



ANÁLISE E APLICAÇÃO DE SOFTWARE LIVRE PARA O ESTUDO DE CONSTRUÇÕES GRÁFICAS NA GEOMETRIA

Waldiney Bolgheroni

Ismar Frango Silveira

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

UNICSUL - Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo – SP

wabo@ig.com.br, ismar.silveira@unicsul.br

RESUMO

O ensino e a aprendizagem de conceitos básicos de Geometria e Desenho Geométrico vêm apresentando uma série de lacunas conceituais históricas na Educação Matemática brasileira. O uso adequado de recursos computacionais neste contexto pode ser um importante aliado para proporcionar aos estudantes situações de aprendizagem significativa destes tópicos. Assim, o presente artigo apresenta uma análise comparativa e aplicação de diferentes softwares livres de geometria dinâmica, desenvolvidos sob uma abordagem construtivista no processo de ensino e aprendizagem de Geometria e Desenho Geométrico. Para tanto, apresenta-se um estudo de caso envolvendo 80 alunos de ensino fundamental da rede pública.

Palavras-chave: Ensino de geometria, Aprendizagem Construtivista, Software livre.

ABSTRACT

Teaching and learning of Geometry and Geometric Design basic concepts have been suffering from various conceptual lacks along Brazilian Math Education history. The proper usage of computer-based resources in such a context could be an important factor that would provide students with meaningful learning situations regarding such topics. Thus, the present paper aims to present a comparative analysis and an application of dynamic geometry free software, developed under a constructive approach, applying them in Geometry and Geometric Design teaching and learning processes. For this, a case study involving 80 K-12 students from a public school is presented.

Keywords: Geometry teaching, Constructive Learning, Open-source software.

1 Introdução

O uso de recursos computacionais vem adquirindo uma real importância para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. No caso específico da Geometria e do Desenho Geométrico, objetos de estudo deste artigo, a habilidade de visualização, o desenho, a argumentação lógica e a aplicação na busca de soluções para problemas são importantes na compreensão e ampliação da percepção de espaço e construção de modelos para interpretar questões da matemática e de outras áreas do conhecimento (BRASIL, 1997). Não obstante o fato do acesso a recursos de comunicação e tecnologia da informação constituir-se em uma realidade da rotina de considerável parcela da população brasileira, o setor educacional é um dos poucos que não vêm acompanhando de maneira satisfatória tal evolução.

No que tange especificamente ao ensino de Geometria e Desenho Geométrico, no contexto da Educação Matemática, uma série de outros fatores vem a contribuir de forma negativa para evidenciar esse distanciamento: primeiramente, muitos professores não detêm os conhecimentos geométricos necessários para realização de suas práticas pedagógicas, de forma que, para tais professores, o dilema é tentar ensinar geometria sem conhecê-la, ou então não ensiná-la.

Um segundo fator que pode ser apontado deve-se à exagerada importância que é dada ao livro didático tradicional, em detrimento de outras possibilidades pedagógicas. Nele, a geometria é apresentada simplesmente como um conjunto de definições, propriedades, nomes e fórmulas, desconectada de quaisquer aplicações de natureza histórica, lógica ou cotidiana. Mesmo quanto apresentadas situações cotidianas, a geometria é reduzida a simplificações extremadas do mundo real.

Desta maneira, o presente artigo apresenta uma análise comparativa de software o estudo da geometria e desenho geométrico, dando ênfase ao uso de software livre. O trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: o próximo item, de número 2, apresenta um panorama geral do ensino de geometria; o item 3 discute alguns critérios de escolha de software educacional; o item 4 discute alguns softwares e apresenta uma pesquisa de campo que foi realizada com estudantes do Ensino Fundamental de cidade de [nome omitido para blind review]; por fim, o item 5 debate algumas conclusões e trabalhos futuros.

