

# As potencialidades do GeoGebra em processos de investigação matemática: uma análise do desenvolvimento de objetos de aprendizagem da EaD no ensino presencial

---

IARA LETÍCIA LEITE DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

SIMONE UCHÔAS GUIMARÃES<sup>2</sup>

JOSÉ ANTÔNIO ARAÚJO ANDRADE<sup>3</sup>

## Resumo

*Este artigo é um recorte de um projeto de pesquisa em que se desenvolve e analisa alguns objetos de aprendizagem – construídos a partir do software livre GeoGebra – utilizados no ensino superior no contexto da Educação a Distância e adaptados para o uso no ensino presencial, trabalhando com diferentes tipos de função. Uma das intencionalidades deste estudo é investigar o uso do GeoGebra como um elemento que possibilita produzir materiais que contribuam para uma aprendizagem mais autônoma do estudante, pautada no desenvolvimento de processos de argumentação e validação em Matemática.*

**Palavras-chave:** *GeoGebra; Objetos de Aprendizagem; Ensino presencial e a distância.*

## Introdução

Este artigo é um recorte de um projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC)<sup>4</sup> cujo objetivo é desenvolver uma sequência didática composta por objetos de aprendizagem para uma disciplina presencial da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atendendo a esse objetivo buscamos criar aulas e atividades que favoreçam o desenvolvimento de uma postura exploratória e investigativa dos estudantes a fim de que haja maior interatividade entre os sujeitos envolvidos na disciplina e o conhecimento, mediados pelas aulas presenciais e por meio de atividades desenvolvidas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

O trabalho iniciou-se no primeiro semestre do ano de dois mil e onze com a proposta do orientador deste projeto que ministrava aulas da disciplina de Matemática Fundamental (MF). A sequência produzida inicialmente era composta por *slides* para as aulas e construções utilizando o *software* livre GeoGebra, que denominou-se *applets*, a qual

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras – iaraleticia0710@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras – suchoasg@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Lavras – joseaaa@dex.ufla.br

<sup>4</sup> Este projeto envolve duas licenciandas em Matemática (autoras deste artigo) sob a orientação do professor Dr. José Antônio Araújo Andrade.

fora utilizada nas aulas durante todo o semestre, mas a intenção de nossa equipe era o de criar ainda outros objetos, como por exemplo, vídeos (*autoview*) e vídeos-animação. Após este período foi aberto na UFLA o edital 004/2011<sup>5</sup> referente ao Projeto de fomento ao uso das Tecnologias de Comunicação e Informação nos Cursos de Graduação Presencial da UFLA, o qual visa organizar e avaliar sequências didáticas desenvolvidas para a sala de aula e para o AVA com o objetivo de promover a integração e a convergência entre as modalidades de Educação Presencial e à Distância na UFLA. Como um dos ramos deste projeto era a “Produção de Conteúdos educacionais e materiais didáticos”, atuamos como colaboradores disponibilizando o material que fora produzido no contexto do PIVIC – o que nos possibilitou utilizar as construções feitas no GeoGebra para produzir *autoview* e vídeos-animação e contribuiu para a realização de ajustes no que já havia sido produzido.<sup>6</sup>

A disciplina de MF é ofertada pelo Departamento de Ciências Exatas (DEX) da UFLA como componente curricular obrigatório a todos os cursos de graduação, sendo ministrada em 34 horas ao longo de um semestre (uma hora e quarenta minutos semanais). Um dos objetivos da disciplina é realizar uma abordagem analítica dos tipos de função e de suas representações gráficas perpassando por noções intuitivas de limite e continuidade e ainda as aplicações do conceito de função à modelagem de problemas.

Recentemente há uma preocupação por parte dos professores do departamento em relação aos altos índices de reprovação na disciplina. Acredita-se que a ocorrência dessa situação pode estar associada a um conjunto de fatores, por exemplo: ao excesso de estudantes nas salas, a uma abordagem didático-pedagógica inadequada, aos conhecimentos prévios para disciplina que não foram consolidados pelo estudante na educação básica, dentre outros de natureza cognitiva ou socioeconômica. Com esta mesma preocupação buscamos com a elaboração da sequência didática propor uma abordagem analítica dos tipos de função estudados na disciplina a partir de um estudo exploratório-investigativo dentro da ementa prevista. Este será o ponto de partida para o estudo de diferentes tipos de funções em direção a uma compreensão mais significativa dos elementos implícitos em seu aspecto algébrico e do conceito de função em si. Utilizaremos também o AVA como complemento para as aulas presenciais na tentativa

---

<sup>5</sup> EDITAL Nº 004/2011 – CEAD/PRG/UFLA, de 2 de março de 2011

<sup>6</sup> Nesta etapa do projeto desenvolvido a partir do edital 004/2011 estavam envolvidos também mais um estudante de Licenciatura em Matemática, uma professora do Departamento de Ciências Exatas da UFLA e uma graduada em Matemática pela mesma instituição, porém a análise da sequência será realizada pelos autores desta pesquisa.

de minimizar os efeitos que causam o andamento insatisfatório da disciplina.

