

APLICATIVOS DINÂMICOS E CULTURA VISUAL NA EXPLORAÇÃO DO CONCEITO DE HOMOTETIA

Soraya Barcellos Izar¹
Marcelo Almeida Bairral²

Resumo: Com *applets* e recursos informáticos ficou mais dinâmico e desafiador trabalhar conceitos de Geometria. É importante a elaboração de novas propostas de atividades, estimulando a visualização geométrica dos alunos já nas séries iniciais do ensino fundamental. Neste artigo apresenta-se uma proposição para a abordagem de homotetia com aplicativos dinâmicos articulados a elementos da cultura visual. A pesquisa de intervenção aconteceu em 2013 com alunos do 6^o e 7^o ano (11-13 anos) do ensino fundamental do CAP-UERJ. Os dados foram coletados através do diário de campo da pesquisadora, gravações em áudio e vídeo e respostas das atividades propostas. A análise esteve circunscrita aos artefatos mediadores e à interação como forma de potencializar o aprendizado. Resultados ressaltam a importância de explorar a multimodalidade em sala de aula, favorecida pela cultura visual na abordagem de homotetia, bem como a interação dos alunos em atividades que valorizem o manuseio de aplicativos dinâmicos e de outras formas de comunicação favorecidas pela Internet.

Palavras-chave: Proposta de atividades, Homotetia, Aplicativos Dinâmicos, Cultura Visual, Ensino Fundamental.

Abstract: Working with geometric concepts has become more dynamic and challenging after applets and computing resources. It is important to draw up new proposals for activities, stimulating the geometric visualization of students even for the early grades of elementary school. In this article we present a proposal for homotety articulating dynamic applications with elements of visual culture. The intervention research happened in 2013 with elementary students (11-13 years old) at CAP-UERJ. Data were collected through the diary of the researcher's, audio recordings and video responses, and answers by proposed activities. The analysis was restricted to mediators artifacts and interaction as a way to enhance learning. Results emphasizes the importance of exploring the multimodality in classroom, favored by the visual culture, as well as the interaction of students in activities with the use dynamic devices and other ways of communication provided by Internet.

Keywords: Activities proposal, Homotety, Dynamic Applications, Visual Culture, Elementary Education.

¹ UERJ (Departamento de Matemática e Desenho, CAP-UERJ). soizar@gmail.com.

² UFRRJ (Departamento de Teoria e Planejamento de Ensino, Instituto de Educação). mbairral@ufrj.br.

1 Introdução

A utilização de recursos para auxiliar o entendimento de conteúdos diversos não é algo novo. Artefatos de naturezas diversas podem ser utilizados: músicas, versos, figuras, desenhos, imagens, tabelas, ábacos ou outras formas de calcular e, mais recentemente, computadores, vídeos, *applets*³ ou ambientes de geometria dinâmica⁴.

Em períodos distintos da história educadores se preocuparam em incitar a capacidade de visualização de seus aprendizes. Com recursos característicos de cada época, a capacidade de visualizar era instigada em diferentes áreas do ensino, como por exemplo, na Geometria, na Álgebra, no Desenho Geométrico e no Desenho Projetivo. Nos tempos atuais, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) oferecem suportes manipulativos que também podem ajudar a explorar conceitos e a estimular a visualização geométrica. Com recursos advindos das TIC, torna-se interessante trabalhar conteúdos diversos, especialmente de Geometria, estimulando a visualização geométrica, dinamizando os processos de ensino e de aprendizagem.

Esse artigo traz resultados de uma pesquisa de mestrado (IZAR, 2014) desenvolvida com foco na utilização de aplicativos dinâmicos articulados a elementos da cultura visual. A homotetia⁵ foi escolhida dentre as demais transformações planas, devido a sua aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento como na projeção cônica, utilizada na perspectiva, na arte e na arquitetura; nas escalas gráficas da cartografia; no princípio de funcionamento da câmara escura, nos processos de formação da imagem da óptica geométrica estudados na física e no processo de formação da imagem da visão humana.

A pesquisa de intervenção aconteceu ao longo do ano letivo de 2013, inicialmente com alunos do 6º ano (11-13 anos) e foi concluída com os mesmos alunos no 7º ano do ensino fundamental do CAP-UERJ. Os dados foram coletados através do diário de campo da pesquisadora, gravações em áudio e vídeo e respostas das atividades propostas. Ilustrar-se-á os resultados da análise de atividades, explorando o uso de pantógrafos virtuais, cujo foco esteve circunscrito aos artefatos mediadores e à

³ “*Applets* são pequenos programas que são executados dentro de páginas da *web*. São escritos em linguagem Java e de livre acesso aos interessados.” (BAIRRAL, 2007, p. 49).

⁴ O termo geometria dinâmica é comumente utilizado para identificar programas interativos que permitem a criação e manipulação de figuras geométricas a partir de suas propriedades, tais como Cabri Géomètre, Cinderella, Scketpad, GeoGebra.

⁵ “Homotetia é a transformação que associa dois a dois os pontos do plano, de tal modo que pares de pontos correspondentes estão alinhados com um ponto fixo e a razão das distâncias deste ponto fixo aos pares de pontos correspondentes é constante.” (RODRIGUES, 1997, p. 86).

interação como dinamizadores do aprendizado. A proposição mostrou-se eficiente em relação à compreensão, pelos alunos, dos elementos e características da transformação pontual gerada e do funcionamento de cada pantógrafo analisado.

2 Mediação e Visualização através da Cultura Visual e das TIC

A utilização de desenhos e imagens como recursos no processo de comunicação do ser humano acontece desde os primórdios da história. Os gráficos servem para divulgar ideias, ilustrar textos, melhorar a visualização de um projeto, situar um local em um mapa, expressar sensações e sentimentos e também podem atuar como significativos recursos pedagógicos.

Coelho (2011) ressalta que desde o início da civilização se discute a questão da imagem, da representação, do que é real. Santaella (2012) destaca que os elementos de uma imagem são percebidos simultaneamente pela mente humana, mesmo que a atenção não seja dirigida, ao mesmo tempo, a todos os seus detalhes. O mesmo não ocorre com o texto, que é desenvolvido de forma linear e apreendido pela mente humana de forma sucessiva como a língua falada.

As imagens são recebidas mais rapidamente do que os textos, elas possuem um maior valor de atenção, e sua informação permanece durante mais tempo no cérebro. Somos mais capazes de memorizar descrições de objetos a partir de imagens do que a partir de palavras (SANTAELLA, 2012, p. 109).