2 O Ensino de Geometria e Desenho Geométrico

Destituir a Geometria de sentido é negar sua própria história. As primeiras unidades de medida referiam-se direta ou indiretamente ao corpo humano: palmo, pé, passo, braça, cúbito. Por volta de 3500 a.C., quando na Mesopotâmia e no Egito começaram a construção dos primeiros templos, seus projetistas tiveram que encontrar unidades mais uniformes e precisas. Adotaram a longitude das partes do corpo de um único homem (geralmente o rei) e com essas medidas

construíram réguas de madeira e metal, ou cordas com nós, que foram as primeiras medidas oficiais de comprimento. (Greenberg, 1993).

A história nos mostra vários exemplos das aplicações e o sentido de aprendermos geometria. Desde então, é clara a necessidade de se estudar geometria nas escolas. Lorenzato (1995) afirma que, para justificar a necessidade de se ter Geometria na escola bastaria o argumento de que sem estudá-la as pessoas não obteriam um razoável desenvolvimento do pensamento geométrico ou raciocínio visual. E sem essa habilidade, elas dificilmente conseguiriam resolver as situações de vida que fossem geometrizadas.

O estudo da geometria é necessário para o desenvolvimento do aluno, pois desenvolve a percepção espacial, age na construção do conhecimento, instiga o educando a conjecturar, a experimentar. Facilita ao aluno o desempenho de tarefas do cotidiano, como interpretar um mapa ou compreender um gráfico estatístico. Conforme visto, a história das civilizações está repleta de exemplos ilustrando o papel fundamental que a Geometria teve na conquista de conhecimentos artísticos, científicos e, em especial, matemáticos.

Há várias razões apresentadas para justificar o baixo nível do ensino de Geometria nas escolas brasileiras, dentre os quais se destacam a falta de tempo dos professores para se preparar adequadamente, falta de embasamento dos alunos, mas principalmente as concepções prévias dos professores e alunos em relação à Geometria (Almouloud et al., 2004). Para se estudar geometria exige-se uma maneira específica de raciocinar; isso quer dizer que saber Aritmética ou Álgebra não é suficiente para resolver problemas de Geometria. Ao contrário, o surgimento da Álgebra se deu pela necessidade de se resolver problemas de Geometria (Struick, 1987). Segundo Usiskin et al. (2002), quase todos os trabalhos sobre geometria escolar decorrem de dois problemas principais: o fraco desempenho dos alunos e um currículo ultrapassado.

Como aprender álgebra sem a interpretação geométrica? Como não observar a relação entre a geometria e a natureza? Como estabelecer o ponto de equilíbrio entre o intuitivo e o dedutivo, o experimental e o lógico, o concreto e o abstrato, tendo em vista uma aprendizagem significativa da geometria? É necessário que se invista em novas tecnologias para o ensino da geometria. Ainda que não de escopo nacional, várias iniciativas de inovação metodológica e tecnológica vêm sendo percebidas no cenário nacional. Bons exemplos de experiências no ensino de Geometria e Desenho Geométrico encontram-se em Santos e Martinez (2000), Kopke (2001) e Santos e Valente (2003), entre outros. O uso de ferramentas computacionais aparece aqui como uma possibilidade para modificar esta situação. O acesso aos meios de comunicação está mais democratizado, permitindo uma maior abrangência no processo de socialização do conhecimento.

Algumas escolas particulares de hoje estão se valendo de recursos tecnológicos além dos laboratórios convencionais de informática, para o aprimoramento do ensino. Tais recursos são tão variados quanto lousas eletrônicas ou dispositivos de realidade virtual. O ensino público, mais timidamente, tenta modernizar-se, mas a limitação de recursos torna impossível uma comparação direta. Geralmente os recursos na maioria das escolas públicas limitam-se a

pequenas salas de informática com poucos computadores antigos em condições precárias, além da não rara ausência de softwares modernos e utilizáveis. Aliado a essas condições, ainda existe uma grande resistência em relação ao uso da informática no contexto educacional por parte dos professores, o que faz com que salas de informática venham a ficar sub-utilizadas, mesmo quando escapam de condições precárias de infra-estrutura de hardware e software.

