

"TRANSPONTUAIS": UMA ALTERNATIVA DINÂMICA PARA O ESTUDO INTERDISCIPLINAR DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS

Maria Helena Wyllie Lacerda Rodrigues¹

Daniel Wyllie Lacerda Rodrigues²

RODRIGUES, M. H. W. L.; RODRIGUES, D. W. L.
*"Transpontuais": uma alternativa dinâmica para o
estudo interdisciplinar de conceitos geométricos.*
Revista Educação Gráfica, Bauru, n.4, p.51-60, 2000.

Resumo

Este artigo descreve uma alternativa didática para o estudo de transformações pontuais básicas, que conjuga teoria e prática e reveste-se de um caráter interdisciplinar. Construído com o auxílio de modernas tecnologias, o ambiente cria condições para a redescoberta de conceitos e princípios geométricos fundamentais, ao permitir a interatividade. Possibilita assim ao usuário manipular elementos das figuras apresentadas nas situações-problema propostas, além de oferecer-lhe mecanismos de auto-avaliação. Acrescenta-se ao relato uma explicação sobre os recursos tecnológicos empregados na elaboração do material.

Palavras-chave: Geometria das Transformações; Seqüência Didática; Gráfica Computacional; Ambiente Multimídia; Abordagem Interdisciplinar.

¹ Profa Dra da UFRJ – CLA – Escola de Belas Artes – Dep. BAR – sala 713 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - Rio de Janeiro / RJ - 21.941-010 e-mail: wyllie@acd.ufrj.br

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da UFSC - CCE - CP 476 – Florianópolis / SC - 88.010-970 e-mail: daniel@appi.com.br

Abstract

This article describes a didactical alternative to the study of basic punctual transformations which combines theory and practice while maintaining an interdisciplinary character. Designed with the aid of modern technologies, such environment allows the rediscovery of fundamental geometrical concepts and principles through its interactive nature. The user is able to manipulate elements from the pictures presented in the problem situations and, at the same time, is given mechanisms for self-evaluation. An explanation of the technological resources employed in designing this material is included.

Keywords: Transformation Geometry; Didactical Series; Computer Graphics; Multimedia Environment; Interdisciplinary Approach.

O novo espaço do "saber geométrico"

A educação gráfica vive hoje, reconhecivelmente, uma nova era. Basta freqüentar eventos da área e consultar a literatura especializada para identificar os inúmeros exemplos da adoção, por sua comunidade científica e acadêmica, não somente do novo instrumental como a de comportamentos condizentes com as últimas conquistas tecnológicas no campo da imagem. Expressando de modo significativo essa tendência, Bertoline (1998: 702), renomado especialista nas questões de visualização espacial, afirma que "tecnologias convergentes, tais como a gráfica computacional, a tecnologia da informação e a 'web' estão contribuindo para um renascimento da gráfica". O autor aponta a emergência de uma disciplina, por ele denominada "Ciência Visual", conclamando docentes de diversos países a formalizarem este

corpo do saber que, ao perpassar várias áreas do conhecimento, revela-se de natureza interdisciplinar.

Tendo como marco a abertura do espaço digital, ao decretar a substituição das práticas instrumentais e procedimentos até então utilizados pelo manejo de ferramentas eletrônicas, o novo tempo traz múltiplos desafios aos atuantes no ensino e aprendizado de desenho. É, assim, igualmente registrada no discurso de professores a preocupação com a constante atualização em relação aos aparatos tecnológicos que se tornam disponíveis. Transparece em relatos de pesquisadores como Amorim e Rego (1999), Delmás e Rodrigues (1999), Gani e Belfort (2000), entre outros, o empenho em incorporar a nova ambientação à rotina das atividades de estudo nos cursos da área e tirar o melhor proveito possível dos recursos computacionais, de modo a garantir o desenvolvimento de competências necessárias à resolução de problemas no campo do 'saber e fazer geométrico'.

Por outro lado, alguns questionamentos, também encontrados na literatura específica (Pereira, 1997; Ulbricht, 1998; Rodrigues, 1999), vêm mostrando a importância de se manter um pensamento crítico em relação ao uso das inovações. Em que medida estas podem contribuir para a ampliação da mente gráfica? Como utilizá-las de maneira a promover uma efetiva aprendizagem?