A evolução da tecnologia gráfica associada à popularização das TIC⁶ tem contribuído para a utilização, a comunicação e a expressão através de imagens. Devido ao aumento da produção imagética favorecida pelas TIC, vive-se imerso em uma complexidade de imaginários, de representações de diferentes significados culturais. A comunicação através de desenhos e imagens vem sendo potencializada na medida em que as TIC tornam mais acessíveis a edição e a utilização de fotos, de vídeos e de recursos gráficos no dia a dia das pessoas.

Tourinho e Martins (2011) ressaltam que se convive com mídias conhecidas (fotografia, televisão, filme), tradicionais (pintura, escultura, *design*), com novas mídias artísticas e multimídias (*web*) que juntas veiculam imagens de informação, arte, ficção, publicidade e cultura popular e enfatizam “[...] o papel e a importância das visualidades

⁶ Segundo Bairral (2007), as TIC envolvem um discurso multimodal, a hipertextualidade, a conectividade e a não polarização comunicativa. Esses são os princípios que nortearam a presente pesquisa. E, ao longo desse texto, o termo tecnologia será utilizado em sentido amplo e, por questões ortográficas, os termos “recurso”, “ferramenta” e “prótese” serão usados como sinônimos, embora saibamos que existem diferenças conceituais significativas entre os mesmos (FRANT; CASTRO, 2009).

e das mídias visuais no nosso cotidiano e na disseminação de ideias nas esferas pública e privada.” (TOURINHO; MARTINS, 2011, p. 53). Dessa forma pode-se considerar que elementos da cultura visual mediam significados com os nativos digitais ou da geração Z⁷, público alvo da pesquisa de campo⁸. Tourinho e Martins (2011) destacam que:

Quando vemos uma imagem, objeto ou artefato recorreremos às informações gerais e/ou ao conhecimento específico que possuímos. Recorreremos a hábitos, valores, referências e contexto para dar sentido/significado ao que vemos. Cada indivíduo utiliza suas informações, conhecimento, hábitos e referências para estruturar e dar sentido as coisas que visualiza, valorizando-as diferentemente, negociando seus significados de acordo com o contexto, sua trajetória cultural e seus interesses. (TOURINHO; MARTINS, 2011, p. 55).

A utilização de elementos da cultura visual associada às formas dinâmicas disponibilizadas pelas TIC gera recursos que estimulam a visualização do aluno em determinados contextos. A Geometria e o Desenho Geométrico são disciplinas que estimulam o desenvolvimento do raciocínio lógico, o pensamento divergente, a organização e a criatividade através da análise e da construção de figuras onde os conceitos e propriedades geométricas possam ser discutidos, estudados, compreendidos e abstraídos; além de promover o entendimento de novos saberes, em outros campos do conhecimento humano. Estas disciplinas, assim como outras que compõem a grade curricular do ensino fundamental, poderiam utilizar recursos dinâmicos manipuláveis físicos ou recursos dinâmicos manipuláveis informatizados dinamizando a forma de apresentação de seus conteúdos programáticos.

Para a disciplina Desenho, o advento da computação gráfica e a evolução dos recursos informáticos promoveram uma melhor interação e manipulação através de programas de geometria dinâmica, favorecendo o melhor entendimento sobre a forma e a posição de figuras e sólidos geométricos estudados. O dinamismo de imagens e gráficos suscita uma melhor visualização das características geométricas, acentuando a natureza transdisciplinar da disciplina.

Os recursos disponibilizados pela Geometria Dinâmica funcionariam como uma “prancheta de desenho virtual” no ensino da disciplina Desenho. Ambientes virtuais que disponibilizam aplicativos capazes de mover, rotacionar, deformar, vincular e

⁷ Os nascidos entre 1990 e 2010 são identificados pela maioria dos autores como pertencentes à Geração Z.

⁸ A pesquisa de campo foi iniciada no ano letivo 2012 com os alunos do 6º^o do ensino fundamental e concluída com os mesmos alunos no ano letivo de 2013 que, na época, estavam cursando o 7º^o ano do ensino fundamental.

relacionar elementos podem se tornar ferramentas relevantes para auxiliar na visualização ao longo do processo de ensino e de aprendizagem de Desenho Geométrico. Dentre os variados recursos e softwares, o GeoGebra e os *applets* surgem como opções interessantemente dinâmicas.

Oliveira (2010) ressalta que os instrumentos tecnológicos são responsáveis por mediar ações concretas das pessoas sobre o mundo e o mundo. Entendemos que as imagens utilizadas no desenvolvimento das atividades da pesquisa de campo intencionaram mediar (VYGOTSKY, 1991) algumas experiências para que o conceito de homotetia fosse desenvolvido pelos alunos, assim como imagens de figuras homotéticas e seus respectivos elementos poderiam mediar a identificação de processos similares. Exemplificando, na Figura 1 observa-se o posicionamento das bases do tronco de pirâmide (pirâmide reta seccionada paralelamente à base) em relação ao vértice principal e correlacionar a relação existente entre esses polígonos com as características e propriedades das figuras homotéticas.

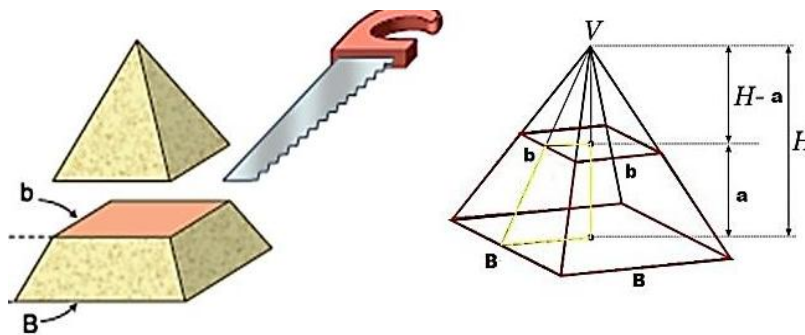


Figura 1 - Relação homotética entre as bases do tronco de pirâmide

Fonte: Imagens adaptadas pela autora.

Disponível em: <http://www.brasilecola.com/upload/e/tronco%20piramide.JPG>.

Acesso em: fev. 2016.

Relembrando o conceito, duas figuras são homotéticas quando estão situadas no plano em relação a um ponto denominado centro de homotetia de modo que este centro e os vértices correspondentes da figura original e homotética (figuras semelhantes) estejam alinhados e os lados correspondentes estejam paralelos, conforme mostra a Figura 2.

A capacidade de visualização dos discentes também pode ser estimulada e desenvolvida através de recursos dinâmicos manipulativos. Costa (2000, p. 157) destaca que “o poder da visualização” é muito relevante para o ensino e para a aprendizagem em geometria. Ferreira (1986, p. 1784) conceitua a visualização como a competência de “[...] formar ou conceber uma imagem mental de algo (que não se tem ante os olhos no momento).” Para o pesquisador português Eduardo Veloso (1998)

visualizar significa construir e manipular imagens mentais de forma que “[...] essas imagens podem destinar-se a reproduzir situações que não estão visíveis naquele momento, mas que são familiares ou podem tentar estudar situações inacessíveis, que apenas podem ser imaginadas.” (VELOSO, 1998, p. 132-133). Em sintonia com Veloso (op. cit.), Bairral (2009) destaca que o ato de visualizar ultrapassa a simples observação.

