

PROJETO DE PESQUISA

Título

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

Região de inquérito: Ensino de Matemática

Aluno pesquisador: Carlos Alberto Tavares Dias Filho

Orientadora: Profa. Dra. Verilda Speridião Kluth

Local de Trabalho: Departamento de Ciências Exatas e da Terra

Disciplina: Matemática I

Observações importantes

- O ciberespaço ao oferecer uma hipertextualidade favorece um complemento a educação para a cidadania.
- A interação humano-computador em seus aspectos positivos e negativos representa uma preocupação a educadores, impondo um acompanhamento aos softwares educacionais livres.
- Entendemos que para ter-se um uso eficaz da informática no ensino de conteúdos matemáticos será preciso desenvolver e aplicar mecanismos de acompanhamento dos softwares que estão disponíveis no ciberespaço.
- Nossa intenção é antes de tudo analisar os softwares, etapa, que no 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.
- Nossos objetivos são: Analisar alguns *softwares* disponíveis gratuitamente na internet que tratem das funções matemáticas e elaborar um material de apoio a professores do ensino médio na escolha de softwares que trata de funções matemáticas.

- A análise dos softwares cumpre fins educativos, portanto, contemplará aspectos técnicos, pedagógicos e filosóficos da matemática.
- Esperamos que com esta análise possamos contribuir facilitando o trabalho dos professores do ensino médio na escolha de softwares para o ensino de funções.

Justificativa da Solicitação

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 & 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. (p. 17)

Este modo de interpretar a 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.

Nesta perspectiva, o ciberespaço ao fornecer uma hipertextualidade, definida como uma rede de links de diferentes meios e informações (LÉVY, 2005 *apud* BICUDO e ROSA, 2010) favorece um complemento à Educação.

Esta característica complementar do ciberespaço tem sido estudada por vários autores.

BORBA & PENTEADO (2010) analisam os riscos que podem ser introduzidos a partir do ciberespaço na ação educacional, e apontam para argumentações elaboradas por críticos, como aquela em que os alunos passariam a apertar teclas e obedecer a orientação dada pela máquina.

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. (p. 12)

BICUDO e ROSA (2010) no livro *Realidade e Ciber mundo* afirmam que na interação humano-computador pode ocorrer um fechamento de possibilidades, isto representa uma preocupação a educadores e agentes da educação. No entender dos 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 e 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, 2007, p. 2599).

Ao articularmos as afirmações postas pelos autores e ao contextualizá-las no nosso campo de investigação o ensino de matemática entendemos que para ter-se um uso eficaz da informática no ensino de conteúdos matemáticos será preciso desenvolver e aplicar mecanismos de acompanhamento dos softwares que estão disponíveis no ciberespaço.

Assim, este projeto pretende aplicar mecanismo de acompanhamento a softwares tecendo uma avaliação de sua qualidade e completando-a com uma interpretação sobre modos de se conceber *o que é matemática* presentes neles.

Caracterização do Problema

Cientes de que nossa proposta não abarca 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, disponíveis a população, 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 & 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. (p. 174)

Acreditamos que haja outras variações didáticas não especificadas na citação, mas insistimos, não é a nossa intenção neste projeto adentrar as possibilidades de trabalho do professor. Nossa intenção é antes de tudo analisar os softwares, etapa, que no 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 agora para a questão da análise a ser desenvolvida neste projeto é preciso dizer que a preocupação com o conteúdo do *software* educacional é notada em diversos autores que desde 1990 e que vêm publicando discussões e métodos para uma análise fundamentada dos mesmos.

Por outro lado, 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" e para isso as características observadas são: funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, Manutenibilidade e Portabilidade.

Entretanto estas características observam apenas aspectos intrínsecos ao programa em si, ou de outra forma, são consideradas características como: a facilidade de uso, capacidade de uso em diversos sistemas operacionais, possibilidade de atualização, desempenho e se a finalidade é alcançada. Porém, esta análise não contempla em momento algum o conteúdo tratado. Daí a necessidade de se estender a análise dos softwares com fins educativos. E mais especificamente neste projeto, ao ensino de matemática.

