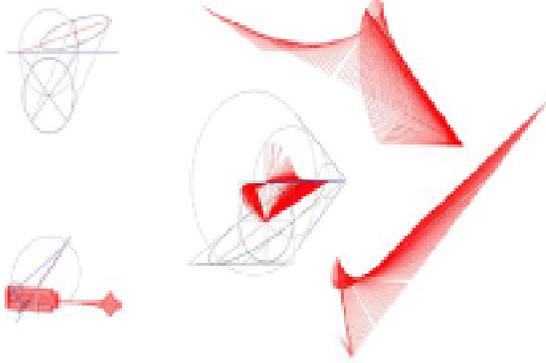


SISTEMA INTERATIVO PARA ANÁLISE DAS RELAÇÕES DE AFINIDADE ENTRE O CÍRCULO E A ELIPSE

Arq. José Luis Menegotto

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica
da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. PUC - Rio, Brasil.
jlmenegetto@terra.com.br



Resumo

O presente trabalho busca estabelecer um diálogo entre o processo de construção geométrica puramente racional e o processo paralelo de descoberta intuitiva da forma. Para tal fim se combinam: um princípio geométrico que funciona como lei de geração formal e duas rotinas interativas que permitem criar estruturas geométricas tridimensionais abstratas. O princípio geométrico utilizado é a afinidade entre o círculo e a elipse. As rotinas foram desenvolvidas em linguagem VisualLisp para AutoCAD. Para apoiar o aluno na sua tarefa de análise se estabelece uma metodologia de classificação das formas que associa a cada uma delas uma seqüência alfanumérica. A corrente alfanumérica reflete a transformação operada durante a criação de cada estrutura. Com auxílio da interatividade, busca-se forçar uma superposição de estados mentais em um exercício de descoberta espacial que tesa o intuitivo e o racional.

Abstract

This paper will try to establish a dialogue between the process of rational geometric construction and the intuitive process of discovering shapes. This will involve: a geometric principle that works as a geometric generation law and two interactive macros. The geometric principle is the affinity between circles and ellipses. The macros, developed in VisualLisp language for AutoCAD, allow the students to construct 3D abstract structures. In order to provide support for the student in the task of analysing the 3D structures a methodology has been established to classify shapes giving each one an alphanumeric string. The string reflects the transformation order during the creation of each spacial structure. With the aid of interactivity it is intended that this exercise in discovering space creates a tension allowing the rational and intuitive states of mind overlap.

Introdução

“... ao passo que nem nossa imaginação nem nossos sentidos nunca nos poderiam certificar de coisa alguma, sem a intervenção de nosso entendimento...” René Descartes (Discurso do Método).

“...A razão age com lentidão e com tantas vistas sobre tantos princípios, que precisam estar sempre presentes, que a toda hora ela adormece ou se extravia por não ter presentes todos os princípios. O sentimento não age assim; age num instante e está sempre pronto para agir. É necessário, pois, colocar a nossa fé no sentimento, caso contrário ela será sempre vacilante.” Blaise Pascal (Pensamentos).

A crescente capacidade computacional do hardware disponível e o aprimoramento matemático que os programas gráficos adquiriram durante os últimos anos atuam, paradoxalmente, ora como expansores ora como agentes anestésicos da nossa mente racional. Simetricamente, perceberemos a outra face deste dilema: a máquina pode excitar nosso espírito criativo ou neutralizá-lo. O computador afeta em igual medida a nossa razão e a nossa intuição.

Nos alvares do século XXI é um fato evidente que os sistemas digitais de representação utilizados para projetar nos ajudam a produzir e enxergar as transformações geométricas que sofrem os corpos, no plano ou no espaço. Porém, é igualmente certo que essa facilidade de materialização e visualização, tão celebrada hoje em dia, pode atuar em detrimento da atividade reflexiva, fase primordial que nos permite entender as razões ocultas por trás

dessa alquimia que transforma círculos em elipses, quadrados em prismas ou tempo em movimento.

Os instrumentos tradicionais de desenho: régua, esquadro e compasso, se transfiguraram em menus, comandos, rotinas paramétricas e sistemas inteligentes. A ferramenta cobrou vida e aos poucos está ganhando autonomia. Não aconteceu semelhante metamorfose no que diz respeito aos princípios geométricos, estes continuam invariáveis.

