dependem diretamente da tecnologia computacional de ponta para o desenvolvimento de suas atividades. Logo, fica evidente a relação de dependência do binômio - *tecnologia e educação* e, portanto, faz-se necessário que os estudos sobre a primeira leve em consideração, necessariamente, os atores envolvidos no contexto da segunda.

3. Pressupostos da educação e a aprendizagem matemática

Hannoun (1998) enfatiza, dentre outras coisas, elementos basilares do processo educacional, chamando-os de pressupostos da educação. Dentre estes, destacam-se seis deles:

> Supõe-se que a educação não seja conversa fiada; Supõe-se que a finalidade da educação seja fundamentada; Supõe-se que as estruturas escolares sejam adequadas; Supõe-se que quem ensina tenha vontade de

> ensinar; Supõe-se que a motivação do aluno seja real;Supõe-se que quem ensina seja capaz de ensinar.

Ao propor uma metodologia de ensino de matemática considera-se que o processo educacional não se configura em uma atividade qualquer o que implica numa proposta planejada e fundamentada. Nos últimos anos, têm-se observado diversas propostas que surgem como soluções para defasagem de aprendizagem em Matemática, porém, não passaram de falácias ou de modismos. Os resultados desastrosos podem ter explicação pela não observação do pressuposto da fundamentação apresentado por Hannoun (1998).

Também não se deve trilhar no caminho da ingenuidade ao ponto de fechar os olhos para o aspecto estrutural das escolas públicas, como falta de recursos humanos, financeiros e materiais. Ao defender uma metodologia de ensino de matemática com o uso da tecnologia entende-se ser fundamental, que as unidades de ensino ofereçam condições para tal. Muitas pesquisas desta primeira década do século atual têm mostrado que esses recursos ainda são escassos nas escolas e, quando existem, são utilizados de modo inadequado, sem planejamento, sem fundamentação, contribuindo pouco ou nada para o processo de aprendizagem.

Também não há como pensar em qualquer mudança metodológica deixando de à margem o fator humano, professores e alunos. Os três últimos pressupostos apresentados por Hannoun (1998) são importantes uma vez que trazem questões relativas aos docentes e aos aprendizes. De fato, concorda-se que qualquer atividade educacional docente só trará resultados significativos se o professor expressar a vontade nessa tarefa, o desejo de ver o aprendiz (aluno) crescer em termos de conhecimento, empenho na atuação docente. Do mesmo modo, não se vê possibilidades reais de construção do conhecimento por parte do aluno se este não apresentar a vontade de aprender, a disponibilidade de entrega nesse processo. Essa vontade do aprendiz é descrita por Alsubel et al (1980) como um dos elementos principais para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Uma análise nos estudos da Educação Matemática indicará esse fato com veemência. D'Ambrósio (2001) enfatiza que:

> Para que tenhamos uma boa Matemática acadêmica ou escolar, precisamos excluir o que é desinteressante, obsoleto e inútil, que infelizmente domina os programas vigentes. Assim, devemos tomar os conhecimentos dos alunos como base para a introdução de novos conhecimentos matemáticos (sejam estes acadêmicos ou não), mas, que

> tenham significância para os educandos, que apresentam relações de importância para a vida.

D'Ambrósio traz uma consideração importante sobre os programas e currículos da Matemática que está diretamente conectada com o modo de ensino que têm marcado as aulas dessa disciplina. De fato, o que se tem é uma supervalorização de modelos abstratos onde o que impera é a exigência de memorizações de regras (propriedades) para a aplicação de algoritmos. Em oposição ao modelo formal e a abstração exagerada defende-se, para matemática básica, um ensino contextualizado, onde o aluno tenha mais possibilidades de compreender os motivos pelos quais estuda um determinado conteúdo e onde os conhecimentos prévios (D'Ambrósio, 2001) ou subçunsores (Ausubel et al, 1980) dos aprendizes sejam levados em consideração.

