

## **Uso do GeoGebra no Ensino de Matemática: Avaliação de Usabilidade e de Aprendizado**

**Igor Fabio Steinmacher<sup>1</sup>, Igor Scaliante Wiese<sup>1</sup>, João Alessandro da Luz<sup>1</sup>,  
Vinícius Caires<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão  
Coordenação de Informática  
igorsteinmacher@gmail.com, igor.wiese@gmail.com,  
jalmat.utfpr@gmail.com

<sup>2</sup>PUCPR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Curitiba  
Departamento de Jogos Digitais  
vcaires@gmail.com

**Resumo.** *Software educacionais são implementados visando à utilização no processo de ensino-aprendizagem em diversas áreas da educação. A tecnologia tornou-se uma ferramenta importante no trabalho de professores em sala de aula, sobretudo na disciplina de matemática, que tem suas dificuldades em ambiente escolar devido à grande utilização de abstrações e aspectos formais. Este trabalho apresenta uma avaliação de usabilidade do software matemático GeoGebra realizada por professores utilizando o Ergolist. Este trabalho ainda relaciona a avaliação da aprendizagem de alunos com o software usando a Taxonomia Revisada de Bloom adaptada ao ensino da Matemática. Os resultados apresentam uma relação entre o processo de ensino-aprendizagem e a usabilidade do software GeoGebra.*

**Palavras-Chaves:** *softwares educacionais, matemática, GeoGebra, Taxonomia de Bloom, Ergolist, ensino-aprendizagem, usabilidade.*

### **1. Informações Gerais**

Cada vez mais, docentes têm utilizado a tecnologia em diversas áreas da educação básica para apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Para Vieira [18], um software educacional não possui apenas o papel de facilitador do processo de aprendizagem, mas seu objetivo maior está em ajudar a desenvolver habilidades e construir processos de conceituação para que o indivíduo possa participar da sociedade do conhecimento.

Machado [12] afirma que o ensino da Matemática é uma tarefa difícil, por enfatizar abstrações e seus aspectos formais, o que a afasta da realidade tanto para professores, quanto para alunos. Assim, para Magina [13] a tecnologia e o computador, quando utilizados de maneira adequada, é um instrumento que contribui na construção de um cenário, criando para o aluno uma ponte entre os conceitos matemáticos e o mundo real. Segundo Saraiva [16], é de suma importância que o docente defina e domine os objetivos das atividades que propõe. Para que isso ocorra, o uso de ferramentas computacionais deve ter uma análise criteriosa para a sua adequada utilização. Assim, o professor deve compreender as vantagens de utilização de um software para que o estudante possa organizar seus pensamentos e socializar-se [15].

Alves et al. [1] defendem o uso do software no contexto educacional, mas alertam para a importância da avaliação da sua aplicabilidade. Esta avaliação, tradicionalmente, é feita por meio de parâmetros de qualidade de interface, apresentações coerentes de conceitos e aspectos ergonômicos.

Tendo em vista a importância da tecnologia na educação ligada à necessidade de avaliação de software e a aprendizagem, este trabalho apresenta uma avaliação da aplicabilidade do software GeoGebra<sup>1</sup> no ensino de Plano Cartesiano e Função do 1º Grau. Também é apresentada uma avaliação de usabilidade realizada por professores de matemática.

Para a avaliação da interface do GeoGebra foi utilizado o Ergolist<sup>2</sup>. Este recurso consiste na criação de um *checklist* que permite realizar uma inspeção sistemática do ponto de vista da qualidade ergonômica de uma interface humano-computador (IHC), por meio dos critérios de usabilidade principais e elementares definidos por Bastien e Scapin [3].