Busca-se neste artigo um instrumento para avaliar a qualidade de um software educacional, a ser utilizado no ensino de Geometria e Desenho Geométrico das séries do Ensino Fundamental. Apontam-se alguns aspectos que devem ser considerados para a análise e julgamento, baseando-nos em aspectos técnicos e também pedagógicos. Tais critérios são apresentados no próximo item.

3. Critérios de Escolha de Software Educacional

Para a escolha do software adequado para uma dada situação de ensino e aprendizagem, focou-se na necessidade do aluno aprender com (*learning with*) a tecnologia, movimento este que transcende o puro aprendizado de como usar certa tecnologia. Desta maneira, o aluno aprende usando as tecnologias como ferramentas que o apóiam no processo de reflexão e de construção do conhecimento, fazendo da tecnologia uma ferramenta cognitiva. Frente a essas idéias, há que se estabelecer um conjunto de critérios que sirvam de eixo norteador para a tarefa de escolher um software educativo para uma determinada situação de ensino e aprendizagem. No contexto deste artigo, tal situação diz respeito à Geometria e o Desenho Geométrico.

Softwares ditos educacionais são desenvolvidos especialmente para auxiliar o aluno a construir o conhecimento relativo a um conteúdo didático. Destacam-se por ter como objetivos didáticos levar o aluno/usuário a construir o conhecimento em uma determinada área; sua possibilidade de interação entre aluno/usuário/programa mediada pelo professor e sua facilidade de uso, permitindo que qualquer usuário possa desenvolver suas atividades com facilidade. Aspectos de cunho pedagógico tendem a ser subjetivos, de maneira que aspectos técnicos devem ser atendidos. As especificações da norma ISO/IEC 9126-1 (ISO, 1997) determinam critérios de classificação de software baseados em suas características de funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. As mesmas foram estabelecidas como um conjunto de atributos para se avaliar e descrever a qualidade de um produto de software genérico.

O uso de softwares adequados, que atendam aos critérios de aceitabilidade, pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento. Por apresentar mecanismos que facilitam a simulação de fenômenos, proporciona ao aluno formas especiais de exercitar sua percepção, simbolizar e atuar sobre o mundo, podendo permitir níveis diferenciados de representação simbólica.

Na Tabela 1, a seguir, cada uma das características é descrita segundo a norma ISSO/IEC 9126-1.

Tabela 1 – Critérios da ISO/IEC 9126-1

| Característica | Descrição |
|-----------------------|--|
| Funcionalidade | Avalia o conjunto de funções que atende às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto |
| Usabilidade | Evidencia a facilidade de utilização do software |
| Confiabilidade | Garante que o desempenho se mantém ao longo do tempo em condições estabelecidas. |
| Eficiência | Verifica se os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho requerido do produto |
| Manutenibilidade | Mede a facilidade para correções, atualizações e alterações |
| Portabilidade | Assegura que é possível utilizar o produto em diversas plataformas com pequeno esforço de adequação |

Para fins de análise, alguns programas construtivistas de geometria dinâmica desenvolvidos nos últimos anos foram analisados, a saber: Cinderella, R&C, Cabri-Géomètre, Dr. Geo e Igeom. De forma a garantir a possibilidade de seu uso no contexto do ensino público, além dos aspectos pedagógicos e técnicos, foi levado em consideração o fato de o software ser ou não gratuito. Na Tabela 2 podem-se observar melhor estas características.

