



SÉRIES DE ESTUDO INTERATIVO-DINÂMICAS: CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO

Maria Helena Wyllie Lacerda Rodrigues
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes
wyllie@acd.ufrj.br

ABSTRACT

This paper describes a didactic alternative based on the exploration of a set of sequential files named SEID – Dynamic Interactive Study Series. The twelve SEID modules, developed for the conceptual learning of the geometric transformations and their applicability to the resolution of problems and creation of visual products, were experimentally worked on by graduate students in the Graphics Representation Techniques Course, during the first semester of 2007 at UFRJ. The paper includes information about the structure given to the sequences and the care taken by the author when constructing them, as well as the students' qualitative evaluation of the material.

Key words: interactivity, self-learning, dynamic geometry, transformation geometry.

RESUMO

Descreve-se, neste artigo, uma alternativa didática baseada na exploração de um conjunto de arquivos seqüenciais chamado SEID - Séries de Estudo Interativo-Dinâmicas. Os doze módulos SEID, dedicados ao aprendizado conceitual de transformações geométricas e à sua respectiva aplicabilidade na resolução de problemas e na criação de produtos visuais, foram trabalhados experimentalmente por alunos do Curso de Especialização em Técnicas de Representação Gráfica, ao longo do primeiro período letivo de 2007 na UFRJ. O relato inclui informações sobre a estrutura dada às seqüências e os cuidados tomados em sua construção, assim como a avaliação qualitativa do material feita pelos pós-graduandos.

Palavras-chave: interatividade, auto-aprendizado, geometria dinâmica, geometria das transformações.

1 Introdução

De uma forma ou de outra, sempre que se pensa na expressão gráfica, acaba-se refletindo sobre temas cuja raiz comum é a capacidade de visualização, competência amplamente investigada por pesquisadores atuantes na área de estudo da imagem, seja ela técnica ou artística.

Como definir tal potencialidade?

Segundo Arnheim (1970), ela inclui um rol de saberes tais como: selecionar, captar o que há de essencial, simplificar, abstrair, analisar, sintetizar, concluir, retificar, comparar, resolver problemas, selecionar, colocar em contexto etc.

Um aspecto não menos relevante, lembrado por Newcombe e Learmonth (2005, p. 216), merece aqui ser acrescentado: “a habilidade de pensar antecipadamente sobre as conseqüências do movimento espacial”.

Qual é a importância de desenvolver tais faculdades?

Alsina e Nelsen (2006, p. 123) oportunamente assinalam que “além das ferramentas usadas para visualização, do giz tradicional ao mais recente *software*, a visualização na sala de aula tem seus próprios valores pedagógicos”. Informam os mesmos autores que, entre os requisitos levantados em 2000 pelo Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM - USA), se encontram a “resolução de problemas, raciocínio, prova, comunicação, conexões e representação”, e que todos esses domínios “requerem que os estudantes pensem visualmente ou podem ser adquiridos por meios que incorporam a visualização”.

Os estudos sobre os campos de aplicação da ‘mente gráfica’ resultam do trabalho interdisciplinar de matemáticos, artistas, arquitetos e designers (KAPPRAFF, 2006). Incluem-se neste grupo os programadores de ambientes gráfico-computacionais, os docentes pesquisadores e demais profissionais que lidam com a representação da forma.

Em que medida os programas de auxílio ao desenho podem contribuir para a aquisição de competências na área gráfica?

O grafismo digital vem ampliando a oferta de micromundos em que se pode trabalhar e criar materiais didáticos como meios não somente de formar e desenvolver as capacidades e habilidades acima listadas mas, também, de estimular a criatividade no exercício da expressão gráfica. Entretanto, referindo-se à utilização desses aplicativos, Wolfe (2000, p. 1) chama a atenção para o valor da “alfabetização visual”, enfatizando que além do conhecimento e domínio das técnicas, ela requer que se compreenda como os elementos de uma imagem atuam em conjunto de maneira a formar um significado para o observador. Com respeito ao emprego de *software* para modelar e representar objetos, o autor define a “alfabetização visual” como “a habilidade de analisar uma imagem ou animação e identificar os efeitos gráficos que foram usados para criá-la”.