Uma atividade de verificação da aprendizagem dos alunos foi realizada utilizando um mapeamento de atividades baseado em uma adaptação da taxonomia para a Matemática feita por González [10]. Foram relacionados os dados obtidos com as duas avaliações: usabilidade e aprendizagem, com o intuito de verificar se o software é implementado com o objetivo de aprendizagem, de usabilidade, ou de ambos.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, são apresentados os conceitos sobre o GeoGebra, o Ergolist, a taxonomia de Bloom e os trabalhos relacionados; na seção 3 são apresentados os cenários dos estudos de caso; a Seção 4 traz os resultados dos estudos de caso e a Seção 5 apresenta as conclusões.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Geogebra

O GeoGebra é um software matemático livre desenvolvido por Markus Hohenwarter, da Universidade Austríaca de Salzburg em 2001. Segundo Diniz et al [9], o software consegue unificar em uma só plataforma um sistema de geometria dinâmico (*Dynamic Geometry System – DGS*) com um sistema de computação algébrica (*Computer Algebraic System – CAS*). Atualmente, Hohenwarter tem continuado o seu desenvolvimento na Florida Atlantic University, e sua implementação é feita em Java, o que permite a sua instalação em diversas plataformas.

O software possui ferramentas de geometria dinâmica para construção de pontos, retas, segmentos e seções cônicas. Também oferece suporte a equações e coordenadas que podem ser inseridas diretamente no software. Dentre as aplicações didáticas importantes deste programa, Bortolossi [6], destaca a representação geométrica e algébrica de um mesmo objeto interagindo entre si. Tais características, fizeram do GeoGebra um software premiado internacionalmente como o Prêmio Internacional de Software Livre, na categoria de Educação.

---

<sup>1</sup> <http://www.geogebra.org>

<sup>2</sup> <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/>

O software pode ser baixado gratuitamente de seu site oficial. Acessando o site do GeoGebraWiki<sup>3</sup> é possível encontrar uma fonte de materiais livres com atividades que podem ser exploradas usando o GeoGebra. Além disso, trabalhos publicados usando este programa podem ser acessados, inclusive em língua portuguesa.

## 2.2. Ergolist

O ErgoList foi criado com base nos critérios ergonômicos propostos por Bastien e Scapin [3], e é composto por 8 critérios principais de ergonomia que se subdividem-se em 18 subcritérios e estes últimos, em critérios elementares. Segundo Bastien e Scapin [3], estes critérios ajudam a sistematizar os resultados nas avaliações de usabilidade de uma interface. Assim, se usuários aplicam esta ferramenta de avaliação em diferentes interfaces, acabam encontrando resultados similares, o que facilita a comparação do que é avaliado.

Os 8 critérios principais definidos são: Adaptabilidade, Carga de Trabalho, Consistência, Condução, Controle Explícito, Compatibilidade, Gestão de Erros e Significado dos Códigos. Associados a estes, temos os 18 critérios elementares: Ações Mínimas, Ações Explícitas, Agrupamento por Localização, Agrupamento por formato, Concisão, Controle do Usuário, Consistência, Compatibilidade, Densidade Informacional, Experiência do Usuário, *FeedeBack*, Flexibilidade, Legibilidade, Mensagens de Erro, Proteção contra Erros, Correção de Erros, Presteza e Significados. Tais critérios elementares constituem os *checklists* do Ergolist, que pode ser visto de forma detalhada no site da LabIUtil [12].

O objetivo de um *checklist* é de fazer uma inspeção sistemática do ponto de vista da qualidade ergonômica de uma interface IHC. Cybis [8] afirma que o Ergolist é aplicado como ferramenta para verificar a usabilidade dos critérios principais e elementares definidos por Scarpin e Bastien que podem ser verificados de forma prática. Ele permite verificar índices de aplicabilidade que correspondem a pertinência da norma à tarefa executada, obtendo valores que observam a conformidade em cada um dos critérios, ou seja, o cumprimento da norma na organização da tarefa.

Com o objetivo de criar o questionário Ergolist aplicado no presente trabalho, primeiramente foram elaboradas as tarefas a serem executadas (de forma similar a de Catapan et al. [7]). Em seguida, foram avaliados quais itens do *checklist* seriam aplicáveis e não aplicáveis e, finalmente, a conformidade dos critérios em relação à tarefa. Mais detalhes são apresentados nas seções 3 e 4.

## 2.3. Taxonomia de Bloom

Taxonomia de Bloom [5] ou Taxonomia dos Objetivos Educacionais foi criada na década de 50 por Benjamin S. Bloom e um grupo multidisciplinar de diversas universidades. Seu objetivo primordial era facilitar a troca de questões com o mesmo objetivo de aprendizagem por professores de diferentes universidades americanas.