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 fazem com que nossa proposta se atenha a um objeto matemático: as funções.

Imbuídos de toda a problemática aqui apresentada a pergunta norteadora de nossa pesquisa vai se colocando: *Quais são os fundamentos teóricos e epistemológicos matemáticos e educacionais, tecnológicos e de funcionalidade que subjazem os softwares livres para o 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. Elucidar, mesmo que de forma inicial, sua aplicabilidade didática ajudando os professores em suas escolhas ao planejarem suas aulas.

Objetivos e Metas

- Analisar alguns *softwares* disponíveis gratuitamente na internet que tratem das funções matemáticas.
- Elaborar um material de apoio a professores do ensino médio na escolha de softwares que trata de funções matemáticas.

Metodologia e Estratégia de ação

Inicialmente será feita uma abrangente coleta de diferentes *softwares* encontrados gratuitamente no ciberespaço que visam o ensino ou o trabalho com funções.

Dentre estes softwares faremos uma categorização segundo particularidades de aspectos matemáticos dos quais eles tratam. Ou seja, se o software possibilita trabalhar com conceito, definição, propriedade ou aplicabilidade matemática. Faremos então uma primeira seleção de três a cinco softwares que atendam ao ensino de funções para o ensino médio, que serão analisados com base nos aspectos descritos por (GLADCHEFF, et. al, 2001) e em aspectos filosóficos interpretados segundo MACHADO (1991) focando as correntes filosóficas da matemática.

Os aspectos de análise segundo GLADCHEFF, et. al (2001) são divididos em técnicos e pedagógicos. Os aspectos técnicos se dividem em Manual do usuário e *Software*.

O Manual é analisado pela presença de instruções corretas, facilmente compreendidas, uma listagem de todas as funções e como acessá-las, linguagem utilizada igual a do *software* e ausência de erros gramaticais.

O *Software*, enquanto programa, é observado quanto aos requisitos de hardware necessários para um funcionamento adequado, facilidade tanto para instalação quanto para a desinstalação e a execução de sua função quando manuseado de acordo como o manual a descreve.

Os autores também descrevem os aspectos pedagógicos para *softwares* gerais e para *softwares* de jogos, porém alguns aspectos citados especificamente para softwares

de jogos podem ser voltados para *softwares* em geral ampliando seu teste de qualidade. Os aspectos selecionados por nós para serem utilizados nesta pesquisa serão:

Os objetivos onde será observado o foco de ensino no campo matemática e por quantos e quais meios ele busca realizar o que foi proposto, sendo analisada inicialmente a eventual presença de um plano pedagógico.

Conceitos; verificar se existem conceitos que se afastam do tema principal, com o qual desejamos trabalhar, e se este pode ser desconsiderado de modo a não criar confusões.

Usabilidade, é julgada a quantidade de informações apresentadas simultaneamente evitando um excesso que possa dificultar o entendimento. Orientações de uso e um sistema que auxilie a tirar dúvidas (como por exemplo, um *FAQ*, conjunto de perguntas frequentes quanto ao uso) sendo analisados quanto sua clareza e objetividade. A possibilidade de desfazer a última ação (em caso de erro acidental) e interromper o programa durante uma sessão e continuar deste mesmo ponto ao retornar, evitando que todo o processo seja perdido.

Praticidade, quanto ao uso em rede e fora de rede e se permite o envio de reclamações/sugestões.

Linguagem; é destacado o uso correto da linguagem matemática.

Feedback/Desempenho do Aluno, existência de um sistema que demonstre a progressão do aluno durante ou no fim do processo. Presença de um reforço positivo quando necessário, sejam por acertos ou erros.

A interpretação da análise dos softwares em seus aspectos técnicos e pedagógicos será elaborada segundo as concepções de Matemática que subjazem os softwares focando as três principais correntes filosóficas: o Logicismo, o Formalismo e o Intuicionismo; sobre as quais teceremos a seguir algumas considerações.