Portanto, neste artigo serão abordados e discutidos alguns objetos de aprendizagem utilizados no ensino superior no contexto da Educação a Distância (EaD) e adaptados para o uso na disciplina presencial de MF da UFLA no trabalho com diferentes tipos de função (afim, quadrática, exponencial, logarítmica e trigonométrica), bem como a maneira que será realizada a aplicação.

## **1. O “fazer Matemática” com os objetos de aprendizagem**

Julgamos que cabe apresentar o que concebemos por objetos de aprendizagem, a partir da ideia de alguns autores e as potencialidades destes no ensino, antes de descrevê-los.

### **1.1. Objetos de Aprendizagem e Ambientes de Aprendizagem**

Os objetos de aprendizagem são materiais de grande importância nos processos de ensino-aprendizagem da Matemática, pois trazem uma nova maneira de ensinar, oferecendo formas diferenciadas na abordagem dos conteúdos, e por consequência novas oportunidades de aprendizagem, tornando-a ainda mais significativa para os alunos.

Quando prevemos o uso de objetos de aprendizagem logo pensamos na utilização de meios computacionais, porém de acordo com a concepção de alguns autores e a partir daquilo que foi idealizado neste trabalho, consideramos que:

Um objeto de aprendizagem pode ser conceituado como sendo todo objeto que é utilizado como meio de ensino/aprendizagem. Um cartaz, uma maquete, uma canção, um ato teatral, uma apostila, um filme, um livro, um jornal, uma página na *web*, podem ser objetos de aprendizagem. A maioria destes objetos de aprendizagem pode ser reutilizada, modificada ou não e servir para outros objetivos que não os originais (GUTIERREZ, 2004, p. 6).

Entretanto, nesse trabalho o foco será dado aos objetos de aprendizagem virtuais. Corroboramos com a ideia de Spinelli (2007) quando o caracteriza como um recurso digital que pode ser reutilizado, sendo motivador no desenvolvimento de capacidades pessoais contribuindo no processo de aprendizagem de algum conceito ou conteúdo relacionado a ele (p. 7).

Apesar de definirmos a expressão “objetos de aprendizagem virtuais”, no decorrer do texto continuaremos a usar apenas a expressão “objetos de aprendizagem”, visto que a

definição de objetos de aprendizagem virtuais está inserida na definição de objetos de aprendizagem.

#### **1.1.1.O que é o GeoGebra?**

O GeoGebra é um *software* livre e gratuito que se caracteriza como um ambiente computacional de geometria dinâmica e álgebra e foi desenvolvido por Markus Hohenwarter. Além de ser livre e gratuito o GeoGebra é um *software* multiplataforma, ou seja, pode funcionar em qualquer computador independente de seu sistema operacional; e ainda não precisa ser instalado no computador quando utilizado *online*. A interface do *software* possui uma linguagem simples e contém vários recursos que são de fácil manipulação, pois a cada ferramenta escolhida é dada uma “dica” de como utilizá-la. Além disso, todas as tarefas executadas na área de construção aparecem também na janela algébrica.

#### **1.1.2.A utilização do GeoGebra no ensino de Matemática**

O uso do GeoGebra em todo processo de elaboração da sequência didática se deu por ser um *software* que, além das características acima, não necessita de conhecimentos sobre programação de computadores por parte do sujeito que o utiliza e ainda, quando aliado a outros recursos computacionais ou mídias de diferentes naturezas, possibilita produzir objetos ou atividades que contribuem para uma aprendizagem mais autônoma do estudante, tornando-o protagonista em todo o processo.

Para o professor é uma ferramenta que potencializa o desenvolvimento de objetos de aprendizagem que permitem apresentar/estudar um determinado conceito matemático por meio de diferentes registros de representação obtidos por sua interface básica ou a partir da “programação” de certos comandos dentro do GeoGebra e/ou pelo uso de seus recursos avançados, que no nosso caso permitiram trabalhar diversos conceitos que teriam maior dificuldade de compreensão sem a exploração ou visualização.

Para o aluno, além de facilitar a compreensão através da visualização, é uma ferramenta importante que possibilita variar parâmetros (usando o seletor), fazer translações, rotações, ou seja, permite que o aluno explore e investigue regularidades ou produza enunciados a partir do movimento dado a um objeto matemático (nos referimos aqui aos tipos de função e aos seus modos de representação).

Por isso, acreditamos que no processo de aprendizagem o GeoGebra atua favorecendo

uma abordagem mais conceitual e analítica da Matemática o que, por sua vez, corrobora para uma aprendizagem pautada no desenvolvimento de processos de argumentação e validação em Matemática.

### 1.1.3. **Visualização, argumentação e validação nos processos de ensino/aprendizagem**

O uso do GeoGebra nos processos de ensino/aprendizagem da Matemática tem grande importância por ser um recurso computacional que possibilita novas maneiras de compreender e dar significado à conceitos que muitas vezes são abstratos para os alunos, especialmente por meio da visualização e manipulação propiciadas pelo *software*.