Bloom [5] é uma ferramenta de classificação educacional em 3 domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. O psicomotor relaciona-se com a habilidade motora e muscular; o afetivo está relacionado às emoções e anseios; e o cognitivo à aprendizagem intelectual. Apenas o domínio cognitivo será objeto de estudo da presente pesquisa.

---

<sup>3</sup> [http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/Main\\_Page](http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/Main_Page)

Segundo Krathwohl [11], a taxonomia original de Bloom traz definições para as seis principais áreas do domínio cognitivo de forma hierárquica: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Estas hierarquias partem da mais simples para a mais complexas. Para cada nível de taxonomia existe um verbo associado que auxilia na questão de sua avaliação.

Neste trabalho optou-se por utilizar a taxonomia revisada. Segundo Mayer [14] ela apresenta uma visão ampliada da aprendizagem, incluindo ao conhecimento, a capacidade de usar o mesmo em novas situações. Para Krathwohl [11], os verbos associados a cada um dos níveis da taxonomia podem ser vistos na Tabela 1.

1-Lembrar	2-Entender	3-Aplicar	4-Analisar	5-Avaliar	6-Criar
Reconhecer	Interpretar	Executar	Diferenciar	Verificar	Gerar
Relembrar	Exemplificar	Implementar	Organizar	Criticar	Planejar
	Classificar		Atribuir		Produzir
	Sumarizar				
	Inferir				
	Comparar				
	Explicar				

Tabela 1 : Níveis da Taxonomia revisada e seus respectivos verbos Krathwohl [11]

Bloom [5] apresenta três modalidades de avaliação:

- **diagnóstica:** verifica a presença ou ausência de um conhecimento pré-existente;
- **somatória:** aplicada ao final de um período (semestral, bimestral), avalia o aprendizado do aluno atribuindo-lhe uma nota; e
- **formativa:** verifica o sucesso da aprendizagem do aluno e conseqüentemente a qualidade do ensino sendo aplicada em curto intervalo de tempo.

No presente trabalho será considerada apenas a avaliação formativa, tendo em vista os objetivos educacionais que se deseja alcançar.

#### 2.4. Trabalhos Relacionados

Wolf [19] apresenta uma ficha de avaliação de software educacional de Matemática, baseados em objetivos técnicos e pedagógicos fundamentados na Teoria de Aprendizagem significativa de Ausubel. Alves et al [1] avalia softwares educacionais para o ensino de Matemática com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Silva [17] relata suas experiências com o software WebQuest desde sua construção, aplicação e obtenção de resultados, com alguns objetivos educacionais avaliados pela Taxonomia de Bloom. Barcelos et al [2] enfatiza a necessidade de avaliar softwares educacionais tanto do ponto de vista técnico como educacional. Os autores indicam a necessidade de aplicar o software a usuários finais (professores e alunos) para avaliar software educacional.

Bim [4] avalia o software educacional HagáQuê, usado para criação de quadrinhos animados, pelo ponto de vista da usabilidade usando o Ergolist. Catapan et al [7] realizam avaliações de caráter ergonômico-pedagógicas do Software Multimídia Aurelinho. Eles, utilizando o Ergolist e a taxonomia de Bloom. Como resultado foi verificado que existe a integração entre critérios de usabilidade definidos no Ergolist e critérios de aprendizagem que foram definidos para avaliar o software.

Este trabalho também utilizará Ergolist e a Taxonomia de Bloom como forma de verificar a aplicabilidade e conformidade do software com a avaliação da aprendizagem. A diferença de nosso trabalho consiste na avaliação da aprendizagem adaptada para a

disciplina de Matemática feita por González [10], onde são mapeados os aspectos cognitivos, são dados exemplos de aplicações matemáticas para cada um deles e são listadas atividades educacionais matemáticas com objetivos específicos para cada aspecto cognitivo.

### **3. Estudo de Caso**

Esta seção apresenta os cenários utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa. Antes da definição de cada cenário, foi realizado um estudo prévio da ferramenta, para definir quais conhecimentos matemáticos seriam testados. Após a análise inicial foram mapeadas algumas operações básicas de usabilidade do software. Essas operações fizeram parte do Cenário 1 (apresentado na Seção 3.1), que descreve a aplicação do Ergolist com a utilização dos professores, visando capturar aspectos relacionados à usabilidade e a viabilidade da utilização do software em sala de aula.

