

VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Comunicação Científica



SOFTWARES EDUCACIONAIS SOBRE FUNÇÕES MATEMÁTICAS: SEUS FUNDAMENTOS TEÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS MATEMÁTICOS E EDUCACIONAIS, TECNOLÓGICOS E DE FUNCIONALIDADE

Carlos Alberto Tavares Dias Filho¹

Verilda Speridião Kluth²

Educação Matemática, Tecnologias Informáticas e Educação à Distância

Resumo:

Nesta pesquisa tivemos por objetivo a análise de *softwares* educacionais gratuitos, com o enfoque em funções matemáticas. Foram selecionados quatro *softwares* recomendados no site Educação Matemática e Tecnologia Informática: o *Graph equation*, o *Graphmatica*, o *MathGV* e o *Winplot*. A pesquisa foi realizada numa abordagem qualitativa, na qual os *softwares* foram analisados sob três aspectos: Técnico, Pedagógico e Filosófico. O Aspecto Técnico referente ao funcionamento e uso do *software*. O Aspecto Pedagógico referente às possibilidades na aprendizagem e com relação às metas descritas para a disciplina de matemática nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio (PCNEM). O Aspecto Filosófico explicita a concepção de matemática intrínseca a cada *software*, dentre as três principais correntes filosóficas da matemática: o Logicismo, o Formalismo e o Intuicionismo. Na análise são destacadas algumas das possibilidades e limitações dos *softwares*. Observamos, ao final, que os *softwares* analisados, de modo geral, enfocam a construção dos gráficos de funções como sua metodologia e seus programas não possuem nenhuma ferramenta de avaliação de aprendizagem, tornando necessária a presença e orientação do professor. Esperamos que a análise dos *softwares* apresentada possa facilitar práticas docentes que venham utilizá-los, ao possibilitar uma compreensão mais abrangente de suas características estruturais e filosóficas de concepções matemáticas.

Palavras Chaves: *Software* Educacional. Análise. Funções Matemáticas.

¹ Graduando. Universidade Federal de São Paulo. carlos.atdf@gmail.com

² Professora Doutora. Universidade Federal de São Paulo. verilda@nlk.com.br

1. INTRODUÇÃO

Numa visão ampla do ensino de matemática onde esteja inserida a noção de cidadania, deverá também estar presente a ideia de que educar para a cidadania é uma ação que subentende uma discussão sobre valores pessoais e da sociedade como um todo. Este é o ponto de vista defendido por Borba e Penteado (2010) ao investigar a informática na educação. Para os autores

O acesso à informática deve ser visto como um direito e, portanto, nas escolas públicas e particulares o estudante deve poder usufruir de uma educação que no momento atual inclua, no mínimo, uma “alfabetização tecnológica”. Tal alfabetização deve ser vista não como um Curso de Informática, mas sim, como um aprender a ler a nova mídia. Assim, o computador deve estar inserido em atividades essenciais, tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais etc. E, nesse sentido, a informática na escola passa a ser parte da resposta a questões ligadas à cidadania. (BORBA; PENTEADO, 2010, p. 17).

Esta interpretação da inserção da informática no mundo escolar leva-nos a pensar no trabalho a ser realizado pelo professor em sala de aula, que inclui um planejamento para a elaboração de sua aula que está além do livro didático. Ele deve também contemplar o ciberespaço e trazê-lo para dentro dos conteúdos ministrados sem perder os objetivos educacionais.

Os autores analisam também os riscos que podem ser introduzidos a partir do ciberespaço na ação educacional e apontam argumentos, elaborados por críticos do uso do ciberespaço, em que o aluno apenas seguiria orientações da máquina, sem que haja um processo de construção do conhecimento.

Tal argumento está presente quando consideramos a educação em geral, mas é ainda mais poderoso dentro de parte da comunidade de educação matemática. Em especial para aqueles que concebem a matemática como uma matriz do pensamento lógico. Nesse sentido, se o raciocínio matemático passa a ser realizado pelo computador, o aluno não precisará raciocinar mais deixará de desenvolver sua inteligência. (BORBA; PENTEADO, 2010, p. 12).