Apesar de já desgastado pelo número de vezes que vem sendo citado, vale lembrar o *slogan* "aprender a aprender", mais uma vez traduzido nas palavras de Demo (1993), como elo para o próximo item deste artigo.

Assim, conhecer é menos "saber muito" (apropriar-se de um estoque farto de saberes) do que saber saber, ou seja, habilidade de manejar e produzir conhecimento em sentido ativo, produtivo, construtivo. (DEMO, 1993: 214)

“Transpontuais”: um estímulo a *saber saber*

A idéia de criar uma seqüência didática para o estudo de aplicações geométricas básicas nasceu de uma pesquisa em desenvolvimento na Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que recebeu auxílio da Fundação Universitária José Bonifácio – FUJB. Sob o título “Integração das Técnicas de Representação Gráfica: um trabalho interdisciplinar com apoio do computador”, o projeto tem por objetivo estimular tanto o pensamento lógico quanto o criativo na busca da solução de problemas, que se servem de diferentes métodos geométricos de representação.

Por sua grande aplicabilidade na resolução de exercícios de geometria plana, descritiva e perspectiva, bem como na criação de produtos de programação visual, as transformações pontuais (reflexão, meio-giro, translação, rotação e homotetia) foram eleitas como conteúdo para o primeiro

conjunto elaborado: o ambiente interativo “Transpontuais” (Rodrigues e Rodrigues, 2000).

Nesta produção, tenciona-se levar o aluno à redescoberta de conceitos e princípios geométricos fundamentais, matéria prima para o raciocínio necessário à resolução de problemas planimétricos e projetivos. A oportunidade que lhe é dada para mover determinados elementos das construções e observar ao vivo tais deslocamentos é de auxílio relevante no alcance desse objetivo (Figura 1).

Um roteiro organizado para orientar o fluxo de seu pensamento, combinado a uma figura de análise manipulável, faz com que ele visualize o ponto-chave da solução de um determinado exercício como sendo o transformado de outro. Desse modo, ao imprimir movimento a este último, poderá concluir que um segundo lugar geométrico para o ponto procurado vem a ser o transformado do LG daquele que se deslocou, por meio da mesma operação (Figura 2).

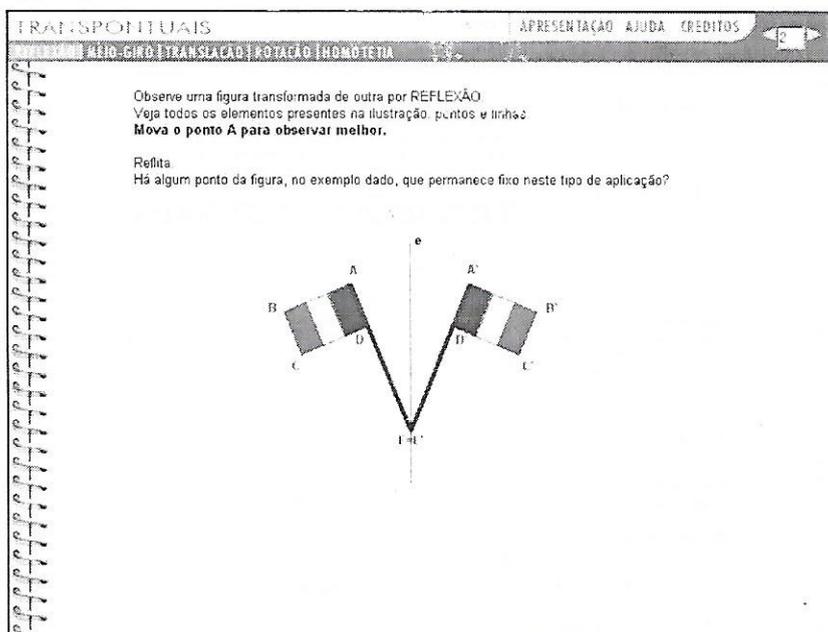
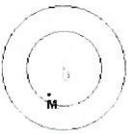


Figura 1 – Manipulação de elementos da figura

TRANSPONTUAIS

REFLEXÃO | RIGIDIDADE | TRANSLAÇÃO | ROTAÇÃO | HOMOTETIA

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3



Uma demonstração de ginástica rítmica exige que 8 ginastas (divididos em 2 grupos) se desloquem, adotando a maior configuração **quadrada** possível de **centro M**, de modo que o lado AB de cada quadrado formado se apoie nos círculos concêntricos desenhados no chão.