O Cenário 2 descreve a verificação de aprendizagem obtida com a utilização do software. Para a análise da aprendizagem dos alunos foram utilizados os mesmos conhecimentos matemáticos do primeiro cenário, no entanto, estes foram classificados de acordo com a taxonomia de Bloom como uma forma de verificação de aprendizagem baseada na abordagem de González [10]. Este segundo cenário de avaliação da aprendizagem é apresentado na Seção 3.2.

#### **3.1. Cenário 1: Uso do GeoGebra e aplicação do Ergolist com professores**

No primeiro cenário foi necessário realizar um reconhecimento inicial dos aspectos básicos do GeoGebra. Foi criada uma atividade para que os professores pudessem utilizar o GeoGebra trabalhando conteúdos matemáticos de Plano Cartesiano e Função do 1º Grau, conteúdos estes referentes a 1ª Série do Ensino Médio.

Para esta atividade, foram definidos quais critérios de conformidade do Ergolist seriam aplicáveis e não aplicáveis em relação à atividade que iria ser realizada no software. Após este mapeamento, foi criado um questionário baseado nos critérios escolhidos. Este questionário foi respondido por 10 professores de Matemática, do Ensino Fundamental e Médio de escolas públicas e privadas das cidades de Campo Mourão, Peabiru e Curitiba, todas no Estado do Paraná.

A aplicação das tarefas no software foi apresentada pelo entrevistador ao professor. O professor realizava as atividades sem a ajuda do entrevistador. Ao final da atividade, o entrevistador perguntava todos os critérios de conformidade para verificar a opinião do professor sobre a usabilidade do software em relação ao seu uso nos conteúdos de Plano Cartesiano e Função do 1º Grau.

A avaliação de usabilidade foi realizada nos meses de Maio e Junho de 2011. Os resultados da aplicação deste cenário serão apresentados na Seção 4.

#### **3.2. Cenário 2: Uso do GeoGebra e verificação da aprendizagem dos alunos**

Após a avaliação da usabilidade do GeoGebra, realizou-se a verificação de sua utilização no processo educacional em sala de aula. Uma atividade semelhante àquela aplicada aos professores no Cenário 1 foi aplicada a 23 alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Peabiru-PR. Os discentes possuem entre 14 e 17 anos e diferentes históricos escolares de aprovação e reprovação. Um dos autores, formado em Licenciatura Plena em Matemática e acadêmico de curso Tecnologia em Sistemas para Internet ministrou o experimento.

O professor utilizou o software imediatamente após a explicação do conteúdo de Plano Cartesiano e Função do 1º Grau. Nenhum exercício de fixação foi realizado, já que o objetivo era verificar a aprendizagem do conteúdo utilizando apenas o GeoGebra. Em virtude do número de computadores, os alunos realizaram as atividades em duplas.

Na realização das atividades, o professor descreveu o que cada dupla deveria realizar no software. Durante a orientação inicial os alunos faziam simultaneamente as atividades no GeoGebra. Quando necessário, o professor atendia individualmente as dúvidas de cada aluno com relação à utilização do software. Todas as atividades foram mapeadas inspirando-se na metodologia de González [10].

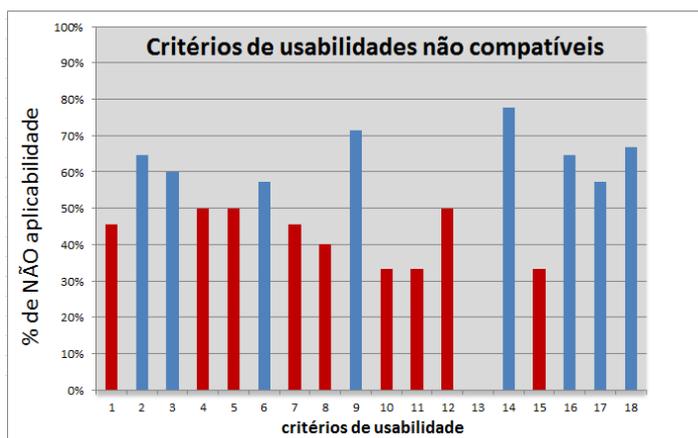
A Seção 4 apresenta o desempenho dos alunos na resolução dos exercícios propostos e a correção dos exercícios classificando cada resultado na taxonomia de Bloom.