Bicudo e Rosa (2010) afirmam que na interação humano-computador pode ocorrer um fechamento de possibilidades, isto representa uma preocupação dos educadores e agentes da educação. Segundo os autores, esta preocupação evidencia a necessidade de um acompanhamento focado às “(...) mídias e aos aparatos científicos e tecnológicos que as

sustentam, bem como aos modos pelos quais enlaçam os processos cognitivos, ...” (BICUDO; ROSA, 2010, p.13); um dos aparatos que sustentam o Ciberespaço são *softwares*, “conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados.” (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2007, p. 2599).

Nesta pesquisa não foram abarcados os modos pelos quais os *softwares* enlaçam os processos cognitivos, restringimo-nos a elaborar um acompanhamento avaliativo descritivo de *softwares* livres que se encontram no ciberespaço, independentemente do modo como o professor pretende realizar o seu trabalho em sala de aula, caracterizando sua didática. Este trabalho docente é descrito por Cláudio e Cunha (2001).

Didaticamente, o professor pode optar entre dois perfis diante do uso do computador no ensino: usá-lo como uma máquina transmissora dos conhecimentos para o aluno, ou como um auxiliar na construção desses conhecimentos pelo aluno. (CLÁUDIO; CUNHA, 2001, p. 174).

Acreditamos que existam outras variações didáticas não especificadas na citação, mas, não foi nossa intenção neste projeto adentrar as possibilidades de trabalho do professor. Nossa intenção foi a de analisar os *softwares*, etapa, que em nosso entender faz parte do planejamento de aulas e que pode evidenciar as possibilidades de abertura e fechamento para o trabalho didático a ser desenvolvido.

Olhando para a questão da análise desenvolvida neste projeto é preciso frisar que a preocupação com o conteúdo do *software* educacional é notada nos trabalhos de diversos autores que desde a década de 90 e que têm publicando discussões e métodos para análises fundamentadas dos mesmos.

Existe um grande número de *softwares* de livre acesso na internet direcionados ao ensino de matemática. Além disto, muitos deles abrem possibilidades de ensino de vários conteúdos matemáticos. Estes fatores fizeram com que nossa proposta se restringisse a um objeto matemático: as funções.

Imbuídos de toda a problemática apresentamos a pergunta norteadora de nossa pesquisa³: *Quais são os fundamentos teóricos e epistemológicos matemáticos e educacionais, tecnológicos e de funcionalidade que subjazem os softwares livres para o*

³ A pesquisa de Iniciação Científica aqui apresentada interage com o projeto intitulado: *O Ciberespaço: a sua realidade e possibilidades que abre ao mundo da Educação* submetido para Chamada CNPq /CAPES N ° 07/2011, coordenado por Profa. Dra. Maria Aparecida Viggiani Bicudo.

ensino presencial de função? No sentido de se conhecer as possibilidades de fechamento e abertura ao conhecimento do objeto matemático funções que os *softwares* nos oferecem.

2. METODOLOGIA

Com base em nossa pergunta norteadora que foi apresentada, realizamos a pesquisa de modo qualitativo. Segundo Viol (2010) a pesquisa qualitativa prevê um detalhamento preciso dos métodos de obtenção e análise dos dados, pois

A confiabilidade e aplicabilidade dos conhecimentos produzidos nas ciências sociais e na educação dependem da seleção adequada de procedimentos e instrumentos, da interpretação cuidadosa do material empírico (ou dos “dados”), de sua organização em padrões significativos, da comunicação precisa dos resultados e conclusões e da validação destes através do diálogo com a comunidade científica (ALVES-MAZZOTTI, 1998, p.146, *apud* VIOL, 2010, p. 24).

Deste modo, descreveremos a seguir os critérios de escolha dos *softwares* e o método pelos quais estes foram analisados.