São estes aspectos, além da potencialidade do material, descrito por Ausubel et al (1980), que a tecnologia poderá favorecer, quando utilizada com planejamento nas metodologias de ensino. Por isso que, se aposta no uso da tecnologia computacional como auxílio no processo de ensino.

> Se crianças e adolescentes usam o computador em casa, na escola eles deveriam utilizá-lo de forma mais inteligente não só para jogar games, mas para aprender Matemática e outras disciplinas. É possível, por exemplo, trabalhar a álgebra com o uso de planilhas, que ajudam a entender conceitos, encontrar padrões e perceber o que acontece quando algumas operações são realizadas. (KILPATRICK, 2009).

4. Objetos de Aprendizagem e/ou softwares matemáticos: uma aposta enactante para a aprendizagem significativa no ensino de Matemática.

Os objetos de aprendizagem (OA) podem ser entendidos, num sentido amplo, como qualquer objeto que venha contribuir para a melhoria da aprendizagem dos estudantes. Aqui estão sendo considerados os OA elaborados a partir das novas tecnologias computacionais, construídos para serem utilizados através de microcomputadores. Tavares (2006) entende que os OA irão suprir os professores dos ensinos básico e universitário, com recursos de alta qualidade, que poderão ser identificados e reutilizados nas suas atividades em sala de aula ou em cursos on-line.

Soares (2009), ao utilizar um objeto de aprendizagem no estudo de geometria fundamental obteve resultados importantes para a aprendizagem significativa dos estudantes. Para ele o diferencial de um OA é dado pala equipe multidisciplinar que o planeja, pois, além do especialista em computação, é importante que também participe do projeto, um ou mais docentes de Matemática, como também um profissional da área da Pedagogia.

Já os softwares matemáticos (SM) são programas desenvolvidos com base computacional que contemplam diversas possibilidades para explorações matemáticas, com plataformas de geometria dinâmica, representações gráficas, janelas interativas, dentre outras. Como exemplo de software pode-se citar o Geogebra, o Winplot e o CabryGeometric. Há diversos estudos nacionais e internacionais, como os trabalhos de Kebritchi et al (2010) e Leung&Sang (2013) que indicam resultados positivos do uso de softwares matemáticos para a aprendizagem matemática.

Diante de tais considerações pode-se dizer que a diferença entre um OA e um SM está no fato de que o primeiro contempla tópicos específicos de uma disciplina enquanto que o segundo abrange um conjunto amplo de conhecimentos.

A relação que existe entre os recursos tecnológicos e a teoria da aprendizagem significativa, diz respeito às características destes materiais para atender ao que Ausubel et al (1980) destacam como elementos fundamentais na ocorrência dessa aprendizagem. Para eles, o processo de aprendizagem do estudante só se configurará de modo significativo se ocorrer três fatores: (a) disposição por parte do aluno em relacionar o material a ser aprendido de modo substantivo e não arbitrário à sua estrutura cognitiva; (b) presença de ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno (Subsunçores ou conhecimentos prévios); (c) material potencialmente significativo.

4.2. Um estudo: investigando funções com o GeoGebra

Nessa pesquisa utilizou-se o software matemático GeoGebra que favorece a observação de características dinâmicas em representações gráficas, geométricas e algébricas, pois tem como diferencial a possibilidade de representação de objetos, como por exemplo, pontos, retas, segmentos de retas, planos, polígonos e gráficos de funções, possibilitando a interação entre as representações tanto algébricas quanto geométricas.

Figura 1 – Tela inicial do Geogebra com a divisão das três zonas

O desenvolvimento do estudo se deu com as funções Afim e Quadrática. As investigações surgiram após uma coletânea de problemas envolvendo tais funções e de várias discussões durante o processo de resolução, tanto algebricamente como geometricamente.