#### 4. Resultados

Esta seção apresentará os resultados obtidos com Ergolist para avaliar a usabilidade do software GeoGebra e os resultados de avaliação de aprendizagem dos alunos de acordo com a taxonomia de Bloom. Também será apresentada uma discussão para relacionar a aprendizagem ao resultado da avaliação de usabilidade do software.

##### 4.1. Avaliação dos Critérios de Conformidade com a Usabilidade do Geogebra

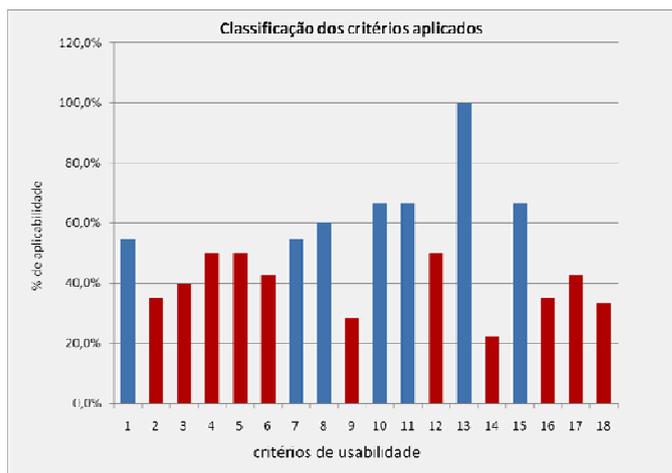
O Gráfico 1 apresenta os critérios de usabilidade do Ergolist que não tiveram aplicabilidade em relação a atividade elaborada para os professores avaliarem o GeoGebra. Tais critérios não tiveram aplicabilidade por não se encaixarem a atividade a ser realizada, pois se verificou que os critérios de usabilidade nem sempre estavam presentes na estrutura das tarefas a serem realizadas pelos docentes. Os dados em azul representam critérios que tiveram mais de 50% de não aplicabilidade e os de vermelho, os que tiveram margem menor ou igual a 50% dos critérios de não aplicabilidade.



Legenda	
1.	Agrupamento por localização
2.	Agrupamento por formato
3.	Ações mínimas
4.	Ações explícitas
5.	Controle do usuário
6.	Concisão
7.	Consistência
8.	Correção de erros
9.	Compatibilidade
10.	Densidade informacional
11.	Experiência do usuário
12.	Feedback
13.	Flexibilidade
14.	Legibilidade
15.	Mensagens de erro
16.	Presteza
17.	Proteção contra erros
18.	Significados

Gráfico 1: Critérios de usabilidade não aplicáveis ao GeoGebra

No Gráfico 2 podem ser vistos os critérios do Ergolist que possuem conformidade por se encaixarem na estrutura da tarefa a ser realizada. Portanto, podem ser aplicados em relação ao GeoGebra. As colunas em vermelho indicam critérios menores ou iguais a 50% de aplicabilidade. E as azuis em maiores de 50% de aplicabilidade.



Legenda	
1.	Agrupamento por localização
2.	Agrupamento por formato
3.	Ações mínimas
4.	Ações explícitas
5.	Controle do usuário
6.	Concisão
7.	Consistência
8.	Correção de erros
9.	Compatibilidade
10.	Densidade informacional
11.	Experiência do usuário
12.	Feedback
13.	Flexibilidade
14.	Legibilidade
15.	Mensagens de erro
16.	Presteza
17.	Proteção contra erros
18.	Significados

Gráfico 2: Critérios de usabilidade aplicáveis ao GeoGebra

Os critérios com menor aplicabilidade foram: agrupamento por formato, compatibilidade e legibilidade. Porém, 8 de 18 critérios de usabilidade tiveram índice de não aplicabilidade maior que 50%. Ainda observa-se de maneira geral, que 57% dos critérios do Ergolist não tiveram aplicabilidade na atividade no GeoGebra. Assim, observa-se que o software é implementado baseado em critérios de aprendizagem e não de usabilidade. Este resultado é semelhante à avaliação obtida por Catapan et al [7] na avaliação do Multimídia Aurelinho.