Outra contribuição para este debate é trazida por Wickens, Vincow e Yeth (2005, p. 383), quando destacam a importância da ‘transformação mental’ para a realização de certas tarefas nessas ambientações, justificando tal necessidade com exemplos que

envolvem a cognição espacial: “navegação, controle de veículo, manipulação de dispositivos e compreensão de estruturas de dados”. Isso exige que o designer de interfaces crie quadros de referência capazes de dar suporte àqueles tipos de atividade.

Como devem ser conduzidas as disciplinas que se inserem nesse universo visual?

No prefácio¹ do livro “How to Solve it” (POLYA, 2004, p. V), o autor dirige aos educadores um alerta e, simultaneamente, uma ressalva: “se o professor ocupa o tempo de seus alunos em sala de aula com operações rotineiras, ele acaba por matar o interesse destes pelo conteúdo e retardar seu desenvolvimento intelectual, desperdiçando assim uma excelente oportunidade”. Porém, se ele desafia a curiosidade de seus estudantes, apresentando-lhes determinadas situações–problema e os ajuda a resolvê-las propondo-lhes questões estimulantes, consegue fazer com que criem o gosto pelo estudo e se emancipem, ou seja, que adquiram um pensamento autônomo.

O lembrete de Polya, de certa forma, responde à pergunta acima, incitando os professores a conceber estratégias que, efetivamente, possam ampliar a capacidade de visualização dos alunos.

Com o que foi discutido até aqui, dispõe-se de argumentação suficiente para confirmar a multiplicidade de campos em que a expressão gráfica transita e, assim, justificar o empenho em contemplar diferentes dimensões através dos módulos didáticos SEID, descritos a seguir.

2 Séries de Estudo Interativo-Dinâmicas (SEID)

As seqüências construídas destinam-se ao ensino/aprendizado de transformações pontuais básicas e foram exploradas na disciplina Geometria Gráfica Bidimensional II por alunos do curso de Técnicas de Representação Gráfica (pós-graduação lato sensu), oferecido pela Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

De certa forma, o conjunto SEID vem a ser uma opção didática inspirada no “Transpontuais” – ambiente computacional já divulgado à comunidade científica através de revistas especializadas e congressos nas áreas de matemática e de expressão gráfica (RODRIGUES e RODRIGUES, 2001, 2000; RODRIGUES, BRAVIANO, RODRIGUES, 2003). Contudo, embora desenvolvendo os mesmos conteúdos e apresentando situações–problema similares, a presente alternativa traz vantagens apreciáveis que compensam algumas limitações da anterior. Uma delas é a de levar o aprendiz a interagir o tempo todo com o que lhe é apresentado; aqui, por estar operando no próprio ambiente de geometria dinâmica, ele pode efetivamente desenhar, o que não ocorre no Transpontuais, cuja manipulação consiste apenas em pressionar botões. Outra é a diversificação das atividades propostas, permitindo-lhe não somente reconstruir conceitos como, também, familiarizar-se com as ferramentas de construção, explorar as opções de trabalho do *software*, fazer descobertas e conjecturas, desenvolver o raciocínio, reconhecer a

¹ O prefácio da edição 2004 é a reprodução exata do que está na primeira edição do livro, em 1945.

aplicabilidade das transformações geométricas em programação visual e usar a criatividade para conceber suas próprias composições. Uma terceira vantagem reside na maneira como o assunto é conduzido e trabalhado; o conhecimento não é disponibilizado ‘gratuitamente’ e, sim, conquistado pouco a pouco pelo estudante através de tarefas, figuras animadas, questões e desafios que lhe são apresentados.

Na produção das séries, a autora utilizou o programa “The Geometer’s Sketchpad”, procurando tirar proveito do potencial didático de alguns de seus recursos, notadamente, a possibilidade de organizar o conteúdo em páginas sucessivas e a utilização dos botões de ação “mostra/esconde” e “animação”.