Segundo MACHADO (1991) o Logicismo, como explícito em seu nome, 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 se mostrava capaz de demonstrar 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 por sua vez parte de pressupostos aristotélicos. Divide a verdade em duas sendo estas as verdades dos

fatos, ligada a experimentos empíricos e as verdades da razão, as quais se fundamentam na Lógica e tem como característica a impossibilidades da negação sem que se cometam erros, das quais a Matemática faz parte.

A Lógica, entretanto, requer uma linguagem especial para que não surjam paradoxos, quando se trabalha com situações ambíguas, como o “Paradoxo de Russel”

“Consideremos o conjunto cujos elementos são os catálogos de livros (indivíduos). Diremos que um catálogo é normal (atributo) se ele não se incluir entre os livros que cita; se ele se incluir, será anormal. Consideremos, agora, o conjunto de todos os catálogos normais e organizemos o catálogo de todos os catálogos normais (indivíduo?). Este catálogo será normal ou anormal? Se ele for normal, ele não se incluirá, por definição deste atributo e, portanto, deverá se incluir uma vez que é o catálogo de todos os catálogos normais, sendo consequentemente, anormal. Se ele for anormal, ele se incluirá e, portanto, será normal, uma vez que só inclui os normais.” (MACHADO, 1991, p.27)

Russel então acrescentou novos axiomas à Lógica elementar, os quais analisariam a Teoria dos Conjuntos de modo hierárquico, tornando assim a pergunta “o catálogo dos catálogos normais, será normal ou anormal?” ilógica. Por outros meios, outros autores tentaram continuar este processo de redução da matemática à Lógica, como Zermelo, Von Neumann e Fränkel, por exemplo, para garantir consistência simplificavam a linguagem impedindo assim antinomias.

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 formam com base em objetos do mundo empírico e as regras de formação de proposições organizam proposições bem 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 deve, então, pelo método axiomático elaborar teorias formais 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)

Em consequência, Tarski, em 1934, contestou o próprio conceito de verdade no qual a “Grosso modo, Tarski conclui que, para linguagens formais suficientemente amplas, não pode haver critério geral de verdade.” (MACHADO, 1991, p. 38). 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. Uma maneira de evidenciar as diferenças entre o Formalismo e o Intuicionismo é

“Do mesmo modo que a experiência de subir ao alto de um monte, por exemplo, não deve confundir-se com sua descrição e sua comunicação linguística a outros, assim tampouco deve confundir-se a experiência das intuições e das construções matemática com sua descrição e comunicação linguística” (Körner, 1974, p. 155 *apud* MACHADO, 1991, p.40)

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 uma construção, e ao criar a negação da proposição gera 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 opostas onde nenhuma possa ser considerada falsa ou verdadeira.

Simplificando:

Aspectos Técnicos

Manual do usuário	• Instruções claras e precisas • Gramática • Linguagem semelhante a do <i>software</i>
<i>Software</i>	• Requisitos de <i>Hardware</i> • Execução do Programa • Funções descritas no Manual

Aspectos Pedagógicos

Objetivos	• Assunto principal abordado • Quantos métodos utilizados • Quais os métodos utilizados • Projeto pedagógico
Conceitos	• Todos os conceitos abordados • Capacidade de desconsiderar conceitos diferentes do principal
Usabilidade	• Quantidade de Informação apresentada • Orientações • Sistema para resolver dúvidas • Capacidade de desfazer ultima ação • Salvar o progresso
Praticidade	• Uso em rede
Linguagem	• Linguagem matemática correta
Feedback/Desempenho do Aluno	• Sistema que evidencie a progressão • Reforços positivos

Aspectos filosóficos

Logicismo	• Fundamenta-se na lógica
Formalismo	• Fundamenta-se na linguagem e axiomas, e seus sistemas
Intuicionismo	• Fundamenta-se nas construções

Resultados e Impactos esperados

Esperamos que com esta análise possamos contribuir facilitando o trabalho dos professores do ensino médio na escolha de softwares. Mas para além deste resultado de ordem prática, temos a intenção de deixar claro ao professor que a análise poderá, em alguma medida, ser feita por ele mesmo, colaborando assim, com a sua formação continuada ao se deparar com os resultados da nossa pesquisa.