Os critérios de maior aplicabilidade foram: flexibilidade, mensagens de erro, experiência do usuário e densidade informacional. Porém, apenas 43% dos critérios tiveram aplicabilidade por estarem em conformidade com a atividade no software GeoGebra.

#### 4.2 Relacionando Taxonomia de Bloom e Usabilidade

Para estabelecer a relação entre a usabilidade e os resultados obtidos pelos alunos na realização da atividade, foram mapeados os critérios de conformidade em relação aos critérios de aprendizagem definidos a partir da taxonomia de Bloom. Esta abordagem foi baseada no trabalho de González [10].

Os alunos realizaram 5 atividades no GeoGebra. As tarefas são descritas a seguir.

- Atividade1: Criar malha no Plano Cartesiano e traçar pontos neste plano.
- Atividade2: Formatar intervalos e definir cores para os eixos do Plano Cartesiano.
- Atividade3: Desfazer ações feitas e alterar cor do plano de fundo
- Atividade4: Dadas as leis das funções, desenhe os gráficos de função do 1º grau.
- Atividade5: Através de 2 pontos, construir o gráfico de uma função do 1º grau e chegar a lei que define esta função.

A Tabela 2 apresenta o relacionamento feito entre as tarefas, à taxonomia de Bloom e os critérios de usabilidade definidos e avaliados no Ergolist.

TAREFAS	Tar1					Tar2					Tar3					Tar4					Tar5									
Aprendizagem	L	E	AP	AN	AV	C	L	E	AP	AN	AV	C	L	E	AP	AN	AV	C	L	E	AP	NA	AV	C	L	E	AP	AN	AV	C
PRESENÇA/AUSÊNCIA	P	P	P	P	P	A	P	P	P	A	P	P	P	P	P	A	A	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	A	P	P
CRITÉRIOS DE USABILIDADE	PRESENÇA/AUSÊNCIA					PRESENÇA/AUSÊNCIA					PRESENÇA/AUSÊNCIA					PRESENÇA/AUSÊNCIA														
1. Significado	P					P					P					P														
2. Feedback	P					P					P					P														
3. Controle do Usuário	P					P					A					A														
4. Presteza	P					P					P					P														
5. Ações Explícitas	P					P					P					P														
6. Ações Mínimas	P					A					A					A														
7. Consistência	P					P					P					P														
8. Agrupamento por formato	P					P					P					A														
9. Agrupamento por localização	P					P					A					P														
10. Concisão	P					P					P					P														
11. Compatibilidade	P					P					P					P														
12. Densidade informacional	P					P					P					P														
13. Experiência do Usuário	P					P					P					P														
14. Flexibilidade	P					P					P					P														
15. Legibilidade	P					P					P					P														
16. Mensagens de Erros	A					A					A					P														
17. Proteção contra Erros	A					A					A					P														
18. Correção de Erros	P					P					P					P														

Legenda:

Tar – Tarefa  
L – Lembrar  
E – Entender

AP – Aplicar  
AN – Analisar  
AV – Avaliar

C – Criar  
P – Presente  
A – Ausente

Tabela 2: Relacionamento entre as Tarefas, Taxonomia de Bloom e Critérios de Usabilidade

Observando o mapeamento da Tabela 2 é possível identificar que na maioria das tarefas estão presentes quase todos os itens de classificação de aprendizagem propostos pela taxonomia de Bloom. Isto também é observado em relação aos critérios de usabilidade do Ergolist. Conclui-se, portanto que existe uma grande interação entre a usabilidade e o processo pedagógico de aprendizagem durante a execução das tarefas no GeoGebra. Entretanto, como vimos na seção 4.1, este software não é implementado com fins de usabilidade.

### 4.3. Avaliação de aprendizagem dos alunos de acordo com a taxonomia de Bloom confrontada com a usabilidade avaliada pelos professores

O Gráfico 3 apresenta o resultado dos alunos durante a realização das atividades propostas.