Enfim, a visualização é um processo que vai além da mera observação de algo. Além de observar um objeto o indivíduo faz associações. Ainda que seja aparentemente automática e individualizada esta é uma importante atividade cognitiva. (BAIRRAL, 2009, p. 61).

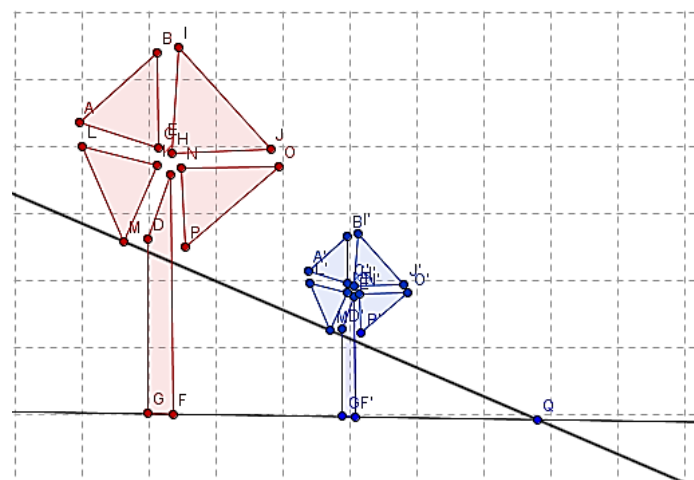


Figura 2 - Polígonos homotéticos em relação ao centro de homotetia Q e razão $\frac{1}{2}$
Fonte: Elaborado pela autora no GeoGebra.

Acatou-se o significado atribuído ao termo por Veloso por se harmonizar com os objetivos da pesquisa: contribuir com uma proposta sobre a associação de recursos dinâmicos-visuais, visando promover maior interação com os alunos do 6^o e 7^o anos do ensino fundamental e desenvolver a habilidade de visualização na exploração do conceito de homotetia.

A quantidade de recursos disponíveis na *web* que podem ser utilizados com fins educacionais convida a reflexão sobre propostas pedagógicas que os incluam. Bairral (2009) ressalta o *applet* como um interessante recurso quando direcionado a estimular a visualização dos alunos. Kenski (1998) evidencia como as novas tecnologias contribuem na articulação entre conhecimento prévio e organização do pensamento na experiência de aprendizagem. Neste contexto, a utilização pedagógica de um conjunto de recursos (gráficos dinâmicos e manipulativos, imagens, vídeos)

com o objetivo de auxiliar na visualização de conceitos geométricos nas aulas de Desenho e de Geometria para alunos do ensino fundamental se mostra muito interessante. A pesquisa busca contribuir com uma proposta que associe esses recursos, visando promover maior interação e desenvolver a habilidade de visualização na exploração do conceito de homotetia com alunos do 6^o e 7^o anos do ensino fundamental.

3 Atividades propostas: analisando a manipulação, interação e aprendizado dos alunos

Dentre as atividades desenvolvidas nas implementações escolheu-se duas situações distintas para analisar: a atividade do *Paint – Ctrl C, Ctrl V* e o bloco de atividades do pantógrafo. Para a coleta de dados em cada bloco de atividades utilizou-se os instrumentos relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 - Atividades e Instrumentos de Coleta de Dados

<i>Paint – Ctrl C, Ctrl V</i>	Pantógrafos
<ul style="list-style-type: none">- Trabalho prático <i>Ctrl C, Ctrl V</i> no <i>Paint</i>- Folha de atividade 4 - Identificação das figuras ampliadas, reduzidas e distorcidas⁹- Diário da pesquisadora- Gravação em vídeo	<ul style="list-style-type: none">- Respostas da folha de atividade 8- Depoimentos dos alunos, em áudio- Questão 4 da prova do terceiro trimestre- Diário da pesquisadora

Fonte: elaborado pela autora.

Cada conjunto de atividades foi planejado e desenvolvido para estimular a observação e o entendimento das características e propriedades das figuras homotéticas e a identificação de seus elementos, de forma a contemplar os objetivos específicos da pesquisa.

A atividade do *Ctrl C, Ctrl V* (IZAR; BAIRRAL, 2013) foi concebida para instigar a percepção dos participantes sobre como uma imagem pode ser ampliada ou reduzida proporcionalmente, utilizando o método da diagonal do retângulo que envolve, em um editor de imagens simples como o *Paint* do sistema operacional *Windows*. Contribuiu para a visualização dos elementos da transformação pelos participantes.

Como preparação para a atividade do *Paint*, foi desenvolvida com os alunos a atividade do *kit* de retângulos¹⁰ feitos em EVA¹¹ (Figura 3) que, fundamentada no

⁹ Nesta pesquisa usou-se o termo distorcer como sinônimo de deformar.

¹⁰ Disponível em: <http://www.cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/1142.pdf>. Acesso em: fev. de 2016.

¹¹ A placa de emborrachado EVA é composta por uma resina termoplástica derivada do petróleo denominada: Etil Vinil Acetato, sendo muito utilizada por artesãos, artistas e professores da Educação Infantil por ser macia, lisa, leve e fácil de ser manuseada.

método da diagonal¹² dos polígonos, ajudou-os a construir visualmente o conceito de proporcionalidade entre as figuras¹³.

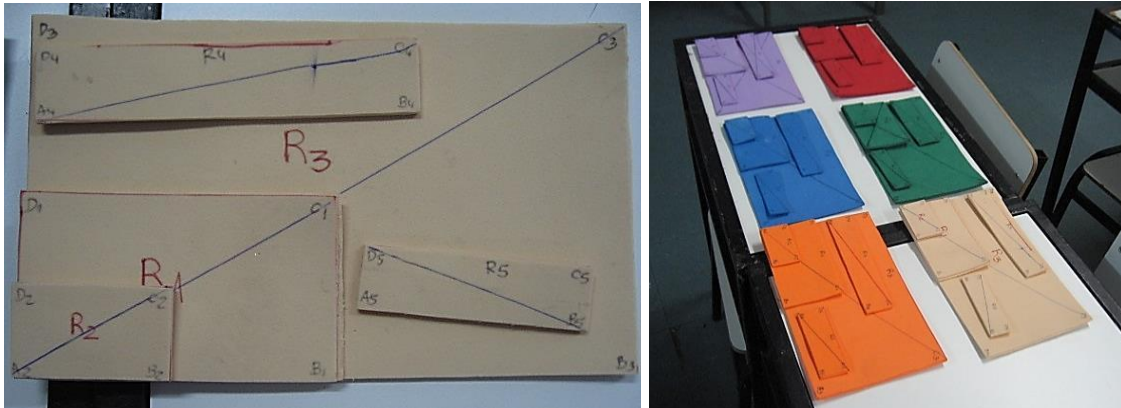


Figura 3 – Kit de Retângulos em EVA

Fonte: Registro fotográfico da pesquisa de campo.