2.1. Seleção dos *Softwares*

Nossa busca iniciou-se com um levantamento da literatura a respeito de *softwares* educacionais voltados à matemática, análises destes *softwares* e suas possibilidades. Deparamo-nos com o trabalho de Hoffman e Gravina (2000), um relato de experiência, onde descrevem o uso do *software* “*Cabri Géomètre*” na disciplina de Geometria do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As autoras descrevem o fascínio dos outros estudantes pelo computador, as potencialidades e como os *softwares* são uma ferramenta de ensino. Finalizam seu trabalho explanando sobre a importância dos *softwares* no ensino de geometria e divulga um grupo de pesquisa que possui um *site* chamado Educação Matemática e Novas Tecnologias (EDUMATEC), disponível no endereço eletrônico: <<http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/index.php>>.

No *site* notamos que um dos objetivos do grupo é a distribuição de *softwares* e apresentação de suas capacidades para o ensino da matemática no âmbito escolar. O *site*

possui diferentes artigos sobre o uso de informática, *softwares* e relatos de casos, além de diversas atividades para serem aplicadas na Educação Básica em conjunto aos *softwares*. São apresentados *softwares* para diferentes blocos do Ensino de Matemática e tipos de *softwares*, estes são: Geometria, Álgebra, Funções, Recreativos e Applets.

Restringimo-nos aos softwares de funções matemáticas do *site* EDUMATEC, pois entendemos que estes seriam suficientes para fornecer uma resposta generalizada à nossa pergunta norteadora. O *site* recomenda sete *softwares*: GraphEq, Graphmatica, MathGV, Modellus, Ratos, Vrum-Vrum e Winplot. Ao verificarmos se estes seriam adequados à nossa proposta, o programa Modellus foi desconsiderado, pois seu *site* oficial se encontrava indisponível, não permitindo a análise do *software*.

Os Programas Ratos e Vrum-Vrum foram desconsiderados por desenvolverem conceitos da disciplina de física sob o aspecto dos gráfico de funções matemáticas. Foram analisados os quatro *softwares* restantes: GraphEq, Graphmatica, MathGV e Winplot.

2.2. Método da Análise

Escolhemos como fundamento da análise o trabalho de Gladcheff, Zuffi e Silva (2001) por ser citado em diferentes estudos de *softwares* e por abranger nossa proposta inicial. As pesquisadoras destacam que a qualidade dos *softwares*, independentemente de sua finalidade, é definida pela Norma ISO/IEC 9126-1 [ISO 9126-1 1997] como "a totalidade das características de um produto de *software* que lhe confere a capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas" (GLADCHEFF; ZUFFI; SILVA, 2001) e para isso as características observadas são apenas funcionais.

Estas características funcionais não contemplam de modo algum o conteúdo tratado. Daí a necessidade de se estender a análise de *softwares* educacionais. Os aspectos de análise de *softwares*, segundo Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), são divididos em técnicos e pedagógicos. Os Aspectos Técnicos se dividem entre *Manual do usuário* e *Software*.

O *Manual do usuário* é analisado pela presença de instruções corretas, uma listagem de todas as ferramentas e linguagem utilizada igual a do *software*.

O *Software*, termo este que pode ser substituído por *Funcionalidade* uma vez que, é observado quanto aos requisitos de hardware necessários para um funcionamento adequado

e a execução de suas ferramentas, quando manuseado de acordo com a descrição do manual.

As autoras descrevem os aspectos pedagógicos para *softwares* gerais e para *softwares* de jogos separadamente, porém, alguns aspectos citados especificamente para *softwares* de jogos podem ser voltados para *softwares* em geral. Descrevemos abaixo os Aspectos Pedagógicos selecionados por nós, com base no trabalho de Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), para serem utilizados nesta pesquisa.

Estendemos a compreensão do aspecto de *Objetivos e Conceitos* delineados pela autora ao buscarmos o PCNEM (2000) e o PCN+ (2002) de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias onde são apontadas três competências como metas para a matemática do Ensino Médio. A competência de *Representação e Comunicação* compreende a capacidade de ler, interpretar e escrever os códigos, textos e a linguagem matemática. A competência de *Investigação e Compreensão* refere-se à capacidade de escolha de uma estratégia para resolução de uma situação-problema, quantidades, criação de modelos explicativos e relações de diferentes áreas do conhecimento. E por fim, a competência de *Contextualização das Ciências no âmbito Sociocultural* que engloba a relação dos conceitos matemáticos com sua história, com a atualidade e cultura contemporânea e com a tecnologia, ética e cidadania. Analisamos as possibilidades que os *softwares* apresentam com relação a estas metas.