Podemos entender a visualização como um *processo de formação de imagens (mentalmente ou com papel e lápis ou com outra tecnologia), usada com o intuito de obter um melhor entendimento matemático e estimular o processo de descoberta matemática* (BORBA; VILARREAL, 2005, p.80 apud ZULATTO, 2007, p. 75).

Nesse sentido, a utilização deste *software* oferece oportunidades ao aluno de transformar suas imagens mentais em imagens visíveis, ou ainda de observar e criar novas imagens de acordo com que se dá o processo de formulação de hipóteses ou de descobertas matemáticas.

Através das várias construções que o *software* possibilita, inclusive as que o professor faz durante suas aulas, o aluno consegue levantar conjecturas e assim, por meio de questionamentos ou afirmações vindas do professor e de outros colegas, validá-las ou não, vivenciando momentos de argumentação e validação nas aulas se tornando parte do processo de “fazer” Matemática. Este processo consiste em levantar conjecturas, desenvolver argumentos, justificar raciocínios, descobrindo os “porquês” e as maneiras de provar (ZULATTO, 2007, p.73).

Entendemos como sendo “argumentação” a ideia trazida por Boavida (2005, p. 20) quando diz

a expressão argumentação matemática é usada para designar a argumentação na aula de Matemática, ou seja, conversações aí desenvolvidas cujo foco é a Matemática e que assumem a forma de raciocínios de caráter explicativo ou justificativo destinados seja a diminuir riscos de erro ou incerteza na escolha de um caminho, seja para convencer um auditório a aceitar ou rejeitar certos enunciados, idéias ou posições pela indicação de razões.

Esta ideia da autora está centrada nas argumentações que ocorrem em sala de aula, o que não é totalmente nosso contexto, visto que a disciplina de MF conta também com atividades no AVA. Mas, ainda na perspectiva de Boavida (2005), os processos de argumentação podem ocorrer dentro do AVA através das propostas de atividades que são feitas aos alunos que os conduzam a uma postura argumentativa, por meio dos fóruns ou *chats*, por exemplo; ou ainda, em atividades em que o aluno está sozinho. No AVA o aluno poderá interagir com os outros sujeitos envolvidos na disciplina em tempo real ou não, e quando está sozinho o aluno deverá mostrar seu raciocínio através da escrita, desenvolvendo seu lado argumentativo. Como exemplo dessas atividades temos as de caráter investigativo, as quais possuem abertura em seu enunciado para que o aluno possa fazer diversos questionamentos (PONTE, 2005). Contudo, vale a ressalva de que a mediação do tutor e do professor no AVA é fundamental para o sucesso de qualquer proposta.

Com a utilização do *software* nas aulas, ou em momentos de estudo, o aluno consegue convencer ou justificar as afirmações levantadas por ele mesmo, ou por outros interlocutores, principalmente através do recurso de visualização, pois considera-se que

uma imagem ou uma sequência de imagens é capaz de convencer até mesmo observadores que não têm grande habilidade em Matemática e pouca familiaridade com artifícios e sutilezas de demonstrações formais. Entre aqueles que possuem uma tendência para a Matemática, a observação de imagens que sugerem resultados torna o trabalho muito mais interessante e, em geral, incentiva o estudante para a realizações de novas investigações (LOURENÇO, 2002, p.88).

O mesmo autor ainda sinaliza que mesmo convencendo, as construções feitas podem ser ilusórias e levar a deduções incorretas. Contudo, não podemos deixar de lado que nos casos em que a elaboração das construções é bem conduzida pode levar ao desenvolvimento de raciocínios e resultados corretos (LOURENÇO, 2002, p.85). Em situações em que as construções feitas levam a deduções incorretas o professor poderá chamar a atenção dos alunos a respeito da importância da validação, pois na maioria das vezes os alunos não sentem a necessidade de provar os resultados acreditando que são óbvios. Assim, o professor não precisa descartar o equívoco do aluno, mas pode aproveitá-lo para que, a partir do processo de inquirição<sup>7</sup>, o aluno consiga perceber quais “caminhos seguir”. Diante disso, o erro não é levado como uma falha, mas sim

---

<sup>7</sup> Termo apresentado por Ernest (1995) ao discutir a metodologia Resolução de problemas.

uma nova oportunidade de argumentar e um novo caminho para a aprendizagem.

A utilização do *software* como recurso de visualização pode contribuir para que o aluno desenvolva uma demonstração informal (considerando a demonstração como resultado de argumentações e validações), contudo este processo de demonstração é importante, pois, em muitos casos, faz mais sentido para o aluno (LOURENÇO, 2002). Não se pretende aqui descartar as demonstrações formais, mas acredita-se que a “construção visual” favorece o processo de argumentação, que é um “passo” para um processo de demonstração formal. A medida que as argumentações se tornam mais elaboradas e refinadas, são alcançados estágios do conhecimento matemático que corroboram com uma escrita mais formal nos processos de demonstração.