Novas tecnologias necessitam de novas propostas, conforme enfatizado por Kenski (2004). Neste contexto, a atividade do *Paint* exemplifica a possibilidade de se desenvolver tarefas que evidenciem propriedades geométricas de figuras, utilizando recursos informáticos variados, além de incluir as TIC no dia-a-dia da sala de aula. Recursos computacionais e ferramentas disponíveis na Internet podem ser parceiras em situações de aprendizagem. Neste caso, o *applet* (BAIRRAL, 2009) foi utilizado como um recurso nas atividades do bloco dos pantógrafos virtuais, visando proporcionar ao aluno uma experiência dinâmica, trabalhando o conceito de figuras homotéticas mediante a manipulação de *applets*¹⁴ de pantógrafos virtuais, tendo como focos específicos: a visualização dos elementos; a observação das características, propriedades e relações entre as figuras representadas e manipuladas no aplicativo por pantógrafos de diferentes características; assim como promover a reflexão sobre as propriedades geométricas estruturais do Pantógrafo de Scheiner (Figura 4).

Através dos *applets* de pantógrafos virtuais do *website*¹⁵ do *Museo Universitario di Storia Naturale e dela Strumentazione Scientifica Università degli studi di Modena e Reggio Emilia* (Figura 5) e da *Associazione Macchine Matematiche*

¹² O método da diagonal pode ser explorado sem que sejam evidenciadas as relações homotéticas entre os elementos envolvidos.

¹³ Acesse <http://www.gepeticem.ufrj.br/portal/materiais-curriculares/ctrl-c-ctrl-v-no-paint-2/> e conheça um material curricular educativo gerado com esta atividade.

¹⁴ Disponível em:

http://www.macchinematematiche.org/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=152. Acesso em: fev. 2016.

¹⁵ Disponível em: http://www.museo.unimo.it/theatrum/macchine/_00the.htm. Acesso em: 20 fev. 2015.

(Figura 6) os estudantes deveriam ser capazes de reconhecer figuras homotéticas ampliadas ou reduzidas em função de uma razão de homotetia.

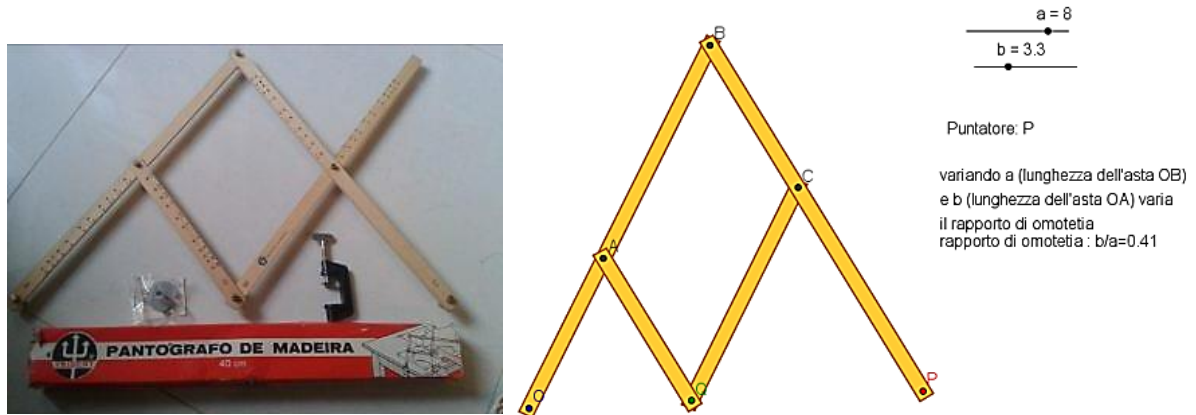


Figura 4 - Pantógrafo de madeira e virtual (Scheiner)

Fonte:

<http://www.macchinematematiche.org/images/macchine/trasformazioni/simulazioni/omotetia.html>
Acesso em: jan. 2016.

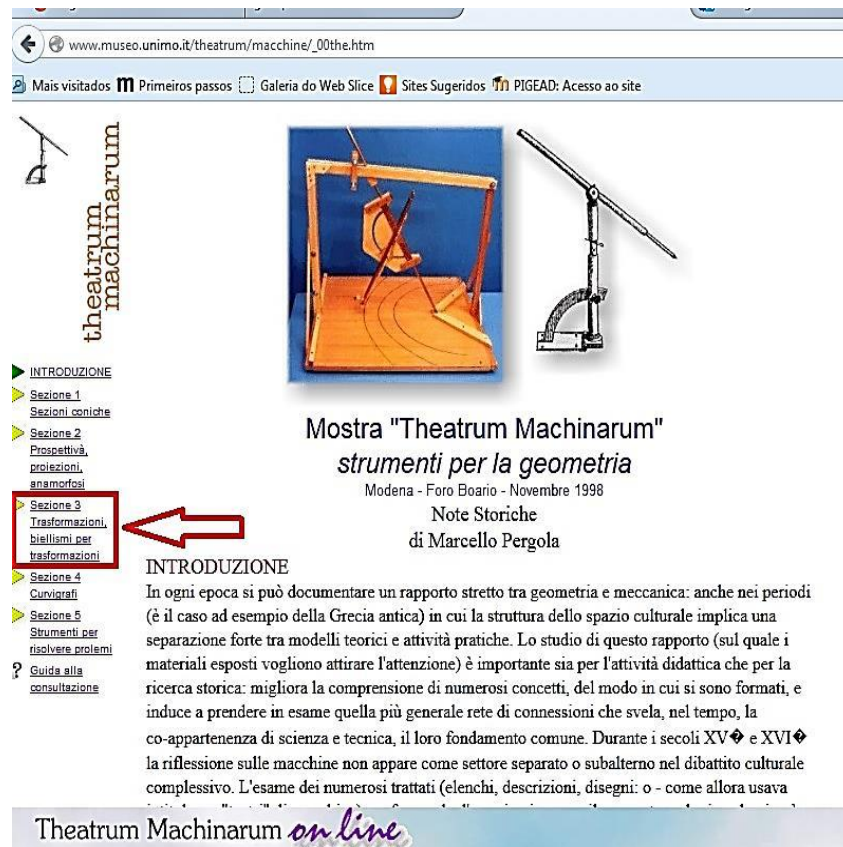


Figura 5 – Print da tela do *website* do Museo Universitario di Storia Naturale

Fonte: Disponível em:

http://math-info.criced.tsukuba.ac.jp/museum/MathematicalInstruments/macchine/_00the.htm
Acesso em: fev. 2016.