Nesse cenário, amiúde verificamos que os professores dos laboratórios de expressão gráfica oscilam entre o desejo de ensinar os fundamentos da geometria descritiva e a confiança cega depositada nos algoritmos definidos no coração dos programas que, **aparentemente**, garantem **resultados satisfatórios**. São justamente esses algoritmos os responsáveis por permitir-nos a criação rápida e quase sem esforço de formas extremamente complexas e visualmente cativantes. Com extrema facilidade somos capazes de interpenetrar dois sólidos obtendo dessa relação sólidos ainda mais complexos. Podemos também deformar curvas ou construir malhas espaciais à exaustão. Torna-se cada dia mais difícil não entregar-nos a tamanha demonstração de eficiência.

Curiosos e fascinados, os alunos exercitam a sua intuição espacial incorporando formas difíceis ao seu dicionário formal. Entretanto, apesar de serem individualmente consistentes, quando essas formas são postas a participar de uma composição podem gerar conjuntos inconsistentes dos quais o aproveitamento de relações geométricas é escasso, ou no pior dos casos, nulo. Relacionar o complexo, cabe aqui a redundância, é uma tarefa complexa que



precisa de alicerces racionais sólidos. Formalizar o espaço arquitetônico, delimitando-o com volumes e planos articulados, é uma tarefa que vai além do fato de justapor elementos geométricos. A correta articulação espacial não se consegue nem fica garantida pelo resultado que deriva da álgebra embutida nos algoritmos, mas sim, da riqueza geométrica que surge do conjunto, e esta última nasce após uma árdua atividade de procura. Exercício heurístico que coloca em estado de tensão o intuitivo e o racional.

Objetivos

Pelo exposto anteriormente, as funções desenvolvidas dirigem-se a dar uma resposta ao dilema surgido desde a incorporação dos meios digitais como instrumentos de representação. Se trabalha sobre os dois aspectos do problema.

O primeiro invoca à deusa cartesiana de natureza analítica. Pretende-se colocar em evidência as relações mensuráveis, ou seja, racionais, que se espremem por trás das transformações geométricas, mostrando interativamente aos alunos o percurso dos pontos e das figuras que participam nas transformações. O segundo, atende ao apelo que Pascal fez em favor daquela força motriz incomensurável ou irracional. Forçando o estímulo visual se pretende causar um estado de excitação na imaginação dos alunos, mostrando-lhes a beleza que emana do processo de transformação geométrica.

Tenta-se assim conciliar o racional e o intuitivo em um **ambiente digital controlado** para que o aluno possa adquirir conhecimento sem queimar etapas.

Descrição da experiência

Os elementos geométricos escolhidos como matéria prima para esta experiência didática são as seções cônicas das quais destaco o círculo e a elipse. Pretende-se mostrar a afinidade geométrica existente entre as duas seções planas e utilizar este princípio como gerador formal.

Definições.

Define-se como homologia a transformação geométrica plana que determina uma correspondência de pontos de tal maneira que dos pontos P, Q, R, \dots se obtenham os pontos P', Q', R', \dots nas seguintes condições:

- a- as retas definidas por pontos correspondentes concorrem a um ponto fixo V , chamado centro da homologia; e
- b- as retas correspondentes intersectam-se sobre uma reta fixa h , designada por eixo de homologia.

Toda homologia é uma correspondência direta e inversamente unívoca de tal forma que pontos P', Q', R', \dots também podem ser considerados correspondente de P, Q, R, \dots . Basicamente existem pontos, retas ou figuras determinados ou originais e suas imagens correspondentes. São chamados duplos ou autocorrespondentes os elementos que coincidem com os seus correspondentes ($P=P'$). Uma afinidade ou homologia afim é definida por uma homologia com centro impróprio e determinada por uma direção chamada direção da afinidade. Designa-se **característica de uma afinidade** à constante da razão das áreas de figuras afins. É sempre uma elipse a cônica afim de um círculo. (Ricca, 1992)

Dois diâmetros de uma elipse são conjugados quando as tangentes à elipse nos extremos de um são paralelas ao outro.

Descrição das rotinas.

Com vistas a pôr em evidência estas relações e utilizar o princípio de afinidade como gerador formal, foram programadas em linguagem VisualLisp duas rotinas interativas (afins.vlx e

conjugados.vlx). Ambas constróem estruturas tridimensionais abstratas.