No estudo da função Afim investigou-se a relação entre os coeficientes e o comportamento gráfico. Alguns estudantes não entendiam, por exemplo, o fato de se afirmar que em toda função desse tipo, a mudança do coeficiente *b* indica um deslocamento vertical do gráfico (figura 2) enquanto que a mudança do coeficiente *a* indica uma variação na inclinação da reta representativa do gráfico dessa função (figura 3).

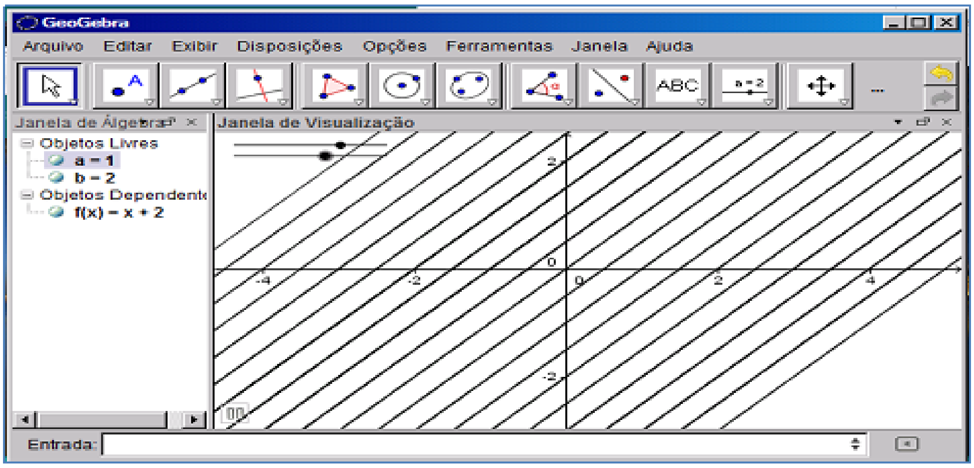

Figura 2 – Gráfico de uma Função Afim com variações do coeficiente b.

Além disso, pôde-se entender outra característica antes não contemplada nos estudos teóricos. O que ocorre com a reta representativa do gráfico dessa função se o coeficiente angular tende para um número muito grande ou para um número muito pequeno, ou seja, se o coeficiente tender para mais infinito (+∞) ou para menos infinito (-∞)? Ora, com a manipulação do gráfico a partir do GeoGebra (figura 3) percebeu-se claramente que em qualquer das situações a reta representativa dessa função se aproximará do eixo das ordenadas, ou tornar-se-á cada vez mais próxima de coincidir com esse eixo.

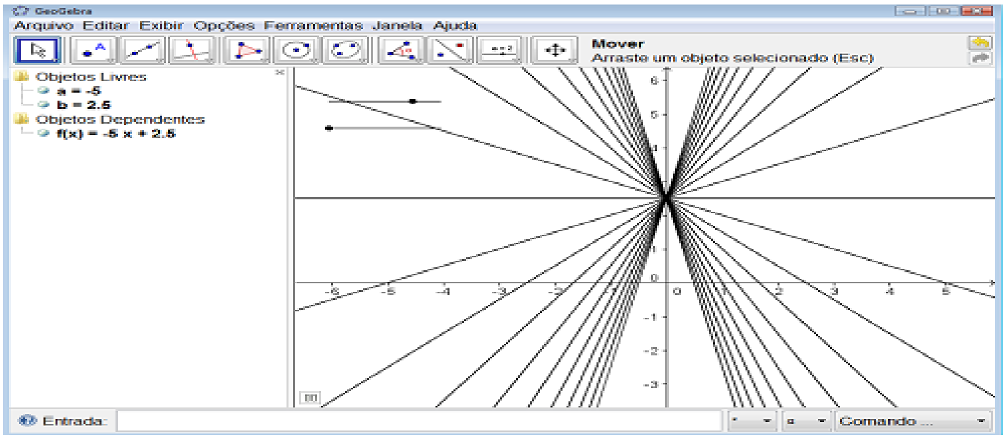

Figura 2 – Gráfico de uma função afim com variações do coeficiente *a*.