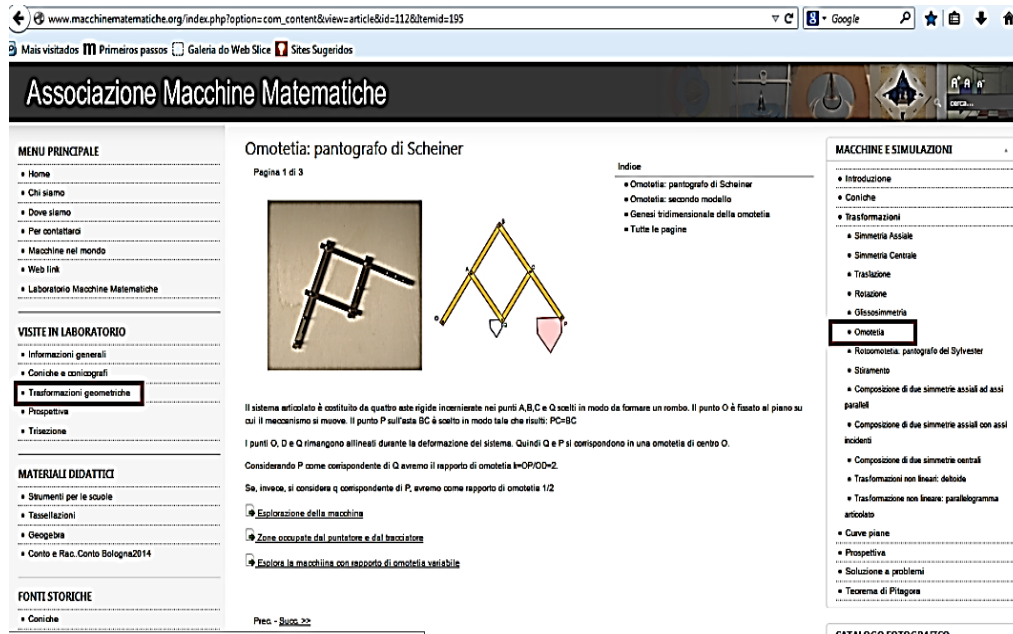


Figura 6 – Print da tela do *website* da Associação Macchine Matematiche

Fonte: Disponível em:

http://www.macchinematematiche.org/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=195 Acesso em: fev. 2016.

Implementado em dois encontros de duas horas-aula no LEDEN¹⁶, o conjunto de atividades dos pantógrafos foi desenvolvido nas quatro turmas do 7º ano do ensino fundamental do CAp-UERJ em 2013, onde a pesquisadora-regente desenvolveu a pesquisa de campo. O primeiro encontro foi planejado para ambientação e manipulação dos *applets* dos pantógrafos, virtuais conforme exposto no Quadro 2. No segundo encontro, os alunos deveriam, ao movimentar os *applets*, observar com atenção os elementos da representação e responder as questões da Folha de Atividades nº 8 (FAT-8), disponibilizadas em um arquivo do *Word* na área de trabalho de cada computador do laboratório.

Por acreditar que a interação e as trocas são muito importantes para a observação e aprendizagem dos conceitos explorados (VYGOTSKY, 1991) e devido à organização física do LEDEN optou-se por trabalhar com os alunos em duplas. Os *applets* da seção 3 da mostra "*Theatrum Machinarum*" (*strumenti per la geometria*) do *website* do *Museo Universitario di Storia Naturale* foram escolhidos devido ao formato

¹⁶ Por ocasião da pesquisa de campo, o Laboratório de Ensino de Desenho do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (LEDEN do CAp-UERJ) estava equipado com dezesseis computadores para alunos com acesso a internet, um servidor, um quadro interativo, quatro notebooks e um computador para edição de vídeos.

da apresentação e também o enfoque interdisciplinar, integrador e dinâmico da exposição das máquinas, embora o conteúdo sobre pantógrafos seja encontrado em diversos sites.

Quadro 2 – Organização do conjunto de atividades do Pantógrafo

Encontro 2 – 100 minutos (2 h/a)		
Nº	Etapas	Estimativa de Tempo (min)
1	Acesso ao site e à folha de atividades 8	10
2	Manipulação dos <i>applets</i> – Pantógrafo virtual	40
3	Execução das respostas da folha de atividades 8	45
4	Salvamento do arquivo	05

Fonte: Elaborado pela autora.

A manipulação e a interação com os aplicativos dos pantógrafos virtuais seriam importantes, pois motivariam a observação das características das figuras desenhadas por cada pantógrafo (posição, tamanho dos lados, abertura de ângulos, etc.), além de suas características estruturais. Cada dupla de estudantes deveria identificar os arquivos e salvá-los na área de trabalho de cada máquina do laboratório para coleta e análise posterior.

O *kit “TRANSFORMAZIONI”* e as perguntas do arquivo *“kit nuove”*, disponibilizado pelo site italiano *Associazione Macchine Matematiche*, inspiraram as questões da folha de atividades 8 da pesquisa de campo. O Quadro 3 organiza as perguntas da FAT-8 e seus respectivos objetivos, relacionados à estrutura do pantógrafo.

Quadro 3 – Objetivos das perguntas da folha de atividades 8 (FAT-8), 1ª parte

1ª parte - Estrutura do Pantógrafo		
Nº	Pergunta	Objetivo
1.1	Quantas hastes compõem o pantógrafo?	Verificar o número de hastes da estrutura de cada pantógrafo.
1.2	Que figura geométrica é formada pelas hastes ABCD e BCQP?	Identificar as figuras geométricas definidas pelas hastes.
1.3	Quais são os vértices livres?	Identificar os pontos que se movimentam livremente.
1.4	Quais são os vértices limitados?	Identificar os pontos que se movimentam através do movimento de outros.
1.5	Por que são limitados?	Analisar o motivo da limitação de movimento de alguns vértices.

Fonte: Elaborado pela autora.

As perguntas relativas à estrutura do pantógrafo intencionavam levar o aluno a identificar os polígonos formados por suas hastes e verificar a relação desses polígonos com a figura desenhada pelo instrumento. No caso do pantógrafo de homotetia (Scheiner), observar os triângulos formados pelo pontos OAQ e OBP, o

paralelismo entre os segmentos AQ e BP e entre OB e CQ, assim como o paralelogramo definido por ABCQ, conforme mostra a Figura 7.