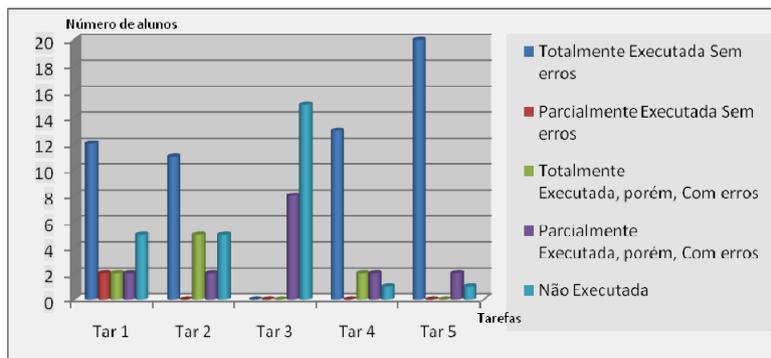


Gráfico 3: Resultado da Execução das Tarefas pelos Alunos

Observa-se que as tarefas 1, 2, 4 e 5 foram executadas totalmente sem erros pela maioria dos alunos. Isto demonstra que o software proporcionou sucesso da aprendizagem dos alunos com o uso do software. No entanto, a tarefa 3 foi a que teve o maior índice de erro. Esta tarefa era a única que só envolvia aspectos de conhecimento de usabilidade do GeoGebra. Estes problemas foram os mesmos apontados pelos professores durante a aplicação dos questionários do cenário 1. O GeoGebra apresentou alguns problemas na consistência de sua navegabilidade, nas dificuldades encontradas nas mensagens e proteção

contra erros e que podem ser verificados nos critérios 16 e 17 da tabela 1. Estes problemas dificultam o uso do software em atividades mais avançadas, nas quais os alunos tendem a ter mais erros e necessitam maior navegabilidade para alçarem êxito nos objetivos de aprendizagem propostos.

## 5. Conclusões

Existe uma grande variedade de sistemas disponíveis hoje em dia para o ensino da Matemática. O GeoGebra demonstrou ser uma grande ferramenta para ser utilizada neste processo pedagógico, apesar de apresentar alguns problemas relativos a usabilidade.

Os resultados deste trabalho apontam que o GeoGebra é implementado com o objetivo de aprendizagem não de usabilidade. O problema com a usabilidade foi verificado uma vez que a maioria dos critérios do Ergolist não encontrou conformidade com atividades propostas para serem executadas no software. Já com relação à aprendizagem verificou-se um ótimo aproveitamento dos alunos usando o software para os conteúdos de Plano Cartesiano e Função do 1º Grau, integrando a taxonomia de Bloom revisada com sua aplicação na matemática feita por González [10].

Com relação à utilização do GeoGebra verificou-se que, em atividades mais avançadas, o software demonstrou problemas na usabilidade, sobretudo na correção e proteção contra erros. Problemas estes verificados por professores ao avaliarem sua usabilidade e que acabaram influenciando no aprendizado final dos alunos.

É importante salientar que a presente pesquisa limitou-se a analisar apenas aspectos de usabilidade e aprendizagem no ensino da matemática usando a tecnologia de um software educacional nos cenários descritos. Porém, alguns aspectos importantes podem ser utilizados para nortear novas pesquisas, tais como: aspectos cognitivos, sociais, pedagógicos, conhecimentos básicos de informática por parte de alunos e professores e treinamento de docentes. Estes aspectos podem exercer influência sobre os resultados e não foram levados em consideração.

No instante da aplicação do Ergolist foi detectado que a maioria dos professores não conhecia o software, e que poucos sabiam que o software estava disponível na maioria dos laboratórios de informática das escolas. Os professores relataram que nunca haviam utilizado qualquer software matemático em suas aulas. Mesmo não sendo objetivo deste trabalho, todos os professores relataram que irão utilizar o software com maior frequência na sua prática pedagógica.

Um questionário realizado com os alunos detectou que a maior parte possui baixa renda, com históricos escolares de reprovação, fora da idade da série em que estuda e com dificuldades de aprendizagem no Ensino da Matemática. Ainda observaram-se alunos com poucos conhecimentos básicos de conhecimento em informática, o que dificultou ainda mais o uso software em sala de aula.