No estudo da função quadrática realizaram-se diversas investigações. Destacam-se dois exemplos surgidos após questionamentos de alunos sobre tal função: entender a relação entre os coeficientes da função e a concavidade da parábola e compreender o comportamento geométrico, ou lugar geométrico, demarcado pelo ponto de vértice de uma função quadrática quando se faz variar seus coeficientes, um de cada vez.

Percebeu-se, a partir dos recursos oferecidos pelo Geogebra, que as investigações poderiam ser realizadas paralelamente. Começou-se com a definição de uma função do tipo

$$f(x) = a.x^2 + b.x + c,\ com\ a \neq 0, \tag{1}$$

e a variação do coeficiente *c* dessa função. A figura 3 mostra a representação gráfica obtida, onde se destaca o lugar geométrico do vértice da função. Percebeu-se com essa representação que o lugar geométrico do ponto de vértice é uma reta paralela ao eixo das ordenadas.

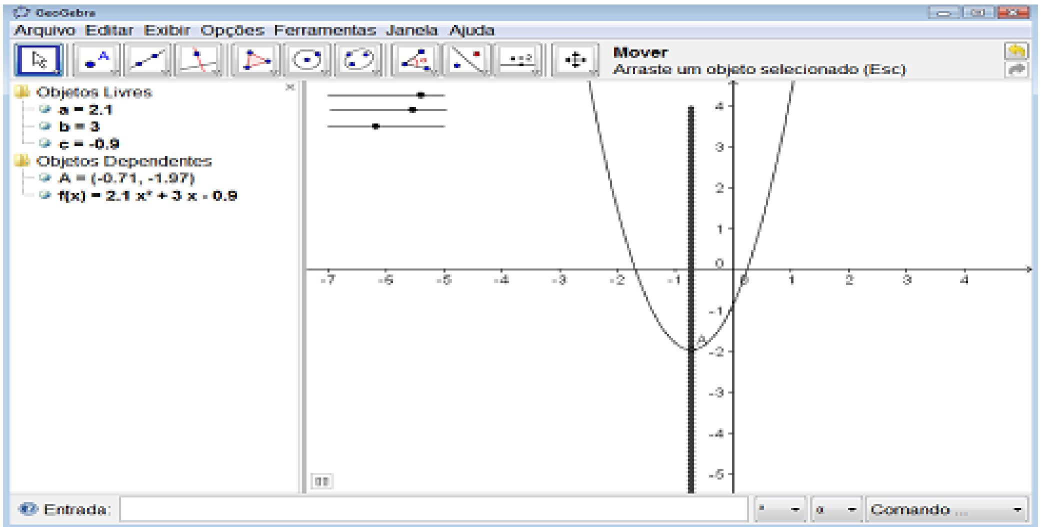

Figura 3 – Função quadrática com lugar geométrico do ponto de vértice após variação do coeficiente c.

Essa reta não é uma função. Sua equação é dada pelo valor da abscissa do ponto de vértice da função em questão:

$$x = -\frac{b}{2a}, \ com \ a \neq 0, \tag{2}$$

Já na figura 4 quando se fez variar o coeficiente *b* da função *f*, verificou-se que o ponto de vértice da função, demarca um lugar geométrico que, aparentemente, é outra função quadrática. A partir daí, partiu-se para uma investigação algébrica buscando-se encontrar a lei de formação dessa nova função, sendo considerados os coeficientes da função original. Percebeu-se que o lugar geométrico do vértice da parábola é uma função *g* dada pelo valor da ordenada desse vértice. Como se sabe que o ponto de vértice da função *f* é da forma

$$y_v = \frac{-b^2+4ac}{4a}, \ com \ a \neq 0, \ e \ x_v = \frac{-b}{2a} \tag{3}$$