Usabilidade é descrita pela possibilidade de desfazer a última ação, impedindo que o trabalho tenha que ser reiniciado; e pela possibilidade de interromper o programa durante uma sessão e continuar posteriormente.

Praticidade, neste caso é dada como sinônimo de *Acesso à Internet*, é analisada quanto ao uso em rede e fora de rede, se existem ferramentas do programa que requeiram acesso à *internet* para sua execução.

No *Vocabulário*, entendido neste trabalho como *Linguagem*, é destacado o uso correto da linguagem matemática e seus códigos.

Os tópicos *Feedback* e *Desempenho do Aluno*, definidos pela autora, como a observação quanto a existência de um sistema que demonstre a progressão do aluno durante ou no fim do processo. Em nossa pesquisa, estes dois aspectos foram unidos sob o nome de *Avaliação*, entendida como a existência de um mecanismo para avaliação da aprendizagem.

Para além do que a literatura nos descreve propusemos ainda um terceiro eixo de análise com base na concepção de matemática impressa no *software* por seu fabricante. Eixo denominado por nós de Aspectos Filosóficos. Embasando-nos nas três principais correntes filosóficas: o Logicismo, o Formalismo e o Intuicionismo; sobre as quais teceremos a seguir algumas considerações.

Segundo Machado (1991) o Logicismo, aponta a Lógica como objeto e ferramenta fundamental do raciocínio dedutivo. Deste modo, lógicos modernos, como Frege ou Russel, se utilizavam do princípio metodológico, o qual demonstrava uma proposição apenas com leis gerais da Lógica e definições formuladas a partir destas leis, não importando a complexidade da proposição.

Leibniz pode ser citado como um autor de base para esta corrente. Ele parte de pressupostos aristotélicos. Divide a verdade em duas, sendo estas as verdades dos fatos, ligadas a experimentos empíricos e as verdades da razão, dentre elas a Matemática, as quais se fundamentam na Lógica e tem como característica a impossibilidade da negação sem que sejam cometidos erros.

A Lógica, entretanto, requer uma linguagem especial para que não surjam paradoxos, ao trabalhar com situações ambíguas. Russel acrescentou novos axiomas à Lógica Elementar, os quais analisariam a Teoria dos Conjuntos de modo hierárquico. Por outros meios, outros autores tentaram continuar este processo de redução da matemática à Lógica, como Zermelo, Von Neumann e Fränkel.

O Formalismo, tendo por base Kant, aceita que axiomas e postulados são coerentes com princípios lógicos, entretanto, divergindo do Logicismo, os mesmos não são uma consequência dos princípios. Nesta visão a lógica na Matemática possui a mesma importância do que em qualquer outro tipo de conhecimento. Esta corrente visa teorias formais que se baseiam em objetos do mundo empírico e as regras de formação de proposições organizam-nas formuladas e com sentido. Dentre estas proposições as regras de inferência distinguem os teoremas, ou seja, verdades demonstráveis a partir de axiomas em uma última análise. O matemático deveria, pelo método axiomático elaborar e estabelecer teorias formais mais abrangentes até que se formalize o todo da Matemática.

O artigo de Gödel intitulado *As Proposições Indecidíveis dos Principia Mathematica e Sistemas Correlatos*

[...] teve o efeito de desnudar certas limitações insuspeitadas do método axiomático, certas insuficiências inerentes a todo sistema formal suficientemente abrangente, provando que é impossível estabelecer a consistência lógica interna de qualquer sistema dedutivo que englobe a aritmética elementar, por exemplo. (MACHADO, 1991, p. 36)

Segundo Machado (1991), Tarski em 1934, contestou o próprio conceito de verdade, concluindo que não existiria um critério geral de verdade para linguagens formais suficientemente amplas. Sugere que para evitar contradições em uma linguagem seriam necessários elementos de uma linguagem de ordem superior, ir da linguagem à metalinguagem, porém este seria um processo infinito, impedindo uma formalização total da Matemática. A resposta ao fato não representou um abandono do Formalismo, mas uma revisão mais flexível de seus conceitos.