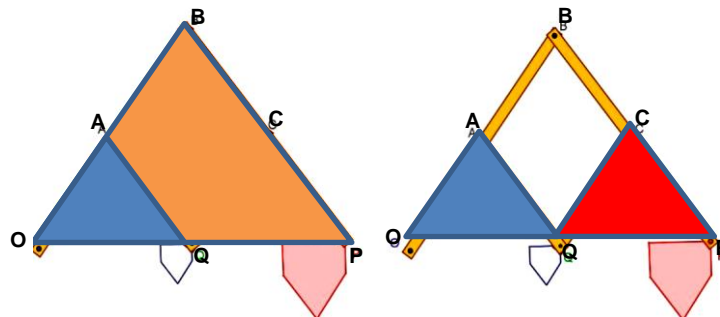


Figura 7 - Polígonos formados pelas hastes do pantógrafo de Scheiner.
Fonte: elaborado pela autora.

A identificação do ponto fixo do sistema (O), dos pontos articulados (A, B e C) e dos pontos livres (P e Q) são importantes para verificar a relação entre a figura original e a figura transformada. As questões relativas a segunda e terceira parte da FAT-8 estimulavam a observação e a reflexão sobre as características da figura original e da figura transformada em relação a estrutura do sistema articulado, cujos objetivos estão organizados nos Quadros 4 e 5.

Quadro 4 – Objetivos das perguntas da folha de atividades 8 (FAT-8), 2ª parte

2ª parte - O que o pantógrafo faz?		
Nº	Pergunta	Objetivo
2.1	Se o ponteiro P descrever um segmento (com determinado comprimento), que figura que o traçador Q desenhará?	Observar o movimento que o ponteiro e o traçador fazem ao se movimentarem no plano e a figura desenhada resultante desse movimento.
2.2	Compare o tamanho, forma e posição das figuras desenhadas pelo ponteiro e traçador. Possuem o mesmo tamanho? São semelhantes?	Verificar a semelhança entre as figuras original e desenhada. Comparar as dimensões da figura original com as da figura desenhada.
2.3	Quando o ponteiro P corre ao longo da forma de uma figura, o marcador Q corre ao longo da forma da figura correspondente, no mesmo sentido ou não?	Observar o sentido do movimento feito pelo ponteiro e pelo traçador.
2.4	Se o ponteiro P segue uma curva ou descreve uma figura, em seguida o traçador Q desenha uma curva ou uma forma de _____.	Analisar a dimensão e formato do desenho obtido pelo pantógrafo.
2.5	Se existisse no plano um ponto R e fosse necessário determinar o ponto S correspondente pelo traçador, como o ponto S poderia ser obtido a partir do ponto R, sem o uso do pantógrafo?	Descrever a sequência de traçados para obter o desenho sem o auxílio do pantógrafo.
2.6	Que transformação é executada pelo pantógrafo?	Identificar a transformação pontual executada pelo pantógrafo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 5 – Objetivos das perguntas da folha de atividades 8 (FAT-8), 3ª parte

3ª parte - Como o pantógrafo trabalha?		
Nº	Pergunta	Objetivo
3.1	Que características do pantógrafo permitem a manutenção da relação entre os pontos P e Q?	Observar a relação entre as hastes congruentes e sua posição relativa no conjunto.
3.2	Justifique a resposta.	Correlacionar as características da figura original e transformada com as propriedades estruturais do pantógrafo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme exposto no Quadro 1, considerou-se os dados obtidos das respostas da FAT-8, os depoimentos em áudio de alunos, as respostas da quarta questão da prova do terceiro trimestre letivo e o diário da pesquisadora na análise desta atividade. O gráfico da Figura 8 mostra o desempenho das duplas de estudantes na atividade.

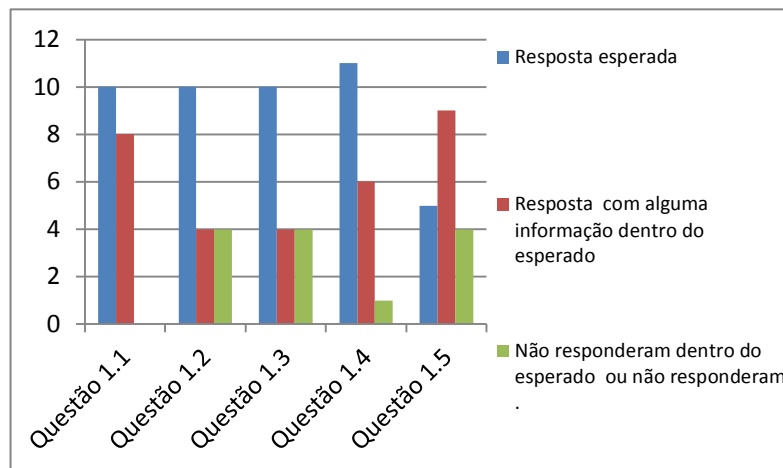


Figura 8 - Respostas da primeira parte da FAT-8

Fonte: Elaborado pela autora.

Como elemento complementar para a análise, foi registrado em áudio uma conversa informal com alguns alunos com o objetivo de coletar impressões mais diretas sobre a atividade dos pantógrafos. Nela foram pontuadas questões sobre as características da figura transformada gerada pelo pantógrafo de Scheiner: a posição do ponto fixo e dos pontos livres (ponteiro e traçador), os polígonos formados pelas hastes e as propriedades destes polígonos que estruturam o movimento do pantógrafo.

A produtiva conversa com as três alunas da turma 73, transcrita na íntegra no Apêndice 3 da dissertação (IZAR, 2014), confirmou algumas impressões que surgiram na análise das respostas da FAT-8. As estudantes acharam que as perguntas da FAT-8 deviam ser mais diretas, entretanto concordaram que a observação e manipulação

do *applet* ajudaram-nas a responder as questões. Elas evidenciaram que o conceito de figuras semelhantes e de figuras homotéticas foi compreendido, assim como a identificação dos elementos do sistema: centro, figura original, figura homotética. Também verbalizaram que entenderam melhor o conteúdo homotetia, pois foi mais desenvolvido em relação às demais transformações pontuais (simetria central, simetria axial, translação e rotação).

A observação das respostas individuais dos alunos na quarta questão da prova do terceiro trimestre do ano letivo de 2013 sobre o pantógrafo concluiu a análise da pesquisa. A questão (Figura 9) consistia em observar a imagem do pantógrafo, os polígonos representados e verificar se as seis afirmativas dadas eram verdadeiras ou falsas. Inspiradas na FAT-8, as afirmativas da questão tinham o objetivo de verificar até que pontos os conceitos vivenciados pelas turmas durante a execução das atividades foram apreendidos.