encontra-se

$$g(x) = y_v = -ax_v^2 + c, \ com \ a \neq 0 \tag{4}$$

Ou seja, o lugar geométrico – parábola pontilhada, do vértice da função *f*, dada pela equação (1), quando se faz variar o coeficiente *b* é uma função quadrática *g*, definida por:

$$g(x) = -ax^2 + c, \ com \ a \neq 0 \tag{5}$$

Percebe-se, com a exploração dessas funções a partir do GeoGebra, que a ligação entre álgebra e geometria se faz cada vez mais importante, pois com o surgimento de questões como estas antes mencionadas e exploradas há, inevitavelmente, a necessidade de maiores investigações algébricas em elementos que, em aulas meramente tradicionais, não seriam analisadas. É sob esse enfoque que Morin (2003) nos alerta para as novas formas de ensinar, e consequentemente, dadas as novas ferramentas como o GeoGebra, as novas formas de aprender.

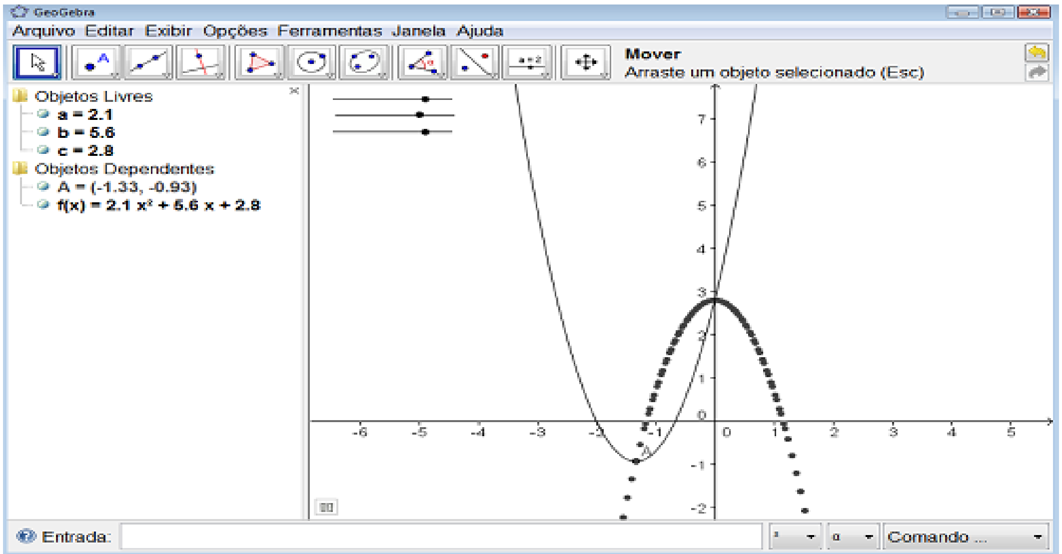

Figura 4 – Função quadrática: lugar geométrico do ponto de vértice após variação do coeficiente b .

A figura 5 mostra o que ocorre com o vértice da parábola quando se fez variar o coeficiente a da função da função definida pela equação 1. Novamente, visualizou-se algo não imaginado antes pelos estudantes. O lugar geométrico do ponto extremo da função representa, aparentemente, uma reta, não definida em $a = 0$. A partir da investigação algébrica pôde-se determinar qual a função definida pelo vértice da parábola:

$$g(x) = \frac{b}{2}x + c, \qquad (6)$$

Porém, observou-se que se na função f se tem $b=0$, consequentemente a abscissa do ponto extremo será zero e não se definirá a função g. Com isso, o lugar geométrico do ponto de vértice da parábola de f, quando se varia o coeficiente a, será um único ponto.