O Intuicionismo possui também embasamento na filosofia de Kant, descrevendo a matemática como uma atividade autônoma e autossuficiente. Nesta concepção a Matemática é uma construção de entidades abstratas que não requer uma linguagem especial, nem uma formalização rigorosa.

Quando um intuicionista enuncia uma proposição gera-se uma construção, e ao criar a negação da proposição gera-se outra construção. Nesta lógica a não-construção de algo não se relaciona a uma proposição com significado pela exigência de construtibilidade, diferindo assim do formalismo.

E também diferindo do Logicismo, no Intuicionismo é aceitável a existência de paradoxos, de modo que sejam consideradas duas construções diferentes e opostas onde nenhuma possa ser considerada falsa ou verdadeira.

Concluindo, a metodologia de análise adotada nesta pesquisa contempla três aspectos: Técnicos, Pedagógicos e Filosóficos. Dentro dos Aspectos Técnicos foram analisados o *Manual do Usuário* e a *Funcionalidade do software*. Dentro dos Aspectos Pedagógicos foram analisados os *Objetivos e Conceitos*, a *Usabilidade*, *Conexão à Internet*, a *Linguagem* e a presença de um sistema de *Avaliação*. A análise dos Aspectos Filosóficos consistiu-se em delinear a concepção de matemática que subjaz cada *software*.

3. ANÁLISE COMPARATIVA

Neste artigo não apresentaremos as análises dos *softwares* separadamente e detalhadamente, optamos por apresentá-las comparativamente.

O GraphEq é classificado como *shareware*, *software* que, de modo geral, possui um tempo limite para uso gratuito, não sendo o caso do GraphEq. Neste existe um limite em suas capacidades e em intervalos de tempo sugere o cadastro, ao usuário, sendo este cadastro por meio de pagamento. O *site* oficial do programa é: [<http://www.peda.com/grafeq/>](http://www.peda.com/grafeq/).

O Graphmatica criado por Keith Hertzner, formado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação é descrito como um programa fácil de usar para visualização de equações em gráficos. O *site* oficial do programa é: [<http://www8.pair.com/ksoft/index.html>](http://www8.pair.com/ksoft/index.html).

O MathGV foi licenciado no ano de 2007 como *software* gratuito. O dono (ou a dona, não explicitado pelo *site* oficial) criou este programa após seu curso universitário, pela vontade fazer um programa com uma interface agradável e que facilitasse o entendimento de funções matemáticas. O *site* oficial do *software* é: [<http://www.mathgv.com/index.html>](http://www.mathgv.com/index.html).

O Winplot foi desenvolvido pelo professor Rick Parris do departamento de matemática da *Phillips Exeter Academy*. Em seu *site* disponibiliza gratuitamente *softwares* para gráficos, matrizes ou jogos. O *site* oficial do programa é: [<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>](http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html).

3.1. Aspectos Técnicos

3.1.1. Manual do Usuário

O Graphmatica e o MathGv não possuem nenhum manual de usuário oficial, ambos apresentam apenas uma lista, em Inglês, com as ferramentas e características. Diferindo do GraphEq cujo manual só é disponível para usuários cadastrados, apresenta em seu *site* oficial uma lista, também em Inglês, com suas funções e características. O Winplot apresenta um manual completo onde são descritas todas as ferramentas, características, com

imagens e uma biblioteca com os comandos utilizados no *software*, tanto em Inglês quanto em Português no *site* oficial.

3.1.2. Funcionalidade

O sistema operacional comum a todos os *softwares* é o *Windows*. O GraphEq e o Graphmatica também podem ser utilizados no sistema operacional Macintosh. O Graphmatica pode ainda ser utilizado em iOS (Sistema Operacional de iPhones). Apenas o MathGV apresenta sua tela em Inglês.