Tabela 2 – Softwares analisados e tipo de licença

| Software | Licença |
|-----------------|----------------|
| Cinderella | Paga |
| R&C | Freeware |
| Cabri-Géomètre | Paga |
| Dr. Geo | Freeware |
| Igeom | Freeware |

Foram descartados, por serem softwares comerciais não-gratuitos, os softwares Cinderella e Cabri-Géomètre. Dentre os softwares gratuitos, dois deles, o Igeom e R&C foram então testados em construções geométricas por um grupo reduzido de alunos, que lhe atribuíram conceitos. Algumas destas construções estão listadas abaixo, na Tabela 3, onde foram atribuídos os conceitos qualitativos empíricos: fácil, médio, difícil e impossível.

Tabela 3 – Conceitos empíricos atribuídos aos softwares analisados

| Construção | Igeom | R&C |
|---|--------------|----------------|
| Criar um ponto em posição arbitrária e nomeá-lo. | Fácil | Fácil |
| Marcar um ponto simétrico em uma reta dada. | Médio | Fácil |
| Traçar bissetriz de um ângulo formado por duas retas. | Difícil | Fácil |
| Criar semicírculo ou arco. | Impossível | Médio |

Analisando estas alternativas, escolheu-se o software livre R&C (Régua e Compasso), desenvolvido por René Grothmann, escrito em Português, na linguagem Java, para desenvolvimento do estudo de caso. Ressalta-se que o software Dr. Geo foi elaborado para MS-DOS, incompatível com Linux e também não compatível com MS-Windows 98/XP/Vista, devido ao modo gráfico utilizado, de maneira que não foi possível realizar seu teste.

4. Estudo de Caso

O trabalho de pesquisa iniciou-se em uma escola pública na cidade de São Paulo. Os estudantes são do ensino fundamental de duas salas de 6ª série, num total de 80 alunos. Eles foram divididos em dois grupos de 20 em cada sala. Considerando a disponibilidade na sala de informática 10 computadores, têm-se dois alunos por microcomputador, a cada aula de 50 minutos. Os conteúdos são ministrados sem nenhuma suposição de pré-requisitos, uma vez que a maioria dos estudantes não detém qualquer conhecimento na área.

De maneira geral, a utilização do software foi considerada pelos alunos como sendo de fácil assimilação. Isso é corroborado pelo fato que as tarefas e exercícios solicitados são geralmente feitos com certa facilidade pelos alunos.

Uma das primeiras tarefas desenvolvida tinha como objetivo cognitivo primário apresentar os conceitos primitivos de ponto e reta, de maneira que tais conhecimentos fossem construídos de forma clara e intuitiva. Nesta tarefa inicial, o software foi de grande valia, uma vez que permite várias representações do ponto e com facilidade nomeia esses pontos com letras latinas maiúsculas, conforme Figura 1 a seguir.

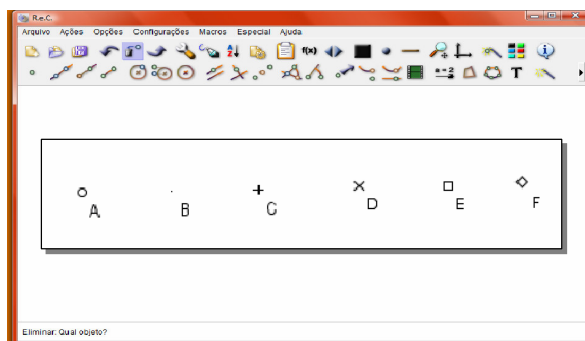


Figura 1 – Diferentes representações gráficas de ponto no software R&C

De forma similar, os conceitos de reta infinita, semi-reta e segmento de reta são claramente mostrados na representação do software, conforme Figura 2. Há que se ressaltar que tais abstrações matemáticas dificilmente encontram construtos físicos equivalentes no mundo real, o que torna seu processo de significação por parte dos alunos uma tarefa que exige certo esforço cognitivo.