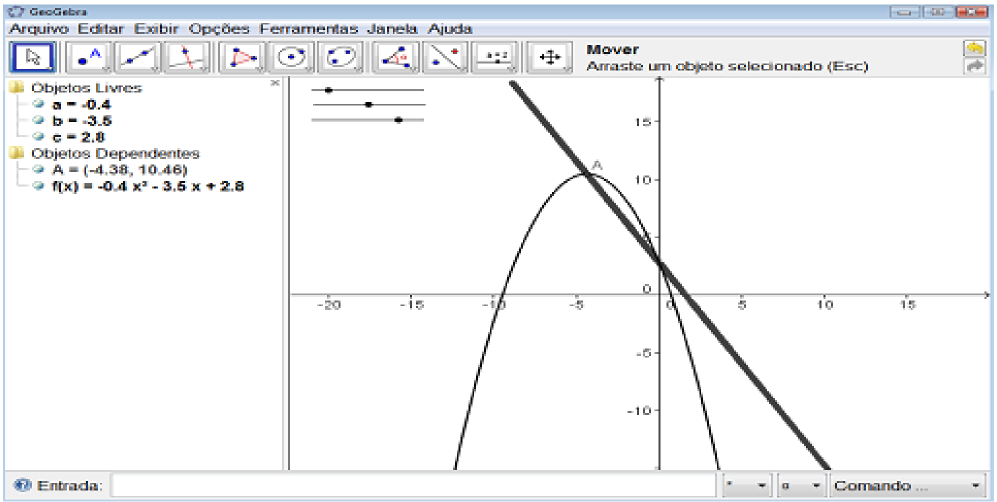

Figura 5 – Função quadrática. Lugar geométrico do vértice após variação do coeficiente *a* da função

Essa exploração também dirimiu as dúvidas existentes sobre a relação entre o coeficiente *a* da função *f* e a concavidade da sua parábola. Esses poucos exemplos mostraram que, fazendo-se uso do GeoGebra, há uma gama de características que podem ser investigadas seja apenas geometricamente ou aliada à parte algébrica das funções elementares.

5. Considerações finais

Ficaram evidentes as implicações positivas do uso do GeoGebra nas atividades de aprendizagem matemática. Claro que não se deve com isto generalizar afirmando que qualquer tecnologia poderá trazer resultados satisfatórios nos ambientes educacionais, pois se sabe que existe um conjunto de questões que devem ser consideradas para que se possa colocar em prática qualquer metodologia inovadora. Muitos fatores não dependem dos educadores para que se efetivem como potencializadores de aprendizagem nas salas de aula. No entanto, entende-se que se deve buscar meios para que o processo de aprendizagem se dê de modo mais significativo, e não apenas que os jovens entendam esse processo como mera obrigação sem qualquer importância nas suas formações.

Os diálogos relatados pelos estudantes são significantes para se atestar a importância do GeoGebra na investigação realizada.

> Aluno 1 – Acho que o GeoGebra me ajudou a ver coisas que durante as aulas normais em sala eu não conseguia. Como essa questão sobre a relação entre o valor de a e o gráfico da função.

> Aluno 2 – A melhor coisa que achei no programa foi a possibilidade de movimentar os gráficos para realizar as investigações.
> Aluno 3 – Pra mim foi importante, pois tive mais interesse durante os encontros. Seria bom que os professores de Matemática utilizassem esse programa em todas as aulas.

Por meio da manipulação não linear de informações, do estabelecimento de conexões entre elas, do uso de redes de comunicação e dos recursos multimídia, o emprego da tecnologia computacional promove a aquisição do conhecimento, o desenvolvimento de diferentes modos de representação e de compreensão do conhecimento. Os computadores possibilitam representar e testar ideias ou hipóteses, que levam à criação de um mundo abstrato e simbólico, ao mesmo tempo em que introduzem diferentes formas de atuação e de interação entre as pessoas. Essas relações, além de envolverem a racionalidade técnico-operatória e lógico-formal, ampliam a compreensão sobre aspectos sócio-afetivos e tornam evidentes fatores pedagógicos, sociológicos e epistemológicos.