De modo geral os programas apresentam uma lista de botões com as diferentes ferramentas, e os *softwares* Graphmatica e MathGV representam as ferramentas dos botões em formato de barras, facilitando o acesso.

Todos os softwares têm como principal metodologia os gráficos das funções e criam diferentes gráficos, sendo em comum apenas os tipos trabalhados na educação básica: funções explícitas e implícitas em duas dimensões. O GraphEq, MathGv e Winplot montam também gráficos de funções paramétricas e funções polares. Apenas o GraphEq e o Graphmatica são capazes de gerar gráficos de inequações relacionadas a funções. O MathGv e Winplot ainda permitem gráficos em três dimensões, onde são possíveis funções explícitas em ambos, e ainda particularmente funções esféricas e funções rotacionadas em torno de um eixo, respectivamente. O Graphmatica e o Winplot possuem ferramentas para o Cálculo, porém estas podem ser desconsideradas ao utilizar os programas no Ensino Médio.

O programa MathGV possui uma barra de “Legenda” (chamada de Label, na tela), a qual permite adicionar textos no gráfico.

O *software* Graphmatica possui uma ferramenta “Tabela de pontos” onde, dada a função, oferece os valores correspondentes entre as variáveis independente e dependente. O botão “Ferramentas” permite calcular os valores correspondentes a ambas as variáveis se fornecido um valor para outra, permite também procurar intersecções entre dois gráficos e permite criar uma biblioteca de funções que são salvas no *software*.

3.2. Aspectos Pedagógicos

3.2.1. Objetivos e Conceitos

Com relação às metas para a disciplina de Matemática os *softwares* podem alcançar a meta de Representação e Comunicação, uma vez que a metodologia aplicada por eles é permitir ao usuário a visualização de gráficos de funções matemáticas. O Winplot pode alcançar esta meta também de outro modo, a ferramenta “Adivinhar” gera um gráfico aleatório para que o usuário determine a lei da função.

O *software* Graphmatica pode também alcançar a meta de Investigação e Compreensão por possuir uma ferramenta chamada “Dados para Plotar”, onde o usuário pode entrar com valores para as variáveis e o programa ajusta uma curva aos mesmos.

3.2.2. Usabilidade

Apenas o Graphmatica possui um pequeno sistema que desfaza a última ação realizada, e esta se aplica apenas as leis escritas das funções e não a seus gráficos. Esta função é bloqueada na versão gratuita do GraphEq e os outros não possuem essa possibilidade.

Cada programa possui também seu formato próprio para salvar os arquivos, permitindo que atividades ou trabalhos sejam continuados posteriormente e todos também permitem que sejam salvos em formato de arquivos de imagens.

3.2.3. Conexão à Internet

Nenhum dos *softwares* analisados possui a necessidade de conexão à Internet para sua utilização.

3.2.4. Linguagem

Todos os *softwares* requerem o uso correto da linguagem matemática, entretanto com suas especificidades. O GraphEq permite que as funções sejam escritas de modo

semelhante ao cotidiano escolar e os outros necessitam de comandos especiais em inglês. O Graphmatica possui uma lista de operadores no próprio *software* e o GraphEq operadores rápidos enquanto o usuário digita a lei.

Os eixos das variáveis são ajustados automaticamente, e dentre todos os *softwares* o Graphmatica e o Winplot permitem que o eixo das abscissas tenha sua numeração alterada para valores em radianos, facilitando o trabalho com funções trigonométricas. Embora o Winplot também permita a alteração do eixo das coordenadas, ele utiliza valores pouco usuais no Ensino Médio para as escalas do gráfico.

3.2.5. Avaliação

Nenhum dos *softwares* analisados possui qualquer sistema que evidencie a progressão do aluno.