Até o momento foi discutido a importância da utilização do *software* livre GeoGebra e algumas de suas potencialidades para as aulas de Matemática, dando enfoque ao aspecto da visualização no desencadeamento de processos de argumentação e validação – levando até mesmo as demonstrações. Porém, para que todas estas etapas ocorram de maneira significativa para o aluno e para o professor é necessário que se crie um ambiente em que a aprendizagem ocorra de maneira espontânea, o que será discutido no próximo tópico.

## 1.2. Ambientes de Aprendizagem

As aulas da disciplina MF muitas vezes ocorrem em salas com elevado número de alunos (em muitos casos ultrapassando cem alunos em sala), fator que dificulta a interação professor-aluno e o desenvolvimento de aulas mais dialogadas. Essas e outras questões – como aquelas relativas ao programa da disciplina – confluem para um ambiente de aprendizagem pouco produtivo e significativo para os sujeitos envolvidos no contexto da disciplina. Esse cenário esbarra fortemente com o que acreditamos ser um espaço que efetivamente ocorre aprendizagem.

Percebemos implicações desses problemas durante a utilização da sequência didática no primeiro semestre de 2011, quando o professor esbarra em questões da cultura escolar. O material da aula era disponibilizado aos alunos no AVA com antecedência e o professor tentava conduzir a aula de uma maneira mais exploratória. Porém, muitas vezes o “convite” não era aceito, já que os alunos nem sempre participavam das aulas ou ainda não acessavam o material no AVA. Estes questionavam o professor referente ao método adotado para as aulas, pois preferiam aulas onde o conteúdo era exposto

utilizando quadro e giz, tendo que copiar o conteúdo do quadro; e ainda referente aos exercícios, pois queriam que os exercícios fossem semelhantes uns aos outros.

Assumindo a noção defendida por Skovsmose (2000), um ambiente de aprendizagem se caracteriza por uma situação de ensino e aprendizagem e pelo envolvimento dos sujeitos participantes desta situação. Nesta perspectiva, procuramos elaborar objetos de aprendizagem que permitissem a criação de diferentes ambientes de aprendizagem – como, por exemplo, o ambiente da sala de aula, o contexto criado no AVA, ou ainda o de momentos de estudo do aluno em casa –, pois julgamos que a partir destes diferentes ambientes o aluno tem a oportunidade de produzir diversos significados pelas várias abordagens que o professor pode dar referente a um mesmo conteúdo. Porém, fazemos a ressalva de que o uso dos objetos de aprendizagem não é o elemento decisivo para que haja uma aprendizagem significativa.

Na visão de Skovsmose (2000) é preciso haver um convite para aprendizagem e sua aceitação por parte dos alunos é decisiva, não só em sala de aula, mas também em outros espaços como o AVA. Então, a aceitação dependerá do convite e este não deve ser realizado de qualquer forma, para que o aluno não encare a aprendizagem como uma obrigação, mas como um processo importante. O ambiente deverá ser motivador de modo que desperte no aluno o interesse pelo que será estudado, e o maior responsável pela criação deste ambiente é o professor.

Mesmo diante dos problemas apresentados para a disciplina MF, o intuito com a criação destes objetos de aprendizagem é proporcionar ao professor opções metodológicas para criação de ambientes de aprendizagem orientados pela investigação, mediação e diálogo.

## **2. Metodologia**

Esta pesquisa é uma abordagem qualitativa, visto que *na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória, etc.* (GOLDENBERG, 1999, p.14). Isso se justifica principalmente pelo fato de que o objetivo é investigar como o uso do GeoGebra aliado a outros recursos didáticos contribuem para um processo de aprendizagem autônoma do estudante, ou seja, a preocupação está centrada nos processos de ensino e aprendizagem.

Neste tópico serão apresentados os *applets*, que são parte da sequência didática desenvolvida para a disciplina de MF, bem como a nossa intencionalidade ao produzi-los.

No histórico desta disciplina alguns professores a lecionavam ou ainda lecionam, geralmente, da seguinte forma: o conteúdo dado aos alunos é preparado pelo próprio professor baseado no livro texto ou em outras bibliografias; durante o semestre são disponibilizadas algumas listas de exercícios sobre os conteúdos abordados, e os professores que não adotam este sistema deixam a cargo do aluno a escolha dos exercícios. Cabe ressaltar que nem todos os professores contabilizam estes exercícios como nota parcial da disciplina; o livro-texto adotado pela disciplina nem sempre é encontrado na biblioteca da universidade devido a proporção do número de alunos que é muito maior que o número de exemplares disponibilizados.