Assim que as rotinas são ativadas é desenhada na tela do editor gráfico do AutoCAD uma construção geométrica cujos elementos constitutivos são: um círculo, uma elipse afim e o eixo de afinidade. Ativando algumas teclas os alunos podem controlar o desenvolvimento da transformação sendo capazes de:

- a- ativar ou desativar o rastro visual dos eixos principais da elipse e os diâmetros do círculo;
- b- ativar ou desativar o rastro visual do percurso dos pontos transformados;
- c- deslocar o círculo pela tela;
- d- produzir giros a 5° ou 90° do eixo de afinidade;
- e- ativar ou desativar o modo de desenho que constrói a estrutura 3D;

Para desenhar as estruturas espaciais se trabalha com 3 tipos de geratrizes que determinam os seguintes tipos estruturais:

- a- linha que gera uma estrutura laminar;
- b- linhas enviesadas geram duas lâminas vertebradas;
- c- poligonal que gera estrutura tipo pórtico;
- d- círculo que gera estrutura tubular;

As geratrizes ficam definidas por diferentes elementos do conjunto, por exemplo: a geratriz de uma lâmina pode nascer no centro da elipse na cota 0 e finalizar no centro do círculo em uma cota variável, sendo a altura dessa cota determinada pelo produto do diâmetro do círculo e a razão da afinidade. Listam-se a seguir a função programada para cada tecla:

Modulo/Tecla	Função
F1	Botão do mouse
0	Ativa / desativa rastro do eixo de afinidade.
1	Ativa / desativa rastro dos diâmetros do círculo.
2	Ativa / desativa rastro dos diâmetros transformados na elipse.
3	Ativa / desativa percurso da transformação dos pontos na elipse.
4	Retorna a sequência.
5	Desenha estruturas Plásticas.
6	Desenha estruturas Lâminas.
7	Desenha estruturas Tubular.
8	Desenha estruturas Lâminas vertebradas.
9	Translado eixo de afinidade em $Y=1$.
0	Translado eixo de afinidade em $Y=2$.
1	Giro de 5° do eixo de afinidade.
2	Giro de 90° do eixo de afinidade.
3	Aumentar o tamanho do círculo.
4	Diminuir o tamanho do círculo.
5	Translado centro do círculo em $X=1$.
6	Translado centro do círculo em $X=2$.

A construção das estruturas espaciais pode ser realizada intercalando-se diversas transformações em uma mesma operação, por exemplo, uma seqüência do tipo "PD115111511151115". Isto permite uma grande flexibilidade construtiva.

Uma outra característica das funções é a sua capacidade de deixar o rastro visual determinado por uma mancha à qual denomino fantasma. Este fantasma existe unicamente como estímulo visual mas não incorpora nenhuma entidade à base de dados do desenho. Vejo, mas não construo. Este rastro visual tem uma intenção plástica relacionada diretamente com a compreensão intuitiva da forma. A idéia é que o aluno possa explorar as formas livremente ao tempo que sua mente é impregnada com uma imagem associada ao movimento produzido na transformação.

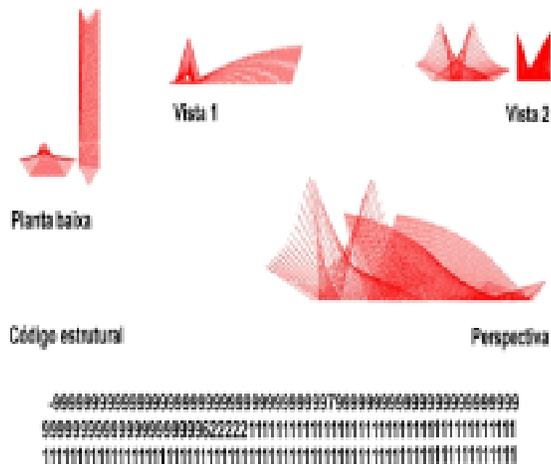
Momentos didáticos

Fase 1: nesta fase, os alunos experimentam livremente as transformações. Podem ativar a função fantasma para gerar as manchas na tela do vídeo e sentir quais são os tipos estruturais que podem ser criados.



Fase 2: neste momento é construído um catálogo de formas. Nesta análise racional, estudam-se as estruturas espaciais associadas ao tipo de movimento que as gerou. Se trabalha em uma taxonomia da forma aproveitando-se o dado alfanumérico registrado durante a transformação e que funcionará como uma espécie de código genético da estrutura.

Fase 3: estabelecer comparações com formas encontradas na natureza e no ambiente artificial procurando afinidades formais entre o abstrato e o concreto.



Os estados mentais

A proposta de análise interativa sugere que realizemos um exercício que parece impossível. A superposição de duas formas de interagir com as coisas deste mundo. Desde a perspectiva cartesiana, métrica e racional, e desde a ótica apontada por Pascal que defende à intuição no comando de nossas ações. O estado de confusão mental e anímica que experimentamos quando estamos a resolver um problema parece refletir esta tensão.

Os teóricos da evolução e as modernas técnicas genéticas nos explicam que, o tempo e o acaso, nos moldaram com circuitos neurais aptos. Fruto maduro da evolução de nossa espécie. Nesses circuitos todas as conexões e sinapses estariam potencialmente estabelecidas, equilibradas e balanceadas bastando treinamento e alimentação de dados ambientais para lograr, com maior ou menor grau de sucesso, as tarefas para as quais foram configurados.