3.3. Aspectos Filosóficos

Os *softwares* requerem para a projeção dos gráficos que seja descrita a lei da função desejada, a forma como está lei é requerida foi um critério de classificação. O GraphEq é menos rigoroso na questão da escrita e sua simples interface o identifica com o Logicismo. O MathGV e o Winplot são muito rigorosos na questão da escrita. Isto os identifica com o Formalismo. O Graphmatica se encontra entre o Logicismo e o Formalismo, sendo mais próximo do Formalismo por focar diferentes formas de escrita da lei da função.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises podemos observar que cada *software* tem suas especificidades, entretanto o que se destacam são suas semelhanças, sendo estas explicitadas a seguir.

Quanto a Funcionalidade nenhum dos *softwares* possui altos requisitos de sistema para sua execução e o sistema operacional Windows é comum a todos.

Todos os *softwares* podem alcançar a meta Representação e Comunicação, uma vez que a metodologia de todos é a visualização dos gráficos e interpretação dos mesmos.

Outro fator em comum foi a impossibilidade de desfazer ações e gráficos sem que todo o processo seja refeito, dificultando o uso de todos os *softwares*. Entretanto, todos permitem que os arquivos sejam salvos em formatos próprios do programa e em formatos de imagem.

Todos exigem o uso da linguagem matemática correta, sendo uns mais rigorosos que outros. De modo geral os programas, embora capazes de apresentar gráficos das funções trigonométricas não permitem a alteração da numeração do eixo das abscissas por valores em radiano. Este fato prejudica o entendimento por parte do aluno das relações da função trigonométrica com o círculo trigonométrico.

Nenhum dos programas, embora classificados como *softwares educacionais*, possuem um sistema de Avaliação. Entendemos que é neste espaço que se insere a ação e competência do professor. O site EDUMATEC, por exemplo, sugere diferentes atividades que combinam conhecimentos prévios do aluno juntamente com as possibilidades de cada *software*.

Dentre os *softwares* analisados a maioria deles é compatível com o Formalismo. Podemos arguir que este fato seja uma consequência do modo pelo qual o *software* é construído. De modo que seu código fonte necessite de instruções precisas para um funcionamento adequado. Neste contexto de funcionamento adequado, parece-nos que a construção de um *software* que se identifique com as ideias do Intucionismo, que apontam na matemática a possibilidades de construções a partir de hipóteses diferentes ou até opostas, fica bastante restrita ou quiçá, impossibilitada.

Sabemos que existem inúmeros *softwares* educacionais com o tema de funções matemáticas que não analisamos. Esperamos que a análise dos *softwares* apresentada possa facilitar práticas docentes que venham utilizá-los, ao possibilitar uma compreensão mais abrangente de suas características estruturais e filosóficas de concepções matemáticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; ROSA, Maurício. **Realidade e Cíbermundo: Horizontes Filosóficos e Educacionais Antevistos**. 1.ed. Canoas: Editora da ULBRA, 2010. 136 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. 58p.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144p.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 98 p.
- CLAUDIO, Dalcídio Moraes; CUNHA, Márcia Loureiro da. As novas tecnologias na formação de professores de Matemática. In: CURY, Helena Noronha (org.). **Formação de professores de Matemática: uma visão multifacetada**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. 190 p.
- GLADCHEFF, Ana Paula; ZUFFI, Edna Maura; SILVA, Dilma Menezes da. **Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental**. In: VII Workshop de Informática na Escola, 2001, Fortaleza, CE. CD-ROM do VII Workshop de Informática na Escola. Fortaleza : SBC, 2001. v. 1.
- HOFFMAN, Daniela Stevanin; GRAVINA, Maria Alice. **Relato de Experiência: A Geometria e o Cabri Géomètre na Licenciatura em Matemática da UFRGS**. In: I Congresso Sul-brasileiro de Informática na Educação - Áreas Exatas, Florianópolis.2000.
- HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro; FRANCO, Francisco Manoel de Mello. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. p.X.
- MACHADO, Nilson José. **Matemática e Realidade**. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 1991. 103 p.

VIOL, Juliana França. **Movimentos das pesquisas que relacionam as tecnologias de informação e de comunicação e a formação, a prática e os modos de pensar de professores que ensinam matemática.** 2010. 223 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/Sp, 2010.