Riscos e Dificuldades

As dificuldades que esta pesquisa apresenta se restringem ao fato de que são muitos os softwares existentes e corremos o risco de não nos depararmos com aquele que seria o mais ou o menos indicado. Para contornar esta fragilidade deixaremos muito claro quais foram os softwares considerados no início do processo.

Financiamento

O projeto aqui apresentado interage com o subprojeto intitulado: *O pensar (matemático) elaborado por aprendizes na vivência de objetos matemáticos por meio do ciberespaço*, coordenado por Profa. Dra. Verilda Speridião Kluth. Este subprojeto faz parte do projeto *O Ciberespaço: a sua realidade e possibilidades que abre ao mundo da Educação submetido para Chamada CNPq /CAPES N ° 07/2011*, coordenado por Maria Aparecida Viggiani Bicudo.

Sumário das Atividades a serem Desenvolvidas

- Leituras sobre: conceito e propriedades de funções, história do conceito de funções e outros.
- Estudo sobre concepções da matemática.
- Levantamento dos softwares livres.
- Análise dos softwares
- Busca de novas referências bibliográficas se necessário.
- Interpretação da análise dos softwares
- Apresentar os resultados em eventos.
- Apresentar seminários no GPE-FEMIC - Grupo de Pesquisa e Estudos Filosóficos em Educação Matemática e suas Interfaces com outras Ciências –
Registro do Grupo GPE-FEMIC no CNPQ:
<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhepesq.jsp?pesq=6294236455477671>
- Apresentar o trabalho aos professores participantes do Programa de Formação Continuada de Professores de Ciências e Matemática: a prática docente em foco da UNIFESP- Campus Diadema. Endereço eletrônico: [HTTP://gefop.unifesp.br](http://gefop.unifesp.br)

Referências Bibliográficas

BICUDO & ROSA. 2010. *Realidade e Ciber mundo: Horizontes Filosóficos e Educacionais Antevistos*. 1º ed. Canoas: Editora da ULBRA.

- BORBA & PENTEADO. 2010. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- _____. 2000. A informática em ação formação de professores, pesquisa e extensão. São Paulo: Olhodágua.
- CARAÇA. B. de J. 2002. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Lisboa; gradiva.
- CLÁUDIO & CUNHA. 2001. *As novas tecnologias na formação de professor de matemática*. In CURY, H. N. (orgs), Formação de Professores de matemática uma visão multifacetada. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- D'AMBROSIO, U. 2011. Educação para uma sociedade em transição. 2. Ed. Natal: Ed. UFRN.
- GLADCHEFF, ZUFFI & SILVA. 2001. *Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Matemática). Disponível em: <<http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2001/SBC%202001/pdf/arq0057.pdf>> Acesso em: 10 de Maio de 2012
- HOUAISS & VILLAR. 2007. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. 2º edição. Rio de Janeiro: Objetiva.
- MACHADO, J. N., 1999. *Epistemologia e didática*. 3. Ed. São Paulo: Cortez.
- KLUTH & ANASTÁCIO. 2009. *Filosofia de Educação Matemática*. São Paulo: Centauro.
- LIMA, E. L. e outros. *A matemática do ensino Médio*. Vol. 1. Coleção do Professor de Matemática. Sociedade Brasileira de Matemática.
- MACHADO, N. J. 1991. *Matemática e Realidade*. 3. Ed. São Paulo: Cortez.
- ZUFFI, E. M. 2001. *Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função*. In Educação matemática em revista. Ano 8. N. 9/10 – Abril de 2001.