Devido a estes fatos e ao reduzido tempo oferecido para a disciplina, em relação a densa quantidade de conteúdos nela abordados, não é viável, muitas vezes, uma abordagem mais exploratória do conteúdo ou não há tempo suficiente para discussão e resolução de exercícios em sala. Frente a estes acontecimentos foram elaborados objetos de aprendizagem na tentativa de possibilitar estudos de natureza mais exploratória e que permitam uma otimização do tempo gasto para apresentar e discutir algum conteúdo durante as aulas. Assim, foram produzidos para sequência didática: *applets*, *autoview*, vídeos-animação, *slides*, guia de estudo, e ainda serão produzidas atividades exploratório-investigativas, porém apresentaremos somente os *applets*.

Em todos os objetos produzidos foram utilizadas construções de funções a partir do *software* GeoGebra. Dentre os diversos recursos que o GeoGebra disponibiliza utilizouse principalmente o “seletor”. Este recurso foi escolhido com o intuito de fazer com que o aluno observasse o comportamento da função quando seus parâmetros fossem modificados, ou seja, ao modificar os parâmetros os alunos notavam que algumas condições estavam associadas a um determinado comportamento da função. Assim, conceitos como o de sinais da função e domínio e imagem eram sistematizados/formalizados após os alunos perceberem as condições que “provocavam” tais comportamentos. Percebemos que este recurso é muito importante no ensino-aprendizagem de Matemática, pois variando os parâmetros criados o aluno pode observar como se dá o movimento dos “objetos matemáticos” – podendo ser um conceito, uma função, um gráfico ou uma sentença com a qual se queira trabalhar. Esse

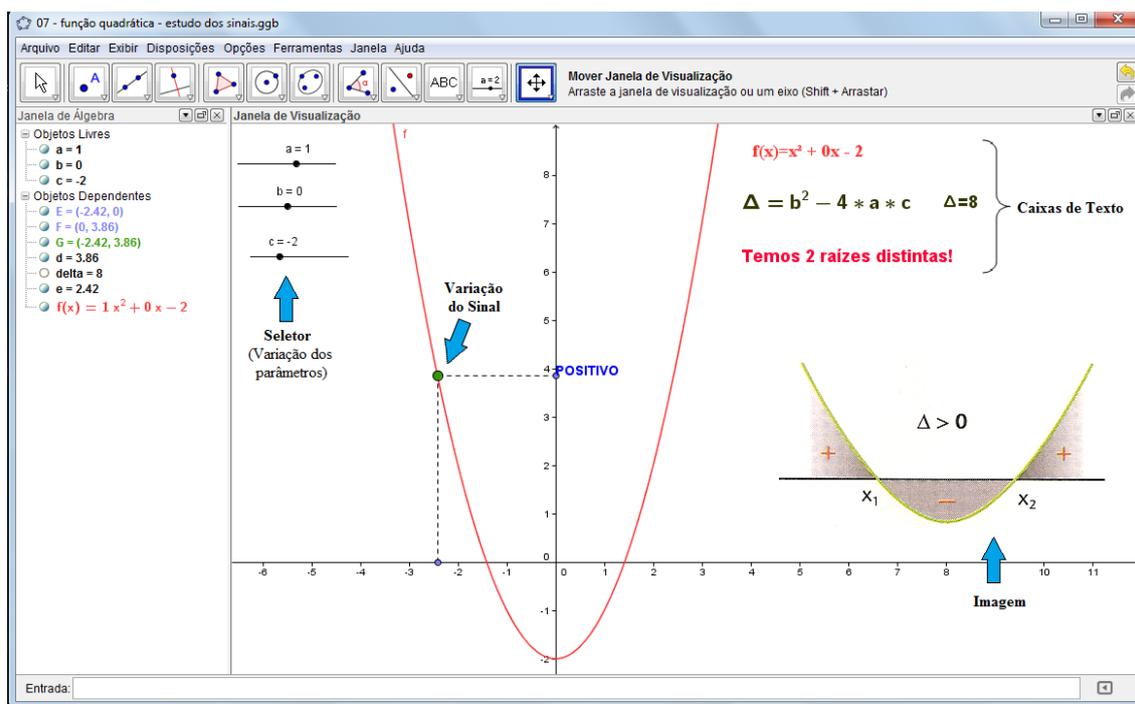
movimento auxilia na compreensão de conceitos ou ideias da Matemática, como por exemplo, ao explorar a concavidade da função quadrática o aluno pode variar os coeficientes da função observando qual deles estava relacionado à mudança de concavidade.

A seguir serão apresentados alguns *applets* feitos a partir do GeoGebra, bem como os recursos que podem ser importantes em sua utilização. Estes *applets* foram elaborados com o intuito de dar um enfoque mais exploratório, possibilitando, em segundos, observar várias propriedades de uma função pela variação de seus parâmetros.