2.1 Estrutura do conjunto SEID

Projetado para servir como material de auto-estudo, o conjunto SEID dispõe de 12 arquivos cujo conteúdo tem a distribuição apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Organização do conjunto SEID.

TEMA DE ESTUDO	SEID
Reflexão	1, 2, 3
Meio-giro	4, 5
Translação	6, 7
Rotação	8, 9
Homotetia	10, 11
Roto-homotetia	12

Cada transformação pontual é abordada em mais de uma série: a primeira delas visa sempre à sua conceituação e a segunda² destina-se à sua respectiva aplicabilidade na resolução de problemas. O Quadro 2 mostra o roteiro dado à condução dos temas de estudo nas seqüências.

Quadro 2: Encaminhamento do conteúdo.

SEID DE CONCEITUAÇÃO	SEID DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
Exposição dinâmica	Apresentação de uma situação-problema
Estímulo ao pensamento geométrico	Figura de análise animada
Definição	Desenvolvimento do raciocínio
Operacionalização	Análise da questão
Aplicabilidade em produtos visuais	Problema fundamental
Estímulo à criatividade	Proposta de exercícios
Respostas às perguntas e	Questões resolvidas

² No caso da ‘reflexão’, incluiu-se uma terceira série destinada ao estudo de caminhos mínimos e, no da ‘roto-homotetia’, só se desenvolveu o módulo de conceituação.

2.2 Estratégias usadas na elaboração do conjunto SEID

As séries, cujo objetivo é levar o estudante a reconstruir o conceito de cada transformação pontual, começam com a apresentação de uma imagem previamente elaborada de modo a possibilitar a visualização daquele tipo de deslocamento. A Figura 1 apresenta o primeiro momento de demonstração dessa função na SEID-8. Na barra inferior da janela principal podem ser vistos os botões de acesso às diversas páginas do módulo e, no espaço útil da tela, aqueles que, após ativados, permitem, respectivamente, imprimir movimento a elementos da imagem e mostrar perguntas acompanhadas de um estímulo à observação.

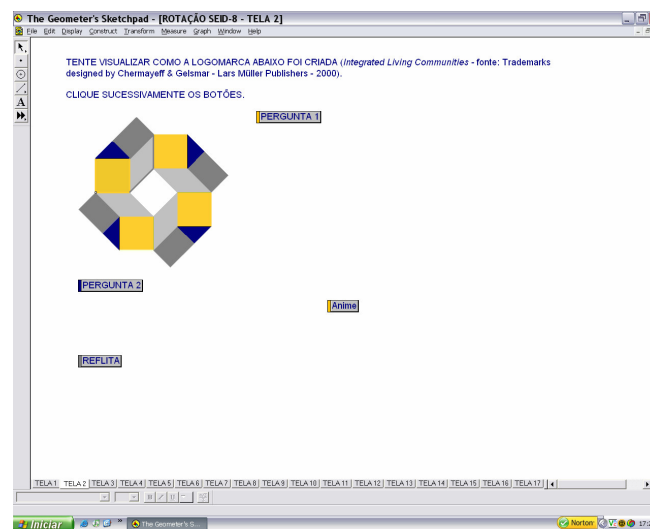


Figura 1: Estímulo visual para a apropriação do conceito de rotação.

Na Figura 2, vê-se a mesma tela após dado o "click" nos botões, quando pode ser apreciado um dos momentos da animação na logomarca exposta.



Figura 2: Tela 2 da SEID-8, com textos e animação à mostra.

Uma vez apropriado o conceito daquela transformação, incentiva-se o aluno a explorar os comandos que permitirão aplicá-la e propõem-se atividades que o façam perceber a sua utilidade na criação de produtos visuais. A Figura 3 reproduz a tela em que se pede para refazer, em tamanho maior, a logomarca apresentada como modelo.



Figura 3: Aplicabilidade da rotação - SEID-8.