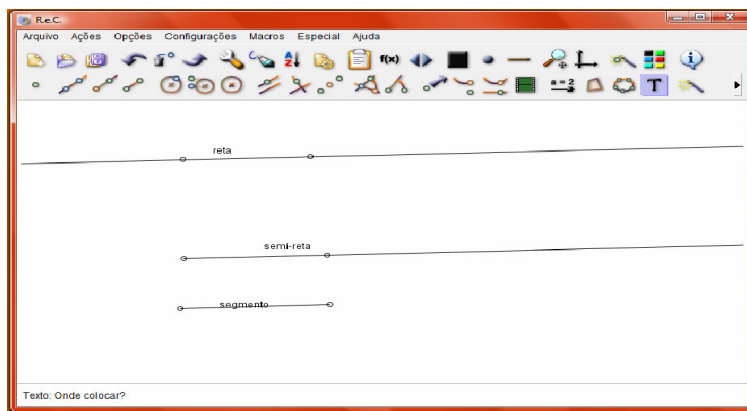


Figura 2 – Representações das abstrações de reta, semi-reta e segmento no R&C.

A interface do programa é bem intuitiva o que possibilita a aprendizagem de geometria e das construções geométricas. Ele também simula as técnicas de manipulação dos instrumentos reais no terreno virtual. Por exemplo, foi solicitado aos alunos que construíssem uma circunferência de centro M e com diâmetro AB qualquer. O exercício foi feito de duas maneiras: a primeira da maneira tradicional em que se usa o compasso acha-se o ponto M, médio de AB por meio do conceito de mediatriz, e traça-se a circunferência, conforme figura 3 abaixo.

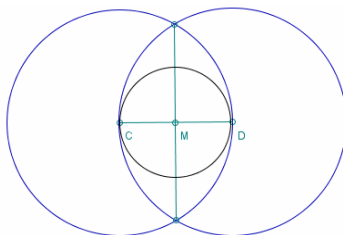


Figura 3 – Construção de uma circunferência por aluno utilizando o conceito de mediatriz

A outra estratégia utilizada seguiu os passos que normalmente fariam os alunos que não detêm o conceito de mediatriz, sem necessariamente estarem certos. Consiste em tentar encontrar o ponto médio, medindo-se o segmento e dividindo por dois. Tal estratégia, tentada com compasso e papel, geralmente é feita de forma empírica pelos alunos. Contudo, uma vez que software tem esse mecanismo acessível por um ícone na barra de ferramentas (chamado “ponto médio”), os alunos que espontaneamente optaram por este processo de construção conseguiram realizá-lo com facilidade, conforme Figura 4 abaixo, gerada por um dos alunos.

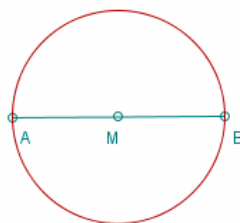


Figura 4 –Circunferência construída por aluno utilizando o conceito de ponto médio

Com o passar das aulas os alunos foram se familiarizando com o software e o nível de exigência foi ficando maior. As quantidades foram aumentando e a complexidade também, conforme pode-se observar no conjunto de atividades abaixo:

Atividade

1) Crie um ponto livre; 2) Crie um ponto livre com uma forma de apresentação diferente do ponto criado no item anterior; 3) Construa uma reta e marque alguns pontos pertencentes a ela.; 4) Construa outra reta, escolhendo previamente uma cor e uma espessura para a linha da construção, dentre as opções existentes.;5) Construa um segmento de reta. Determine, usando os recursos do *software*, a medida desse segmento.6) Construa duas semi-retas de mesma origem, não colineares. Determine a medida do ângulo convexo formado por estas semi-retas. 7) Construa: i) uma reta: ii) uma reta paralela a que você construiu; 8) Construa um segmento de reta. Marque seu ponto médio (há um recurso específico para isso). “Movimente” uma das extremidades desse segmento.9) Construa duas circunferências: uma usando a ferramenta “Círculo” e outra usando a ferramenta “Círculo com Raio Fixo”. “Movimente” as duas circunferências. Que diferença você observou entre as duas construções?