Supondo os vértices **A1** (do primeiro quadrado) e **A2** (do segundo quadrado) **pertencentes ao círculo maior**, localize os pontos em que cada ginasta deverá se colocar, no instante em que se der tal configuração.

Sabe-se que:

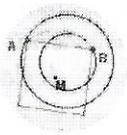
1. ABCD (nas duas posições pedidas) é um quadrado
2. M é o centro do quadrado ABCD.
3. $MA=MB=MC=MD$
4. O ângulo $AMB=90^\circ$ graus (assim como BMC, CMD, AMD)

Tomando A como ponto-chave, mova B.

Observe a reflexão:

5. Podemos considerar A como um transformado de B?
6. Por qual transformação?
7. Qual o centro desta rotação?
8. Qual a sua amplitude?

FIGURA DE ANÁLISE



Continue a analisar:

9. Qual o primeiro LG de A?
- Note que o próprio enunciado já diz.
10. Qual o LG de B?
11. Sendo A transformado de B por rotação de centro M e amplitude 90° graus, então qual será o segundo LG de A?

PARA VERIFICAR SE ACERTOU E VISUALIZAR A SOLUÇÃO

CLIQUE AQUI

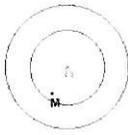
Figura 2 – Situação-problema, figura de análise e encaminhamento do raciocínio.

Outro cuidado tomado na programação do ambiente foi o de incluir um dispositivo que permita ao usuário obter um retorno quanto às respostas, tanto no caso das situações-problema propostas quanto no das simples perguntas (Figuras 3 e 4).

TRANSPONTUAIS

REFLEXÃO | RIGIDIDADE | TRANSLAÇÃO | ROTAÇÃO | HOMOTETIA

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3



Uma demonstração de ginástica rítmica exige que 8 ginastas (divididos em 2 grupos) se desloquem, adotando a maior configuração **quadrada** possível de **centro M**, de modo que o lado AB de cada quadrado formado se apoie nos círculos concêntricos desenhados no chão.

Sabe-se que:

1. ABCD (nas duas posições pedidas) é um quadrado
2. M é o centro do quadrado ABCD.
3. $MA=MB=MC=MD$
4. O ângulo $AMB=90^\circ$ graus (assim como BMC, CMD, AMD)

Tomando A como ponto-chave, mova B.

Observe a reflexão:

5. Podemos considerar A como um transformado de B?
6. Por qual transformação?
7. Qual o centro desta rotação?
8. Qual a sua amplitude?

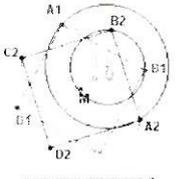
Resposta - Super11.net - [Trabalhando off-line]

Resposta:

Ponto-chave A:

LG1: Círculo de raio maior.

LG2: Círculo transformado do menor (LG de B), por rotação de centro M e



Fechar Janela

Figura 3 – “Feedback” quanto à solução gráfica do problema

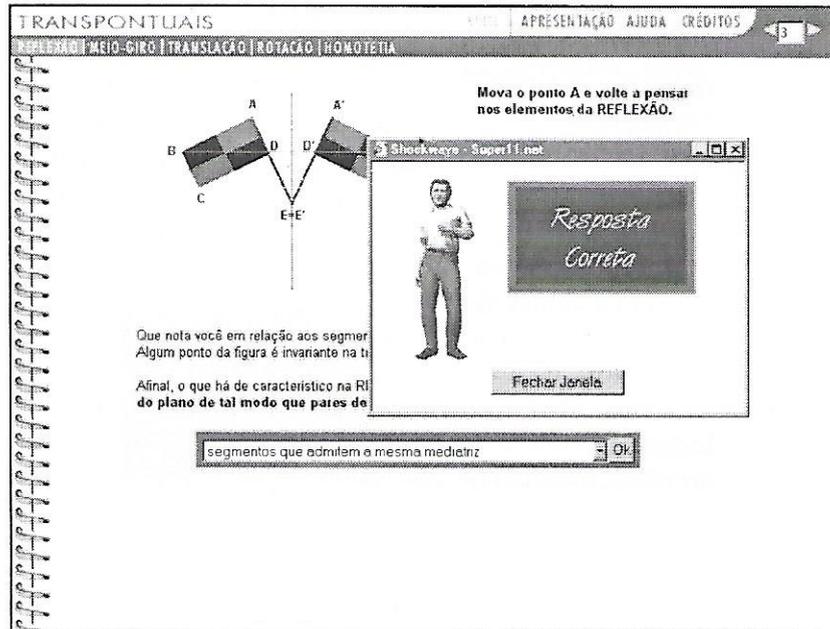


Figura 4 – Dispositivo para auto-avaliação

Recursos tecnológicos utilizados na produção do ambiente “Transpontuais”