## **2.1. Estudo da função quadrática**

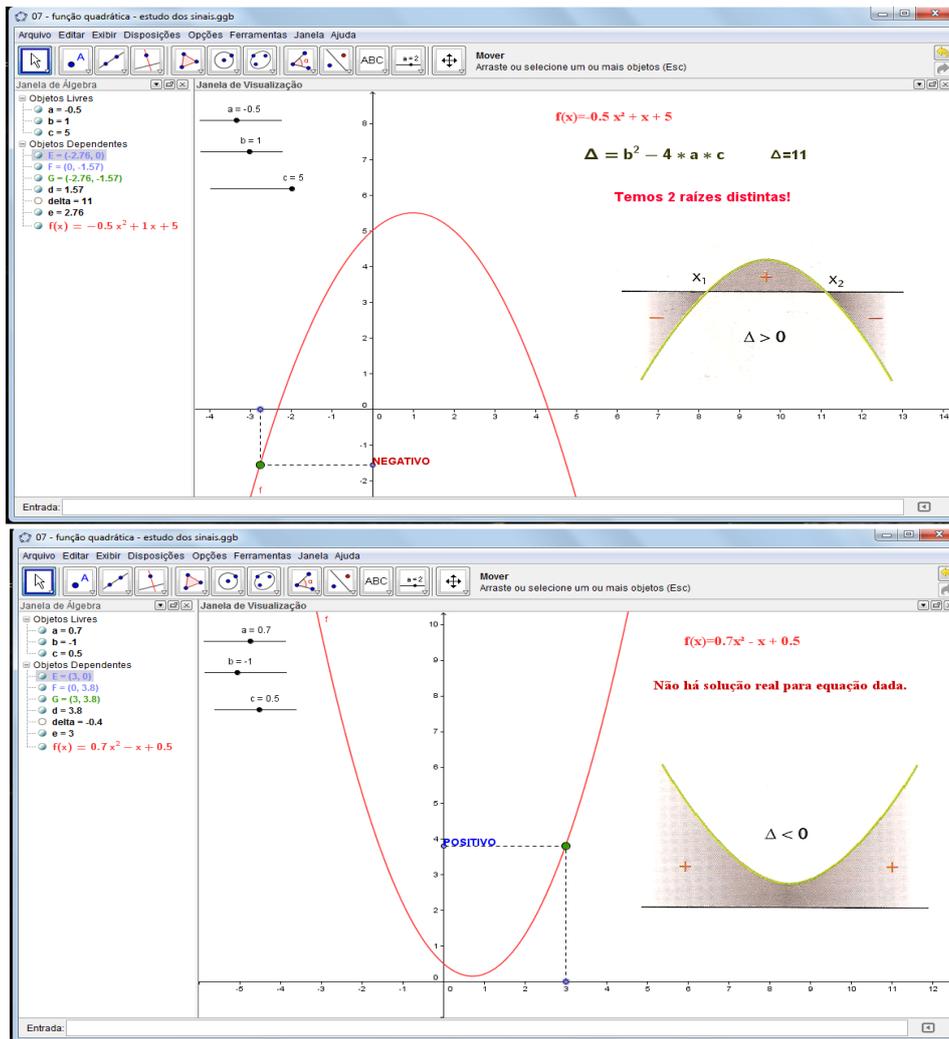
No estudo da função quadrática, fizemos uso de várias construções. Dentre elas temos a que possibilitou a abordagem dos conceitos de sinal desta função. Vale ressaltar que já haviam sido estudados os conceitos de raiz e como determiná-las.

Antes de construí-la foram consultados alguns livros a fim de verificar qual seria a melhor forma de trabalhar este conceito. A maioria deles abordavam-no da seguinte forma: eram apresentadas as restrições dos valores de delta para um determinado comportamento da função, esta era feita na forma escrita e posteriormente era exposta uma imagem do gráfico da função indicada com cores os “lugares” em que a função era negativa ou positiva. Observamos que a abordagem feita daquela forma poderia causar certa confusão, principalmente no que se refere a questão: *como analiso o sinal da função?*. Neste sentido, a função foi construída no GeoGebra de modo que seus parâmetros ( neste caso os parâmetros eram os coeficientes da função) pudessem ser variados, mostrando ao lado as figuras presentes no livro e o cálculo do valor de delta; além disso havia a possibilidade de arrastar um ponto sobre o gráfico da função verificando seu sinal (como mostrado na figura abaixo).



**FIGURA 1:** Estudo dos sinais da função quadrática no GeoGebra  
**FONTE:** GeoGebra

Consideramos que os recursos mais relevantes nesta construção foram o seletor, que permitia a variação dos parâmetros, e o movimento do ponto sobre a curva que representa a função, que possibilitava a análise dos sinais. Em paralelo a variação dos parâmetros havia a mudança da função tanto na caixa de texto quanto da imagem, bem como do valor de delta; desta forma o aluno poderia observar o que cada valor de delta implicava na função. Na construção era possível movimentar o ponto que estava sobre o gráfico da função, assim quando este “caminhava” sobre a curva o aluno poderia perceber quais seriam os sinais para determinados comportamentos, além de perceber como são analisados. A palavra “positivo” ou “negativo” que indica o sinal não acompanha o ponto que está sobre o gráfico da função, mas se encontra ao lado do número correspondente a coordenada do ponto no eixo y, procurando fazer com que o aluno entenda que o sinal da função é analisado somente neste eixo. As imagens que aparecem ao lado da construção são aquelas que geralmente são encontradas no livro. Ao colocar estas imagens a intenção era de que o alunos pudessem compreender a abordagem dada pelo livro de uma maneira experimental no GeoGebra. A cada situação feita pelo aluno a janela algébrica é modificada, assim é possível compreender não só a parte geométrica, mas a parte algébrica das construções, como por exemplo, no que se trata das raízes da função e dos intervalos onde se encontram.