4. Coloque verdadeiro (V) ou (F) nos parênteses das afirmativas dadas, observando a imagem abaixo. (1.2)

a) (V) A imagem mostra um pantógrafo, a imagem original e a imagem transformada por homotetia.

b) (V) No pantógrafo, o centro de homotetia é o ponto O.

c) (F) Se, no pantógrafo, o lápis estiver no ponto Q e a ponta seca no ponto P, a figura transformada será a seta menor.

d) (V) Nas hastes do pantógrafo, a figura definida pelos pontos XPYZ é um paralelogramo.

e) (V) Os segmentos XP e ZQ estão sempre paralelos mesmo quando o pantógrafo se movimentar.

f) (F) Os triângulos OXP e OZQ, definido nas hastes do pantógrafo, não são semelhantes.

Figura 9 – Quarta questão da prova 3º trimestre de Desenho – 7º ano de 2013
Fonte: elaborado pela autora.

O desempenho das turmas na quarta questão da prova do 3º trimestre de 2013 está ilustrado na Figura 10.

Pensando no potencial educativo de *blogs* (BITENCOURT, 2005; BAIRRAL, 2007, 2009), cuja natureza interativa e integrada extrapola os limites físicos da sala de aula, foi desenvolvido o *blog* Homotetia através de aplicativos dinâmicos, contendo

conteúdos, recursos dinâmicos *on-line*, vídeos e curiosidades sobre homotetia, com o intuito de estimular a interação alunos-professora-pesquisadora. De forma análoga foi criado no *Facebook* o Grupo Estudos de Homotetia CAP-UERJ, aproveitando a forma como as redes sociais interagem no cotidiano de seus membros e estimulando a observação dos conceitos e propriedades da homotetia.

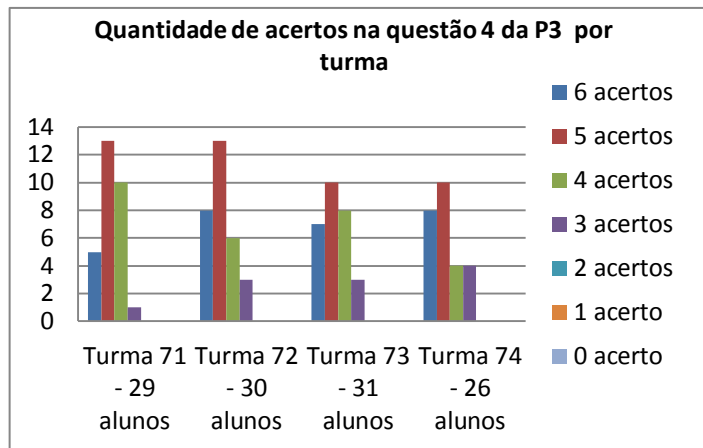


Figura 10 - Desempenho das turmas na questão 4 da prova trimestral ano letivo 2013
Fonte: Elaborado pela autora.

Incentivou-se que os alunos elaborassem *blogs* sobre homotetia, abordando curiosidades, vídeos, imagens sobre o tema. Alguns grupos se envolveram bastante na montagem dos *blogs*, atuando como *web designers* mirins. Alguns alunos mostraram preocupação com a organização dos elementos gráficos, as cores e as imagens utilizadas, a escolha da fonte adequada, a forma de produção dos textos para publicação, mostrando preocupação com a estética do *blog* e refletindo sobre como utilizar os elementos gráficos e os textos para garantir uma melhor comunicação. Alguns alunos se surpreenderam ao constatar que seus *blogs* haviam sido visualizados em locais do mundo jamais imaginados, ou seja, a atividade estimulou um estado de consciência em alguns alunos sobre o alcance deste recurso e da responsabilidade do ato de informar.

Os estudantes, sujeitos de nossa pesquisa, são nativos digitais que convivem naturalmente com os recursos da tecnologia digital (PRENSKLY, 2001). Em seu dia a dia editam imagens e vídeos, enviam fotos capturadas em celulares; acessam a *web* de celulares e *tablets*; pesquisam na *web* conteúdos diversos; ouvem música ao mesmo tempo em realizam outras atividades; enviam arquivos via mensagem de texto; entre outras atividades. Isso leva a reflexão sobre o planejamento de atividades que contemplem as habilidades desses estudantes e estimula a propor a elaboração de

atividades que associem as habilidades dos alunos nativos digitais às atividades e conteúdos desenvolvidos no cotidiano escolar.

Assim como Prensky, pesquisadores (LÉVY, 1993; BAIRRAL, 2009; KENSKI, 2004) sinalizam tal possibilidade. Acredita-se que é extremamente importante a atualização do corpo docente para a utilização das TIC, mesmo levando em consideração que os recursos, naturalmente atraentes e estimulantes para os nativos digitais, não são necessariamente tão naturais e confortáveis para a maioria dos professores, imigrantes digitais.

Caracterizada como uma pesquisa de atividade de ensino, as atividades da pesquisa de campo se inseriram na prática da pesquisadora, com as turmas de 6^o e 7^o anos que estavam sob sua regência, nos anos letivos de 2012 e 2013. Não houve procura por um grupo ideal de alunos para a implementação e desenvolvimento das atividades. E mesmo reconhecendo que não foi simples, muito menos fácil, sinaliza-se que é um trabalho possível e com respostas gratificantes. Como, por exemplo, a constatação espontânea do aluno MP da turma 74, ao observar o desenho da referida transformação feita no quadro branco da sala de aula, que a simetria central é uma homotetia inversa. Ou os desenhos do aluno CIC da turma 64 -74 (Figura 11) que registravam suas impressões sobre as bases paralelas e homotéticas de um tronco de pirâmide. Ou a reação do mesmo aluno ao correlacionar a atividade do *kit* de retângulos de EVA (retângulos de diagonais coincidentes) com o desenho de um tronco de pirâmide no quadro branco da sala, visualizando e identificando a relação homotética existente entre ambos.