A etapa inicial para a construção de um ambiente computacional interativo envolve a reflexão sobre uma série de questões importantes, tais como:

- Qual é o público alvo?
- A clientela está habilitada para o uso de computadores?
- Havendo necessidade de grande interatividade, que ferramentas podem ser utilizadas?
- Como tornar o processo de aprendizagem mais atraente?
- Será usado um programa de autoria?
- Afinal, que tecnologias devem ser empregadas para garantir-se um produto bem acabado?

As respostas para muitas dessas questões podem não ser triviais, tendo em vista que o mundo da informática é extremamente dinâmico. As plataformas permanecem em constante evolução; alguns

padrões surgem e ganham força, enquanto outros são extintos em pouco tempo. Não é simples determinar com precisão se uma determinada tecnologia, utilizada hoje na construção de um ambiente computacional, continuará sendo suportada num futuro próximo.

Visando minimizar a defasagem tecnológica e procurando tirar o máximo proveito das melhores funcionalidades entre diversas tecnologias, pensou-se construir o ambiente “Transpontuais” a partir de padrões estabelecidos para a “web”, garantindo assim a abertura de um amplo leque de possibilidades para a apresentação de conteúdo interativo.

A web é um ambiente. Mesmo olhando para uma tela plana, geralmente sentados, movimentando unicamente nosso mouse ou digitando em um teclado, estamos nos movendo. Estamos nos movendo pelas informações, pela geografia, pelas imagens, pelos sons e vídeo. Esta é uma mídia dinâmica e, das de desenho já criadas, é a

que possui mais desafios. Entretanto um bom desenho não é apenas uma bela imagem. Realmente há restrições e limites de desenho específicos para esta mídia.

(WEINMAN, 1998:25)

Lynda Weinmam está certa ao afirmar sobre a existência de restrições e limites de desenho para a “web”. Em geral elas dizem respeito à velocidade da rede na qual os dados trafegam e também à capacidade das ‘máquinas-cliente’ que acessam e processam esses dados. Somente através da pesquisa e da rápida aquisição de conhecimento sobre os vários recursos disponíveis é possível ao desenvolvedor integrar diversas tecnologias que possam cooperar entre si.

A principal ferramenta selecionada para a criação de conteúdo interativo no ambiente “Transpontuais” foi o software Cabri-Géomètre II. Através deste programa podem ser criados arquivos vetoriais construídos a partir de elementos geométricos tais como pontos, retas, círculos e vetores, permitindo também a definição das relações de paralelismo, perpendicularidade e pertinência, entre outras. Pelo fato de voltar-se para o aprendizado da geometria, os modelos nele construídos são propositadamente interativos, possibilitando a manipulação de uma série de propriedades. Garante-se assim, ao usuário, um grau superior de liberdade para a experimentação e a descoberta dos conceitos envolvidos em cada construção.

Embora esses modelos geométricos sejam criados no Cabri-Géomètre II, a efetiva visualização de cada um deles não é realizada no próprio Cabri, mas num ambiente customizado para a “web”, no “browser” do próprio aluno, em páginas HTML ou, mais especificamente, em áreas posicionadas entre tabelas que contêm

textos referentes a cada construção. Tal integração somente é possível através de um determinado “applet” chamado Cabri-Java, capaz portanto de interpretar um arquivo construído no Cabri-Géomètre II e apresentá-lo numa área previamente definida pelo programador da aplicação, em um documento HTML.

O ambiente “Transpontuais” é formado por cinco módulos conceituais, cada qual englobando quatro diferentes etapas, como se vê no esquema da Figura 5.