**FIGURA 2:** Outras explorações realizadas no GeoGebra sobre estudo de sinais da função quadrática.

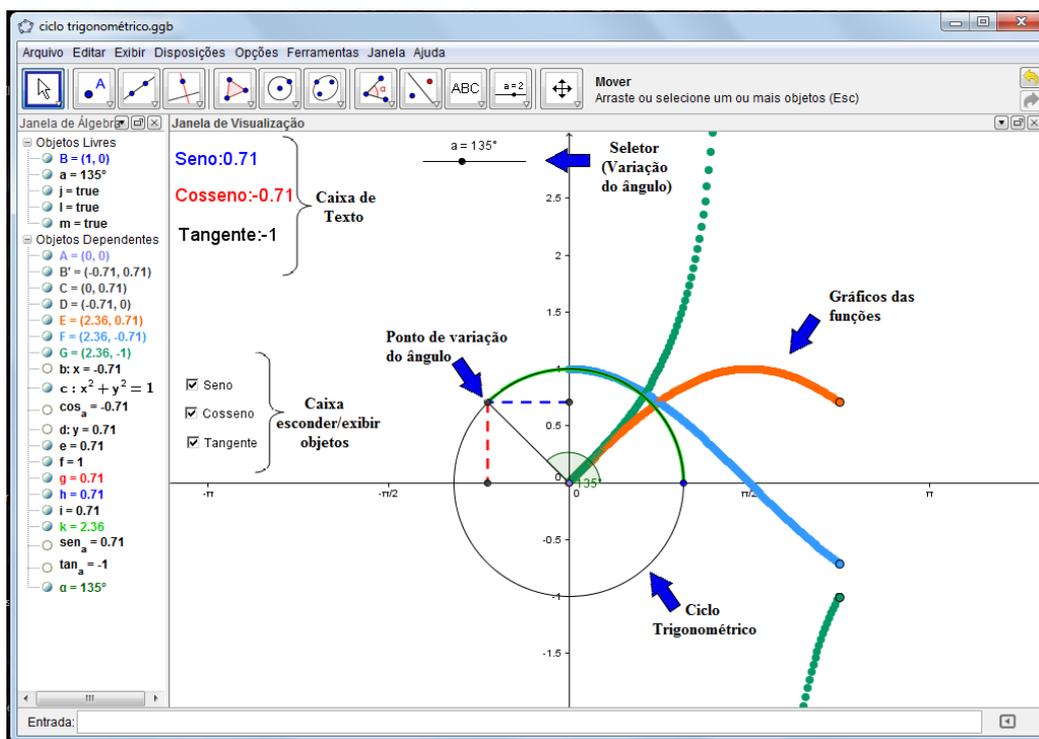
**FONTE:** GeoGebra

## 2.2. Estudo da função trigonométrica

Na abordagem de função trigonométrica foram usadas construções no GeoGebra das funções seno, cosseno e tangente, para que fossem estudadas seu comportamento separadamente; e ainda o ciclo trigonométrico. Em seguida abordou-se em sala a relação existente entre o ciclo e as funções. Para isso foi elaborada a construção apresentada na Figura 3.

Nesta construção foi utilizado o recurso caixa para exibir/esconder objetos para que ao explorar o ciclo trigonométrico o aluno pudesse escolher qual função queria analisar, ou seja, o aluno poderia analisar somente uma função ou todas juntas. Neste caso, o uso do seletor permitiu variar o ângulo no ciclo, e este ângulo foi indicado por um ponto que “caminha” por todo ciclo deixando seu rastro. Além disso, as caixas de texto são

utilizadas para indicar os valores de seno, cosseno e tangente, a medida que o ângulo se altera. Observe abaixo a construção feita e algumas explorações dentro dela.



**FIGURA 3:** Construção do ciclo trigonométrico no GeoGebra.  
**FONTE:** GeoGebra

O estudo das funções trigonométricas utilizando esta construção teve o objetivo de fazer com que o aluno perceba a relação entre o ciclo trigonométrico e essas funções. Ao modificar o valor do ângulo, a função escolhida na caixa de exibir/esconder objetos vai se delineando, e ainda no ciclo, através dos pontilhados em azul e vermelho, são indicadas as coordenadas do ponto sobre o ciclo apontando os valores de cosseno e seno, respectivamente.