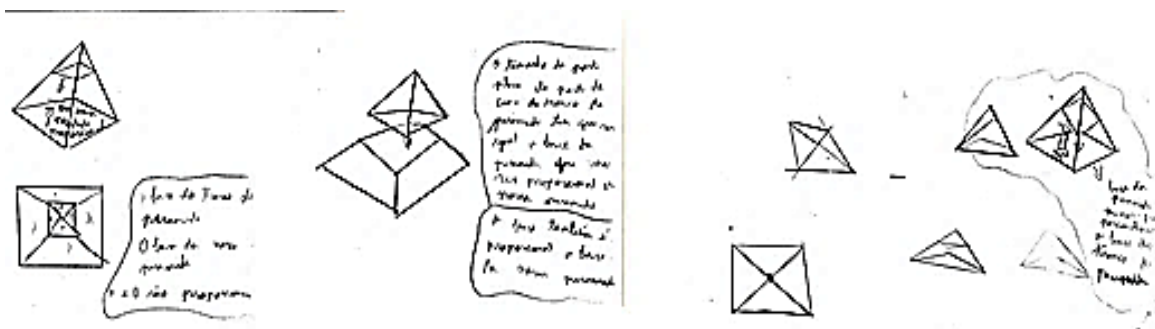


Figura 11 – Estudo do aluno CIC – T.64-74 sobre as bases homotéticas do tronco de pirâmide
Fonte: Produção espontânea do aluno CIC em janeiro de 2013.

A pesquisa-intervenção, que normalmente é organizada com grupos menores de participantes, foi um desafio para a pesquisadora, pois as atividades foram aplicadas nas turmas de aproximadamente 30 alunos. A dinâmica das atividades (propõe – explica - manipula – explora – fixa) mediada pelos recursos dinâmico-visuais

e promovida pela interação entre os alunos e a professora-pesquisadora foi produtiva. As atividades também serviram para evidenciar os estudantes, enquanto usuários dos recursos informatizados. Na edição de imagens, a utilização da tecla *Print Screen* para capturar a tela do monitor que está sendo exibida para posterior edição da imagem foi um recurso novo para muitos. Por ocasião da atividade dos pantógrafos, destacou-se a interessante solução encontrada por algumas duplas de alunos que, sem a interferência da professora reduziram a tela do *browser* e a do Word para que pudessem manipular os *applets* e responder às perguntas da folha de atividades 8 (FAT-8), de maneira mais confortável e rápida.

4 Considerações Finais

A necessidade de trabalhar com recursos que favorecessem a visualização das características e propriedades das figuras geométricas estudadas em conteúdos programáticos da disciplina Desenho Geométrico foi a motivação para o desenvolvimento deste trabalho de forma que os alunos pudessem desenvolver o tema escolhido (homotetia), utilizando recursos dinâmicos de uma maneira lúdica e estimulante.

Espera-se que os resultados desta investigação contribuam para o planejamento e a implementação de novas atividades voltadas para o ensino de Desenho, de Matemática e de outras disciplinas com recursos dinâmicos. Assim como o *blog* Homotetia através de aplicativos dinâmicos atuou como instrumento de diálogo *on-line* entre a professora-pesquisadora e os alunos, consegue-se vislumbrar outras atividades de pesquisa com estudantes do ensino fundamental e médio, como por exemplo:

- potencializar o uso de *blogs*, do *Facebook* ou de outros espaços comunicativos na *web*, como estratégias de ampliar as formas de interação e compartilhamento por parte dos alunos;
- implementar mais situações com pantógrafos virtuais e convencionais em busca de novas formas de relacionar as atividades fazendo uso desses recursos com outras a serem propostas;
- elaborar novas situações com pantógrafos virtuais com foco em atividades de ampliação/redução em dispositivos *touchscreen*.

Seriam mais algumas contribuições para desenvolver estratégias de análise de proposições que tenham a imagem como um de seus elementos principais, direcionado para novas formas de ensinar e aprender; para analisar o uso de recursos

dinâmico-visuais e a aprendizagem dos sujeitos envolvidos, assim como a produção do conhecimento na área educacional.

Agradecimentos

Agradecimentos à direção e aos alunos do 7^o ano de 2013 do CAp-UERJ, parceiros de suma importância na realização da pesquisa de campo; aos integrantes do GEPETICEM e do OBEDUC, pelas trocas profícuas; à CAPES, pelo apoio financeiro no âmbito do Observatório da Educação (Programa 11134).

Referências

BAIRRAL, M. A. **Discurso, Interação e Aprendizagem Matemática em Ambientes Virtuais a Distância**. Rio de Janeiro: Edur, 2007.

BAIRRAL, M. A. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação e Educação Matemática**, v.1. Rio de Janeiro: Edur, 2009.

BITENCOURT, J. B. **Artigo elaborado para a oficina de blogs pedagógicos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/PEAD/Semana01/blogs_conceitos.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2016.

COELHO, R. **Contexto: as imagens na sociedade**. [22 a 26 de agosto Agosto de 2011]. Rio de Janeiro: TV Escola/ Salto para o Futuro, Série Cultura Visual e Escola, pgm.1 - ver e ser visto na contemporaneidade. Entrevista concedida a Murilo Ribeiro.

COSTA, C. Visualização, veículo para a educação em geometria. In: M. J. SARAIVA, M. I. COELHO e J. F. MATOS (Orgs.). **Ensino e Aprendizagem da Geometria**. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 2000. p. 157-184.

FERREIRA, A. B. H.. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FRANT, J. B.; CASTRO, M. R. **Um modelo para analisar registros de professores em contextos interativos de aprendizagem**. *Acta Scientiae*, 11(1), 31-49. 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/53>>. Acesso em: mar. 2016.

IZAR, S. B. **Explorando o conceito de homotetia com alunos do ensino fundamental: uma abordagem com aplicativos dinâmicos inspirada na cultura visual**. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Abril de 2014.

IZAR, S. B.; BAIRRAL, M. A. **Ctrl C, Ctrl V: alunos ampliando e reduzindo figuras no Paintbrush**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2013, Montevideo. Anais... Montevideo: Colégio Seminário, 2013. p. 6285-6292.

KENSKI, V. M. **Novas tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente**. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, n.8, ago. 1998. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24781998000200006&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004.

LÈVY, P. **As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da Informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

OLIVEIRA, M. K. de **Vygotsky – Coleção Grandes Educadores**. [Filme-vídeo]. Produção Régis Horta, direção de Régis Horta. São Paulo, Atta Midia e Educação, 2010. DVD, 45min. Color, som.

PRENSKY, M. **Nativos e Imigrantes Digitais**. Disponível em: <<http://pdfcast.org/download/nativos-digitais-imigrantes-digitais-marc-prensky.pdf>> Acesso em: 11 abr. 2016.

RODRIGUES, M. H. W. L. **Transformações Pontuais: fundamentos, anotações e exercícios**. Rio de Janeiro: (Apostila da disciplina Teoria do Desenho Geométrico II, oferecida na Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro), 1997.

SANTAELLA, L. **Leitura de imagens**. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

TOURINHO, I.; MARTINS, R. Circunstâncias e ingerências da cultura visual. In: MARTINS, R.; TOURINHO, I (Orgs) **Educação da Cultura Visual: Conceitos e Contextos** Santa Maria: Editora UFSM, 2011. p. 51-68.

VELOSO, E. **Geometria, temas atuais: materiais para professores**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.