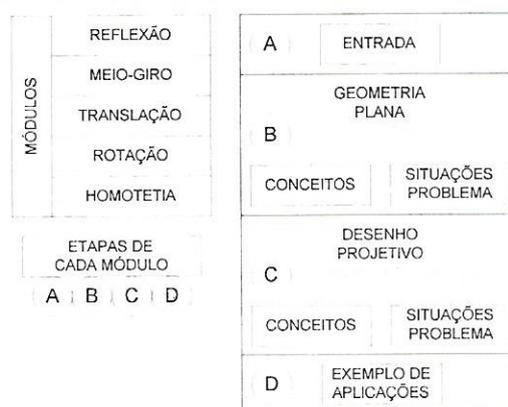


Figura 5 - Módulos e etapas da sequência didática

Cada uma destas etapas atende a determinados objetivos, dentro da filosofia do projeto em que foi criado o material:

- Entrada – é apresentada uma animação para motivar o aluno a descobrir os conceitos relacionados com o respectivo módulo.

- Geometria plana – são primeiramente abordados os conceitos da transformação geométrica escolhida, dentro da geometria plana. Paralelamente, são propostos problemas referentes a objetos bidimensionais. Sempre que possível, estabelece-se a relação entre a teoria e a prática, privilegiando-se enunciados que possam retratar situações do cotidiano. Por tratar-se de um programa de estudo

dirigido às formações oferecidas pela Escola de Belas Artes da UFRJ, normalmente as atividades e questões sugeridas voltam-se para suas respectivas práticas profissionais (Figura 6).

- Desenho projetivo – são enfocados os conceitos da transformação geométrica selecionada, em função de sua aplicabilidade aos métodos projetivos. Com a mesma idéia anterior, surgem questões e situações-problema agora referentes também à Geometria Descritiva, à Perspectiva e à

determinação de sombras, dependendo da transformação estudada. Pelo fato de o Cabri-Géomètre II não operar com modelamento de sólidos, simula-se o espaço tridimensional fazendo-se uso da representação perspectiva (Figura 7).

- Exemplos de aplicações – são apresentados exemplos de aplicações da transformação escolhida em composições plásticas dinâmicas, como incentivo à criação de outros produtos de programação visual (Figura 8).

SITUAÇÃO-PROBLEMA 7

Como parte da decoração de um carro alegórico, construiu-se uma armação com três colunas esticadas, partindo de um mesmo ponto (P) e indo até o piso do cenário montado.

Deseja-se criar um plano de corte nesta estrutura, usando-se uma superfície plana de acrílico, de tal modo que os fios atravessam esta placa em pontos equidistantes do piso e do painel de fundo, formando um triângulo.

Tomando-se os pares de linhas traçadas em épura como projeções daqueles segmentos de reta (fios coloridos) e os planos vertical e horizontal de projeção da G.D. como, respectivamente, a superfície do painel e a do piso do cenário, pode-se representar a seção feita na estrutura (triângulo resultante do corte).

Observe isoladamente uma das retas que representam os fios. Ela é dada por suas projeções horizontal e vertical, em épura. Trata-se de descobrir um ponto (A) pertencente a esta reta, de modo que suas projeções equidistam da Linha de Terra, ou seja, o traço da reta no Plano Bissetor ímpar.

FIGURA DE ANÁLISE

Tomando a projeção A como ponto-chave, mova A', observe e pense:

1. Podemos considerar A como transformado de A'?
2. Por qual transformação?
3. Qual o eixo desta reflexão?

Continue a analisar.

Figura 6 – Situação-problema aplicável à cenografia

REFLEXÃO | MEIO GIRO | TRANSLAÇÃO | ROTAÇÃO | HOMOTETIA

que a projeção horizontal, em GD, mostra claramente a ausência de ponto de interseção entre o eixo e a geratriz. Alce a ferramenta 'rast' (trace on/off) e aponte a geratriz da superfície e seus dois extremos (segmento azul claro), tanto em sua representação perspectiva quanto nas duas projeções em geometria descritiva.

Logo depois, anime o ponto 'vazado' e observe. Você reconhece a superfície gerada?