## Considerações finais

O uso do *software* GeoGebra na abordagem dos conceitos enunciados, como também de outros da disciplina, foi de grande importância, já que essa mesma abordagem em construções manuais gastaria um tempo maior, pois seria produzida uma extensa sequência de imagens que poderia até mesmo desmotivar os alunos. Outra vantagem é o movimento que os objetos matemáticos têm dentro deste *software* o que não seria possível manualmente, além do fato de o *software* possibilitar construções de funções com uma perfeição considerável.

Nas construções feitas no GeoGebra para a disciplina de MF foi dado enfoque aos aspectos de exploração e visualização, no sentido de que ao criá-las pensamos em como o aluno poderia explorar os conceitos estudados em sala de aula e como a visualização poderia auxiliá-lo na ampliação dos conceitos. Acreditamos que durante o processo de exploração/investigação, os estudantes, podem levantar várias conjecturas que depois de testadas ou *perante contra-exemplos, poderão ser desde logo abandonadas. Outras, sem se revelarem inteiramente correctas, poderão ser aperfeiçoadas* (PONTE, 2003, p. 2).

A partir das explorações podem aparecer não somente questões ligadas aos conteúdos estudados, mas de outros conteúdos que se relacionam. Através da exploração o aluno pode levantar conjecturas e o fato de poder transformá-las no “visual” contribui para que esteja mais seguro em suas argumentações. Após esses testes e a validação dos argumentos, o professor poderá conduzir os alunos a um processo de demonstração, mostrando a importância de seu aspecto formal.

Em suma, são apresentados alguns dos *applets* que contribuíram para a elaboração de diferentes tipos de objetos de aprendizagem utilizados na produção das sequências didáticas desenvolvidas para a disciplina de MF, bem como os ambientes de aprendizagem que podem ser criados através deles. Buscando promover uma aprendizagem mais significativa, destacamos o papel dos recursos de visualização nos processos de argumentação e validação em Matemática, como também a exploração e investigação na construção do conhecimento. Neste contexto, percebemos como foi relevante o uso do GeoGebra para o ensino de funções e como o seu uso potencializa o ensino de vários outros conteúdos matemáticos.

Diante de todas essas discussões ressaltamos que a utilização de objetos de aprendizagem, ou da tecnologia, não garante que a aprendizagem seja mais significativa ou que o aluno estará mais envolvido nos processos de aprendizagem. Esta dependerá de um conjunto de fatores, pois *a tecnologia não faz milagres: depende do uso que se quiser fazer dela; depende das virtualidades que se quiser da mesma* (FERRÉS, 1998, p. 145). Portanto, a tecnologia vem como um complemento para auxiliar os sujeitos envolvidos em situações de ensino-aprendizagem e por isso deve ser acompanhada de boas metodologias. É importante termos consciência de nosso papel dentro da educação, sendo alunos ou professores ou ainda membros de uma comunidade escolar; precisamos estar conscientes de que as mudanças ocorrem a partir de nós mesmos, através de nossas

mudanças.

## Referências

BOAVIDA, A. M. A argumentação na aula de Matemática: Um olhar sobre o trabalho do professor. In: *Seminário de investigação em educação matemática*, Setúbal. Actas do XVI Seminário de Investigação em Educação Matemática. Setúbal: APM, 2005. p. 13-43.

COSTA, J. L. *Provas e validações em geometria em um Grupo de dimensão colaborativa*. 2008. 181p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de São Francisco, Itatiba-SP.

ERNEST, P. *The philosophy of mathematics education*. Editora Falmer Press, 1995.

FERRÉS, J. Pedagogia dos meios audiovisuais e pedagogia com os meios audiovisuais. In: SANCHO, J. M. (Org.). *Para Uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 127-155.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar*. 3. ed. Rio de Janeiro: Record. 1999. 107p.

GUTIERREZ, S. S. *Distribuição de conteúdos e aprendizagem on-line*. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v.2, p.1-14, 2004.

LOURENÇO, M. L. *A demonstração com informática aplicada à Educação*. Bolema, Rio Claro, Ano 15, n.18, p. 82-92, 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/bolema/Bolema%2018.pdf>>. Acesso em: 15 janeiro, 2012.

PONTE, J. P. Gestão Curricular em Matemática. In: *O professor e o desenvolvimento curricular*. Lisboa: APM, 2005, p. 11-34.

PONTE, J. P. Investigação sobre investigações matemáticas em Portugal. In: *Investigar em Educação*. Portugal, 2003.

SKOVSMOSE, O. *Cenários de investigação*. Bolema – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro (SP), v. 14, 2000. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/textos/skovsmose\(Cenarios\)00.pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/textos/skovsmose(Cenarios)00.pdf)>. Acesso em: 15 janeiro, 2012.

SPINELLI, W. *Os objetos de aprendizagem: Ação, criação e conhecimento*, 2007. Disponível em: <<http://www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/textoImodulo5.pdf>>. Acesso em: 15 janeiro, 2012.

ZULATTO, R. B. A. *A natureza da aprendizagem matemática em um ambiente online de formação continuada de professores*. 2007. 174p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.