Em cada SEID dedicada à conceituação, há sempre uma tarefa que estimula a criatividade. Nesse momento, sugere-se ao aluno que utilize aquela transformação pontual para conceber uma composição plástica, criando para ela um botão de animação (Figura 4).

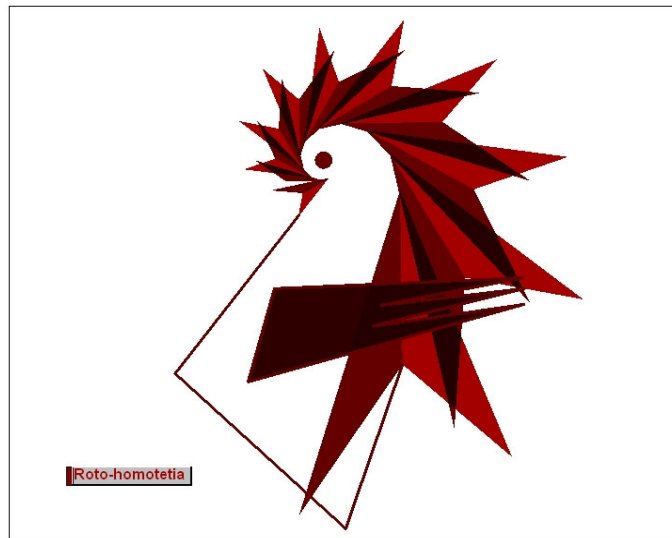


Figura 4: Composição com uso de roto-homotetia
(autora: Sônia Sá Vianna).

Outro recurso de expressivo poder didático, desta vez nas seqüências voltadas para a resolução de problemas, é a possibilidade de imprimir movimento às figuras de análise. Já experimentada em outras ocasiões, essa opção comprovou ser de fundamental importância para levar o aluno a galgar um degrau na evolução do seu “pensamento geométrico”: passar da dimensão estática à dinâmica (RODRIGUES e RODRIGUES, 2006). A Figura 5 ilustra esse tipo de estratégia, mostrando a figura de análise da situação-problema num dos instantes de sua animação, quando o segundo lugar geométrico do ponto-chave B - reta c' - é construído.

4. As retas **a**, **b** e **c** representam ruas de um bairro, onde se distribuem 3 agências bancárias: a do Itaú, na rua **a**, do Banco do Brasil na rua **b** e do HSBC na rua **c**. Sabe-se que as três agências são equidistantes entre si e que uma delas se opõe à do Itaú, em relação à rua **d**, transversal às demais. Dado o ponto **I**, que representa a agência do Itaú, localizar os pontos **B** (Banco do Brasil) e **H** (HSBC), no mapa improvisado.

[ANÁLISE]
 Ponto-chave:
 LG 1 -
 LG 2 -
 Máximo de soluções -

[Figura de análise]
[Anime]

Figura 5: Exercício proposto na SEID-9.

3 Avaliação das séries

Após o experimento, dez especializandos responderam a um questionário elaborado com o objetivo de conhecer o que pensavam a respeito de vários aspectos dos módulos estudados e, assim, obter dados relevantes para a avaliação do material.

Os dois primeiros itens indagavam-nos sobre o encaminhamento das partes teórica e prática do conteúdo. Quanto aos tópicos conceituais, a opinião dos pós-graduandos foi extremamente favorável, notando-se em suas respostas a incidência de expressões que indicavam a riqueza da abordagem, a organização gradativa e didática do tema estudado, a objetividade e clareza e o proveito tirado das imagens animadas para a compreensão das noções introduzidas.

Observem-se, a seguir, três das manifestações nesse sentido³:

R1 – Indubitavelmente, a abordagem teórica oferecida pelas SEIDs é de uma riqueza ímpar. Principalmente porque toda teoria apresentada é acompanhada da linguagem iconográfica dinâmica, uma vez que os textos estão atrelados a construções que são reveladas, didaticamente, pouco a pouco e com a dádiva da animação.

R6 – [...] a parte teórica foi conduzida de maneira clara, objetiva, levando o aluno a construir os conceitos abordados a partir da análise e observação das transformações estudadas, sem que esses fossem previamente oferecidos, ou seja, sem dar-nos uma “receita pronta”.