Busque a resposta: hiperbólide de revolução OK

Figura 7 – Geração dinâmica de superfície curva em Perspectiva e Descritiva

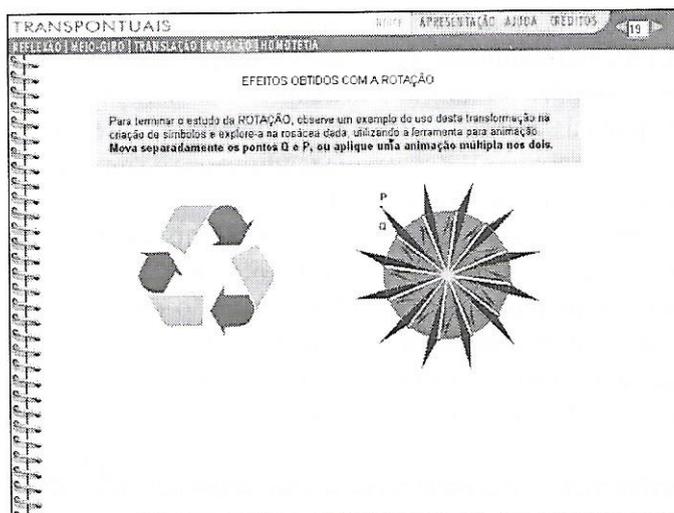


Figura 8 - Aplicabilidade da transformação em programação visual

Dentro das etapas listadas, as diversas tecnologias são utilizadas apenas quando suas características se adaptam satisfatoriamente às respectivas necessidades de apresentação. A Figura 9 mostra, então, as tecnologias escolhidas para cada uma dessas seções, e a Figura 10 completa a informação, expondo o processo de criação dos arquivos e fazendo-se acompanhar de comentários a respeito.

ETAPAS TECNOLOGIAS	ENTRADA	CONCEITOS	SITUAÇÕES PROBLEMA	EXEMPLOS DE APLICAÇÕES
HTML	sim	sim	sim	sim
JAVASCRIPT	não	às vezes	sim	não
APPLETS CABRI-JAVA	não	sim	sim	sim
APPLETS DE EFEITOS VISUAIS	às vezes	não	não	não
ANIMAÇÕES EM FLASH	às vezes	não	não	às vezes

Figura 9 – Tecnologias utilizadas nas etapas de cada módulo

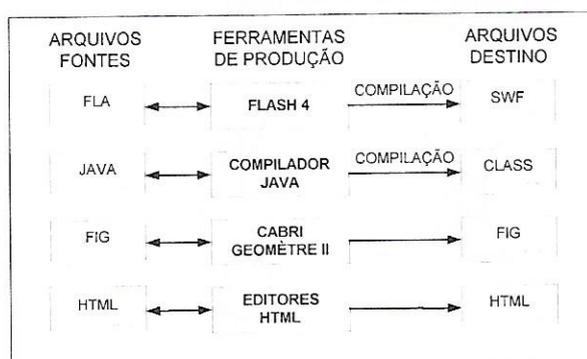


Figura 10 – Processo de criação dos arquivos

- HTML – constituem o esqueleto da aplicação. São páginas que referenciam os APPLETS, assim como as ANIMAÇÕES EM FLASH e os códigos JAVASCRIPT (Figura 11).
- JAVASCRIPT – controlam a navegação no ambiente e possibilitam a programação das interações através de perguntas e respostas:
 - APPLETS CABRI-JAVA – são essenciais para a visualização do conteúdo geométrico interativo das aplicações.
 - ANIMAÇÕES EM FLASH e APPLETS DE EFEITOS VISUAIS – são utilizados com o propósito de motivar o aluno a conhecer os módulos das transformações geométricas.

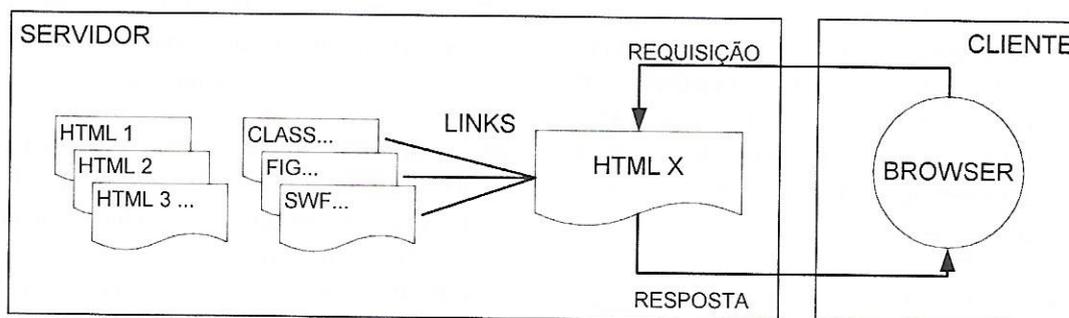


Figura 11 – Arquitetura atual

Conclusão

Os recursos atualmente colocados à disposição das equipes criadoras de programas transformam em realidade o 'sonho' de produzir material didático atraente, de fácil manejo, interativo e dinâmico.