Abaixo, na figura 5, temos um exemplo de respostas para as atividades propostas.

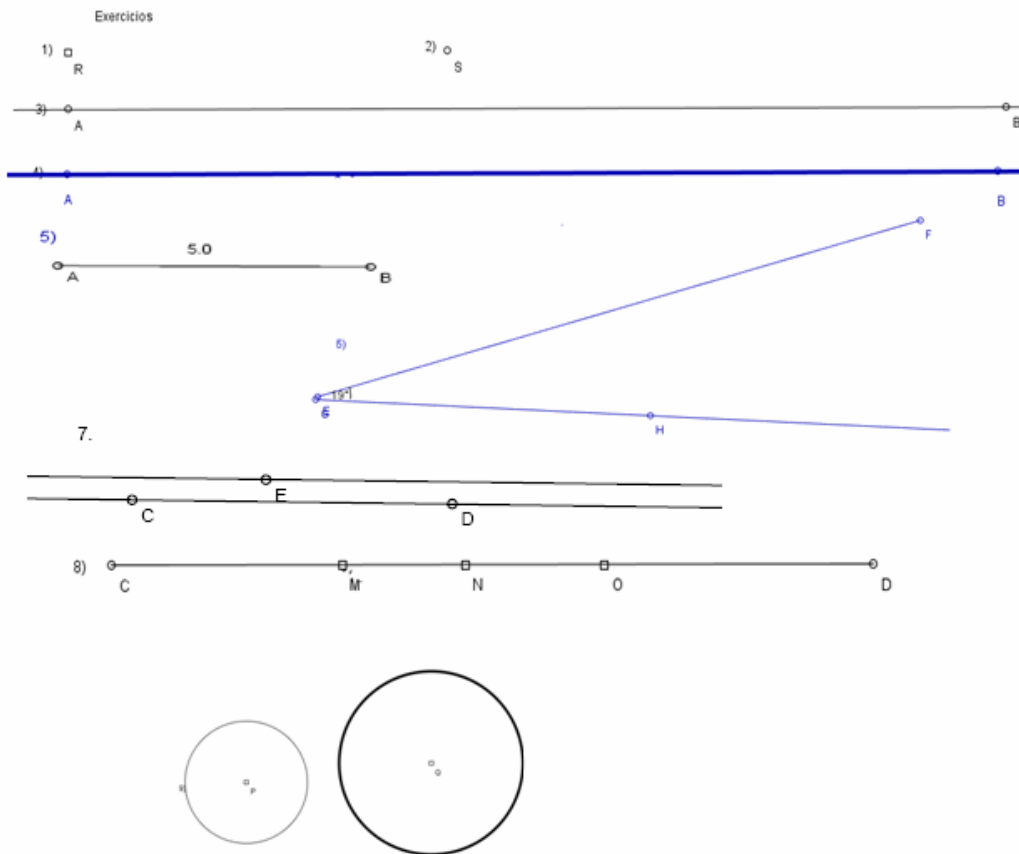


Figura 5 –Respostas às atividades, fornecidas pelos alunos

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

O uso de softwares educacionais vem adquirindo nos últimos anos uma real importância para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. No processo específico relacionado à Geometria e ao Desenho Geométrico, a habilidade de visualização, a facilidade de manipulação dos desenhos, a argumentação lógica e a aplicação na busca de soluções para problemas são importantes na compreensão e ampliação da percepção de espaço e construção de modelos para interpretar questões importantes para a Matemática e de outras áreas do conhecimento.

Tais competências e habilidades podem ser plenamente desenvolvidas, à medida que o aluno tenha acesso a materiais de apoio didático baseados em materiais concretos representativos dos objetos geométricos em estudo. A introdução de recursos computacionais pode, mais que substituir, proporcionar situações bem mais enriquecedoras do que determinados materiais concretos, dada a vasta gama de possibilidades de manipulação e interação.