R7 - Como seguiu uma lógica encadeada, a conceituação veio como consequência. O raciocínio foi muito auxiliado pela forma objetiva e clara da demonstração de como as transformações pontuais acontecem. Eu acredito que quanto mais transparente a teoria seja mostrada mais facilidade no aprender os procedimentos.

No que diz respeito à condução da parte prática, explorada nas séries, ficou evidente o entusiasmo com que o grupo de alunos se dedicou às atividades propostas, constatado pela frequência de adjetivações em suas respostas tais como: agradáveis, criativas, contextualizadas, dinâmicas, desafiadoras, estimulantes e motivadoras. Segue-se um comentário particularmente demonstrativo do interesse pelas tarefas sugeridas:

R4 – Os exercícios seguem a mesma linha, começam fáceis, com o passo-a-passo dado junto com a figura de análise, e vão se tornando mais complexos;.... isto evita que o aluno se “assuste” e desista da série antes mesmo de começá-la. Os problemas mais interessantes foram aqueles em que havia uma situação prática a ser resolvida (como o da série sobre reflexão, onde havia duas cidades e uma linha férrea entre elas, por

³ Usa-se aqui o código alfanumérico para indicar os respondentes (R1, R2, R3 ...).

exemplo). O das mesas de sinuca foram simplesmente maravilhosos, adorei!!! Outros muito bons eram aqueles em que devíamos reproduzir as logomarcas. Isto tudo torna os exercícios mais agradáveis do que ficar simplesmente falando sobre retas e pontos, pois eles passam a fazer sentido, uma vez que estão contextualizados.

A terceira pergunta do instrumento procurava saber se o aluno sentiu, ou não, vontade de seguir cada seqüência até o final e pedia-lhe para justificar sua resposta. Pelo exame dos esclarecimentos dados, ficou aparente o poder desafiador do conjunto SEID. Aliás, essa motivação para vencer as etapas das séries já fora percebida pela pesquisadora ao observar a turma nos momentos de trabalho; apesar de todos os módulos apresentarem itens explicativos e gabaritos das questões, os especializando procuravam chegar por si mesmos à solução, só recorrendo às instruções e às telas finais com o objetivo de conferir os resultados.

Os comentários a seguir exemplificam esse tipo de atitude diante do estudo:

R6 – O fato de seguir a seqüência até o final foi um dos fatores que me ajudaram a aprender, pois a aquisição dos conteúdos foi se consolidando à medida que me exercitava com as séries. Embora as respostas estivessem presentes no final de cada uma delas, ainda assim, procurava achar a solução dos problemas, mesmo que para isso tivesse que delongar um pouco mais.

R7 – Sim. A curiosidade foi muito grande. A cada exercício um estímulo ... Você fez uma instrução programada ramificada com gosto de se ver o que havia na próxima prancha. Pelo menos eu vi assim. Não entediou e sim me estimulou a pensar diferente.

Dois outras perguntas buscavam, respectivamente, investigar se os alunos tinham encontrado dificuldades em seu estudo e se acreditavam ter desenvolvido alguma capacidade e/ou habilidade ao explorar as SEIDs. Em relação às dificuldades foram apontadas as que os obrigavam a rememorar certas noções, algumas dúvidas no uso e na construção de ferramentas e a visualização de caminhos mais otimizados no processo de construção.

Quanto às competências desenvolvidas, as respostas deram peso tanto ao conteúdo (transformações pontuais) e correspondentes operacionalizações (desenvolvimento do raciocínio para resolver problemas) quanto à abordagem (organização e construção de material didático). Os especializando, em sua maioria professores atuantes nos níveis fundamental e médio de ensino, viram nos módulos de estudo um meio fértil para conduzir aulas em laboratório, reafirmando esse pensamento quando lhes foi perguntado, no último item do questionário, se aquelas séries poderiam ser úteis em sua prática profissional.