Como resultado, o uso software GeoGebra foi considerado satisfatório, visto que os objetivos educacionais tiveram bom resultado no processo cognitivo e na avaliação formativa do processo pedagógico do aprendizado. Comparado com anos anteriores o desempenho dos alunos na realização deste mesmo exercício apresentou melhora.

## Referências

[1] ALVES M., et all., “Avaliação de software educativo para o ensino de matemática”, WIE 2002, Florianópolis (SC), 2002.

- [2] BARCELOS, G. T., et all., “Avaliar é Preciso: o caso de softwares educacionais para Matemática no Ensino Médio”, Anais do I WORKCOMP-SUL, UNISUL, Florianópolis (SC), 2004.
- [3] BASTIEN, J. M. Christian, SCAPIN, Dominique L. Ergonomic criteria for theevaluation of humam - computer interfaces, Raport Technique, Rocquencourt, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, n.153, jun.1993.
- [4] BIM, S. A., “Avaliação de Interface no Software HagáQuê”, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava (PR), 2003.
- [5] BLOOM, B. S., et all., Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar, Pioneira, São Paulo, 1983.
- [6] BORTOLOSSI, Software de Matemática Dinâmica Gratuito, Disponível em: <<http://www.professores.uff.br/hjbortol/geogebra/index.html>>, acesso em: 26 jul. 2011.
- [7] CATAPAN, A. H., et. all, “Ergonomia em Software Educacional: A possível integração entre usabilidade e aprendizagem”, Atas Workshop sobre fatores humanos em sistemas computacionais: rompendo barreiras entre pessoas e computadores, UNICAMP/SEEC, Campinas, São Paulo, 1999, pg. 25, Disponível em <<http://www.unicamp.br/~ihc99>>, Acesso em: 01 jul. 2011.
- [8] CYBIS, W. A., “Engenharia de Usabilidade uma abordagem ergonômica, Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila.htm>>, Acesso em: 12 jun. 2011.
- [9] DINIZ, L. N., et all., “A Investigação e Discussão de *Softwares* Matemáticos Sobre a Seleção e o Uso na Sala de Aula”, IX Encontro Nacional de Educação Matemática, Universidade de Belo Horizonte, Belo Horizonte, Julho, 2009, p.3.
- [10] GONZÁLEZ, W. M., “Taxonomía de Bloom Aplicada a la Matemática - 2005”, Disponível em: <<http://www.matebrunca.com/Contenidos/Mas%20Opciones/Articulos/taxonomia-bloom.pdf>>, Acesso em: 01 jun. 2011.
- [11] KRATHWOHL, D. R., A revision of bloom's taxonomy: An overview. Theory into Practice, 41 (4), 2002, p.212-218.
- [12] MACHADO, N. J., Matemática e Realidade, v.1, Cortez Editora, São Paulo, 5.ed., 1987.
- [13] MAGINA, S., “O Computador e o Ensino da Matemática”, Tecnologia Educacional, v.26, n.140, Jan/Fev/Mar., 1998.
- [14] MAYER, R. E., Rote Versus Meaningful Learning - THEORY INTO PRACTICE, College of Education – The Ohio State University, v. 41, 2002, p. 227.
- [15] PINTO, M.A.L., “Computadores X Educadores”, Revista de Psicopedagogia, v.18, n.47, São Paulo,1999.
- [16] SARAIVA, T., “Inovações na Educação Brasileira: "Um Salto para o Futuro"”, Tecnologia Educacional, v.26, n.140, Jan/Fev/Mar, 1998, p. 46-52.
- [17] SILVA, M. B., Geometria Espacial no Ensino Médio a partir da atividade WebQuest: Análise de uma experiência,”Dissertação de Mestrado”, PUC/SP, São Paulo, 2006.
- [18] VIEIRA, F. M. S., “Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa”, Disponível em: <<http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>>, Acesso em 01 mai. 2011.
- [19] WOLF, J. F. S., “Avaliação de Softwares Educacionais para ensino de matemática”, Revista Eletrônica da Ulbra, volume 3, São Jerônimo (RS), 2008.