Entende-se que esse caminho só será alcançado com experiências como esta. Buscando-se diferentes meios de resolução de problemas, levando o educando a perceber nitidamente a criatividade para resolver seus próprios problemas, despertando sua curiosidade, envolvendo-o numa busca de novos conhecimentos e enriquecendo aqueles que ele já possui. Assim, apesar das dificuldades dos alunos na resolução dos exercícios, pedagogicamente foi uma ação favorável, pois percebemos que os alunos apresentam mais motivação para as investigações matemáticas, o que proporcionará uma melhoria contínua da qualidade da aprendizagem.

Defender uma proposta como essa é, primeiro que tudo, uma aposta na educação na possibilidade de ascensão do conhecimento das pessoas. É apostar de modo enactado conforme nos diz Hannoun(1998), onde se faz necessário pensar cuidadosamente no projeto e que aja-se para participar do seu sucesso, que faça seu sucesso. Uma aposta enactada é aquela onde o educador, mesmo antes de conhecer seus alunos, acredita no que eles são capazes de superar o estado em que se encontram. Não há dualidade que separe quem caminha e faz o caminho do caminho que orienta quem caminha. Há caminhamento, em que orientação pelo caminho e construção do caminho são, no mesmo sistema, componentes complementares: um só pode realizar o que o outro torna possível. Enação é o processo que leva à superação do dualismo. É o caminhamento como síntese de trilha e do trilhamento, de ação e concepção, etc.(HANNOUN, 1998).

Compreende-se a proposta de metodologia de ensino de Matemática baseada nos recursos tecnológicos como uma aposta enactante para a aprendizagem. Esse pensamento se ratifica tendo em vista as características dos AO e dos softwares matemáticos. Além disso, defende-se que tais recursos fortalecem a aprendizagem matemática, tendo em vista que contribuem para a ocorrência dos pressupostos descritos por Ausubel et al (1980) como fundamentais para a aprendizagem significativa.

Referências

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 1980.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Informática e Educação Matemática. 3ª edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

BITTAR, M. Possibilidades e dificuldades da incorporação do uso de softwares na aprendizagem da matemática. Um estudo de caso: o software aplusix. Anais do III Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática, São Paulo, 2006.

BRANDÃO, P. C. R. O uso de software educacional na formação inicial do professor de Matemática: uma análise dos cursos de licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Educação, Campo Grande, 2005.

BRASIL. MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries). Brasília: MEC/SEF, 1998. 10 volumes.

D'AMBRÓSIO, Ubiratam. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2001.

FERREIRA, Aurélio B. de Hollanda. Novo Dicionário da Língua Portuguesa. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GUIN, D. ; JOAB, M. ; TROUCHE, L. (dir.) Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM (2000-2006), INRP et IREM (Université Montpellier 2).cd rom, 2008

HANNOUN, Hubert. Educação: certezas e apostas. São Paulo: Ed. da Unesp, 1997.

KEBRITCHI, Mansureh; HIRUMI, Atsusi; BAI, Haiyan. The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. Computers & Education, 55 (2010), 427 – 443.

KILPATRICK, Jeremy. A única saída é a capacitação. Revista Nova Escola, São Paulo, ed. 220, março de 2009. Entrevista concedida a Paula Sato.

LEUNG, Allen & SANG LEE, Arthur Man. Students'geometrical perception on a task-based dynamic geometry platform. Educational Studies in Mathematics (2013) 82:361–377.

SOARES, Luís Havelange. Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica. Dissertação de Mestrado – UFPB, 2009.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências: um curso de Física. In: I Conferência dos Executivos de Tecnologia da Informação em Universidades Latino-Americanas. CEUTI/ABED, 2006, Brasília - DF. Anais do I CEUTI/ABED, 2006.