Trabalhos futuros apontam na expansão do estudo de caso: uma série de outras experiências já vêm sendo realizadas com o mesmo grupo de alunos, no aprendizado de conceitos mais sofisticados em Geometria e Desenho Geométrico. Os resultados ainda estão sendo analisados e tabulados, mas os resultados já obtidos e aqui demonstrados já são relevantes no que tange a uma experiência real de ensino e aprendizagem da Geometria com uso de software livre. Ainda, pretende-se futuramente seguir em direção ao estabelecimento de um conjunto de critérios específicos para o domínio do conhecimento do ensino de Geometria, de maneira a estabelecer padrões didáticos e de interfaces que possam servir de linhas-mestras na elaboração de novos softwares.

Referências

- [1] ALMOULOUD, S. A.; MANRIQUE, A. L.; SILVA, M. J. F.; CAMPOS, T. M. M. (2004) A geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. *In: Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 27.
- [2] BORBA, M. C. e PENTEADO, M.G. (2001) *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- [3] BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. (1997) Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática - Ensino de 1ª a 4ª série e 5ª a 8ª série. Brasília: MEC/SEF.
- [4] BRASIL, Conselho Federal da Educação. (1972) Parecer nº. 699/71. Regulamenta o Capítulo IV da Lei 5692/71. 6 julho 1972. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v.59, nº. 131, p.363-568, jul/set. 1973.
- [5] DUVAL, R.. (2003) Registros de representação semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. *In: MACHADO, S. D. A. (Org.) Aprendizagem em Matemática: Registros de representação semiótica*. São Paulo: Papirus.

- [6] GREENBERG, J. G. (2006) *Worlds Out of Nothing: A Course in the History of Geometry in the 19th Century*. Springer: Reino Unido
- [7] ISO - International Organization for Standardization. (1997) ISO9126-1, Information technology – Software quality characteristics and metrics. Part 1: Quality characteristics and sub-characteristics. ISO/IEC 9126-1 (Committee Draft).
- [8] KOPKE, R. C. M. (2001) Ensino de Geometria Descritiva: Inovando na Metodologia. In: *Revista Escola de Minas*, v. 54, 1. Ouro Preto, Minas Gerais.
- [9] LORENZATO, S. (1995) Por que não ensinar Geometria? In: *A Educação Matemática em Revista*, n.4., setembro
- [10] SANTOS, E. T. e MARTINEZ, M. L. (2000) Software para Ensino de Geometria e Desenho Técnico. In: *Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho*. Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
- [11] SANTOS, E. T. e VALENTE, V. C. P. N. (2003). Um Ambiente Adaptativo de Aprendizagem de Geometria Descritiva. In: *Anais do 16º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico*. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.
- [12] SOARES, F. S.; DASSIE, B. A.; ROCHA, J. L. (2004) Ensino de matemática no século XX – da Reforma Francisco Campos à Matemática Moderna. In: *Revista Horizontes*, v. 22, n. 1, p. 7-15. Bragança Paulista, São Paulo, Brasil.
- [13] STRUIK, D. J. (1987) *A Concise History of Mathematics*. New Jersey, EUA: Dover Publications.
- [14] TSUKUMO, A. N., et al. (1997) Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software. In: VIII CITS – Conferência Internacional de Tecnologia de Software: Qualidade de Software. Curitiba.
- [15] USISKIN, Z.; HIRSCHHORN, D. and COXFORD, A. (2002) *Geometry : The University of Chicago School Mathematics Project*. Sebastopol, EUA: Pearson Prentice Hall.
- [16] VALENTE, J. A. (1998) Informática na educação: a prática e a formação do professor. In: *Anais do IX ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*, Águas de Lindóia.
- [17] VALENTE, W. R., Org. (1999) *Uma História da Matemática Escolar no Brasil, 1730-1930*. São Paulo, Brasil: Annablume/FAPESP.