As 'falas' apresentadas a seguir revelam opiniões sobre as dificuldades encontradas (R3, R5) e potencialidades desenvolvidas (R7, R9):

R3 - A única dificuldade que ocorreu foi quando alguns exercícios poderiam ser

resolvidos de uma maneira mais rápida caso eu tivesse conhecimento a respeito das características básicas de algumas figuras geométricas.

R5 – A minha dificuldade foi o “esquecimento” de alguns conceitos, na verdade precisava “estudar”.

R7 – Sim. Capacidade de reflexão mais apurada. Habilidade de saber mensurar dificuldades. A elaboração de exercícios, avaliações, e conteúdos da minha prática pedagógica passaram por uma reformulação significativa.

R9 – Certamente, uma melhoria na compreensão das propriedades da geometria e na elaboração de uma aula com atividades teóricas e dinâmicas ao mesmo tempo.

4 Conclusão

Com base na avaliação do conjunto SEID e nas observações feitas pela pesquisadora ao longo do experimento, pode-se atribuir o sucesso dessa alternativa didática à maneira como o conteúdo foi apresentado e aos recursos do ambiente de geometria dinâmica que lhe serviu de suporte. Entretanto, mesmo considerando tais fatores como significativos, reconhece-se que os resultados satisfatórios alcançados devem-se, em princípio, ao grupo seletivo que explorou as séries e ao entusiasmo com que estas foram construídas e aplicadas. Isso permite constatar que docentes e estudantes são co-responsáveis pelo êxito de qualquer ação no sentido de garantir a conquista da autonomia no estudo das técnicas de representação e no exercício da expressão gráfica.

Referências

- [1] ALSINA Claudi; NELSEN Roger B. Math Made Visual: Creating Images for Understanding Mathematics. USA: The Mathematical Association of America, 2006.
- [2] ARHNEIM, Rudolph. Visual Thinking. London: Faber and Faber, 1970.
- [3] KAPPRAFF, Jay. Connections: The Geometric Bridge between Art and Science. New York: McGraw-Hill, Inc.1990.
- [4] NEWCOMBE, Nora S.; LEARMONTH, Amy E. Development of Visual Competence. In: Visuospatial Thinking. Edited by Priti Shah and Akira Miyake. New York, Cambridge University Press. 2005, p. 213-256.
- [5] POLYA, G. How to solve it: a new aspect of mathematical method. USA: Princeton University Press, 2004.
- [6] RODRIGUES, Maria Helena W. L.; BRAVIANO, Gilson; RODRIGUES, Daniel W. L. Aprendendo a Pensar Geometricamente. In: Conferência Interamericana de Educación Matemática, 2003, Blumenau. Anais... FURB – Universidade Regional de Blumenau. 2003, p. 1-16. www.furb.br/xi-ciaem.
- [7] RODRIGUES, Maria Helena W. L.; RODRIGUES, Daniel W. L. Enhancing the Graphic

- Mind with the Assistance of Dynamic Analysis Sketches. In: 12th International Conference on Geometry and Graphics. ISGG: 2006, p. 1-8.
- [8] RODRIGUES, Maria Helena W. L.; RODRIGUES, Daniel W. L. Conjugando Recursos para Desenvolver o “Pensamento Geométrico”. In: REM Revista Escola de Minas, ano 65, vol.54 n.1 jan/mar, p. 63-67, 2001.
- [9] RODRIGUES, Maria Helena W. L.; RODRIGUES, Daniel W. L. “Transpontuais”: uma alternativa dinâmica para o estudo interdisciplinar de conceitos geométricos. In: Educação Gráfica, UNESP, Bauru, vol. , vol. 4, p. 51-60, 2000.
- [10] WICKENS Christopher D.; VINCOW Michelle; YEH, Michelle. Design Applications of Visual Spatial Thinking. In: Visuospatial Thinking. Edited by Priti Shah and Akira Miyake. New York, Cambridge University Press. 2005, p. 383-425.
- [11] WOLFE, R. J. 3D Graphics: A Visual Approach. Oxford: Oxford University Press. 2000.