Contudo, o acesso dos alunos a tais produtos tecnológicos não é condição suficiente para que resultados ideais, no que se refere à educação gráfica, sejam obtidos. Ingênuo é pensar que rodear-se de toda a sorte de equipamentos, fazer uso de software para desenho, implementar sistemas modernos de ensino à distância, tudo isso garante, por si só, a solução dos problemas de aprendizado na área. Há inúmeros fatores igualmente atuantes que escapam ao âmbito metodológico e instrumental, mesmo que muito se esmerem educadores e especialistas em programação, e por mais sofisticados que sejam os dispositivos em uso.

Conscientes da existência de limitações, os autores deste artigo entendem seu trabalho apenas como parte de um projeto pedagógico que visa a uma ação bem mais ampla e efetiva. Não basta somente criar estímulos para o estudante, uma vez que o mais importante é ele próprio deixar-se estimular, envolver-se de fato no processo de edificação do conhecimento. Este vem a ser resultante de um fluxo interior, que faz seu caminho na experiência e ganha impulso no momento em que se vivencia um problema.

Com esta linha de pensamento, o ambiente "Transpontuais" foi produzido e vem sendo trabalhado – uma opção de estudo que inclui exemplos práticos, estratégias didáticas, recursos de animação e oportunidades para a participação ativa do usuário. Cumpre, assim, na educação gráfica, o papel de servir como uma alternativa a mais, em meio a atividades outras que venham a ser orientadas para os mesmos fins.

Referências Bibliográficas

- AMORIM, Arivaldo Leão de; REGO, Rejane Moraes de. A Reestruturação do Ensino de Desenho: Uma Proposta em Construção. In: *Educação Gráfica*. Bauru: Editora da Universidade Estadual Paulista – vol. 3, no.3. 1999. p. 37-52.
- BERTOLINE, Gary. Visual Science, an Emerging Discipline. In: EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING GRAPHICS AND DESCRIPTIVE GEOMETRY, 1998, *Proceedings ...*Austin: ISGG, 1998. v. 3, p. 702-706.
- DELMÁS, Anita de Sá e B. Braga; RODRIGUES, Maria Helena Wyllie L. Aplicações do Círculo de Apolônio: usando a criatividade com o Cabri-Géomètre. In: CABRI WORLD 99, 1º CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE O SOFTWARE CABRI-GÉOMÈTRE, 1999. *Anais...* São Paulo: PUC, 1999. <http://www.cabri.com.br/> (em Relatos de Experiências).
- DEMO, Pedro. *Desafios Modernos da Educação*. Petrópolis: Vozes, 1993.
- GANI, Danusa Chini; BELFORT, Elizabeth. Descritiva em Geometria Dinâmica: Integrando Representações. In: GRAPHICA 2000: III CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO; 14º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 2000, *Anais ...* Ouro Preto: UFOP, ABEG. 2000. 247/pdf.
- PEREIRA, Elson M. Palavras, Palavras... In: *Graf & Tec*. Santa Catarina: Editora da UFSC, dez. 1997. p.7-8.
- RODRIGUES, Maria Helena W. L. *Da Realidade à Virtualidade, o "Pensamento Visual" como Interface: Contribuição das Linguagens Técnicas de Representação da Forma à Educação*. Orientadora: Speranza França da Mata. Rio de Janeiro: Faculdade de Educação da UFRJ, 1999. Tese (Doutorado em Educação).
- RODRIGUES, Maria Helena Wyllie L.; RODRIGUES, Daniel Wyllie L. Conjugando Recursos para Desenvolver o Pensamento Geométrico. In: GRAPHICA 2000: III CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO; 14º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 2000, *Anais ...* Ouro Preto: UFOP, ABEG. 2000. 280/pdf.
- ULBRICHT, Vania Ribas. Ensinar desenho ou treinar estudantes em comandos CAD? In: *Graf & Tec*. Jun. 1998. p.23-41.
- WEINMAN, Lynda. *Design Gráfico na Web*. São Paulo:Quark Books, 1998.