As investigações no campo da biologia e das ciências cognitivas, que estão atrás os passos da consciência, começaram a delinear este mapa no qual o homem é visto como um organismo auto regulador. O dualismo cartesiano se debate hoje contra uma outra idéia segundo a qual o nosso corpo é um sofisticado mecanismo de medição e resposta funcional, cujo objetivo, intencional ou não, seria lograr a própria sobrevivência. Assim, a mente e o pensamento emergiriam como resultado da existência do organismo, e não ao contrário, como decreta a fórmula cartesiana "Penso, logo existo".

A teoria dos marcadores somáticos do neurocientista António Damásio configura um bom exemplo desta concepção do homem, e de outros seres vivos. Pura racionalidade orgânica de medição eletroquímica. Nesta teoria, a intuição também seria provocada por marcadores somáticos inibitórios que atuariam de forma oculta, no nível do inconsciente, no âmago do cérebro (Damásio 1996). Sobre estes temas talvez possamos levantar algumas especulações.

Estaria a evolução constantemente tecendo novos circuitos e

retirando os inúteis? Ou talvez, preguiçosa e sábia, iria sedimentando um resíduo de circuitos imperfeitos? Carregaríamos um remanescente neural, que ainda entrelaçado e conectado à rede apta, realizaria medições incompletas produzindo ruído e desatando um desbalanceamento irracional sem objetivo definido? Nos daria esse resíduo um direito natural à confusão? Seriam esses fluxos eletroquímicos aleatórios os que nos permitem sonhar para inventar, perder-nos para descobrir?

A hipótese da presente experiência entende que a sedução visual, provocada por formas atrativas, ajudaria a ativar em nosso sistema neural os hipotéticos circuitos intuitivos, fechando ou gerando ruído, nos circuitos maduros e racionais. Por outro lado, quando a máquina nos exige ativar os circuitos do pensamento racional, seriam então os intuitivos os que perderiam sua sintonia. A idéia que se persegue é determinar se de alguma maneira podemos provocar, ajudados pela interatividade do sistema, uma **superposição ou aproximação no tempo de ativação dos estados mentais racional e irracional**, sem inibir um em detrimento do outro, uma vez que, segundo a minha visão, ambos estados são fundamentais e se completam.

Considerações finais

No século XVII Descartes entronizava a razão enquanto Pascal encorajava a seus contemporâneos a confiarem na intuição. O primeiro duvidava, separava e ordenava para finalmente concluir. O segundo, confiava na força do instinto e da experiência ao perceber que, como mecanismo decisório, a razão atuava vagarosa.

Sem dúvida alguma a razão nos conduz ao cálculo e a um sem-número de proezas intelectuais, mas se Pascal estiver certo, seria possível que devido à complexidade do mundo atual que apresenta um número crescente de variáveis de decisão, ela possa vir um dia a deter-se ou alienar-se em domínios estanques. Nesse sentido, seria imperioso que colocássemos toda nossa capacidade intuitiva em seu auxílio, uma vez que, abrumada pela complexidade dos fatos, a razão parece hoje dar sinais dessa crise.

A solução para resolver o dilema talvez resida na harmonização do passado e do futuro, mascarados em binômios tais como geometria e CADD, real e virtual ou analógico e digital. Se quisermos ter êxito nesta empresa não esqueçamos o passado sem o qual seríamos reduzidos à nada, nem nos neguemos ao prazer de tentar modelar o futuro. Portanto, não devemos abandonar o ensino dos eternos princípios geométricos que habilite nossos alunos a modelar o espaço físico de forma consistente, avançando confiantes na tarefa. Paralelamente, alimentemos a sua imaginação para evitar transformá-los em autômatos mecânicos sem humanidade. Os computadores, que funcionam como verdadeiros instrumentos aglutinantes de saberes, são nossos aliados nesse objetivo.

Quem sabe, no mais ferrenho racionalista habite um louco e no mais desvairado dos loucos viva a razão. Deixemos que eles convivam em nós.

Bibliografia

- DAMÁSIO, A. (1996) O erro de Descartes. Emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras.
- DENNET, D. (1995) La conciencia explicada. Una teoría interdisciplinar. Buenos Aires: Ed. Paidós.
- DESCARTES, R. (1989) Discurso do Método. São Paulo: Martins Fontes.
- PASCAL, B. (2001) Pensamentos. São Paulo: Martins Fontes.
- RICCA, G. (1992) Geometria descritiva, Método Monge. Lisboa: Fundação Colaste Gulbenkian.

