Transformações geométricas no espaço com *cabri 3D*

Jesús Victoria Flores Salazar[5]

Introdução

O presente artigo é um recorte de uma pesquisa em andamento desenvolvida com onze alunos de Ensino Médio de uma escola particular do Estado de São Paulo. Apresentamos, uma reflexão sobre as ações e estratégias que utiliza um aluno de segundo ano de Ensino Médio ao mobilizar tanto seus conhecimentos de transformações geométricas quanto, outros conhecimentos de geometria ao realizar uma atividade de construção de um modelo animado usando a transformação rotação no ambiente computacional *Cabri 3D*. Para tal reflexão, nos baseamos na abordagem instrumental de Rabardel (1995a) quando observamos como o aluno interage com esse ambiente computacional.

Escolhemos o ambiente computacional *Cabri 3D* uma vez que permite construir, explorar e visualizar figuras espaciais. Além disso, permite conjecturar e verificar propriedades geométricas dessas figuras. Por fim, acreditamos que este ambiente de geometria dinâmica pode facilitar a visualização das figuras geométricas tridimensionais, porque sua manipulação direta possibilita ver a figura a partir de diferentes pontos de vista do observador.

Referencial Teórico

A abordagem instrumental de Rabardel (1995a) define o instrumento como uma entidade mista composta pelo artefato, que pode ser material ou simbólico e esquemas de utilização (esquemas cognitivos). Nessa abordagem, o processo de gênese instrumental - transformação do artefato em instrumento - articula o sujeito com suas habilidades e competências cognitivas; o instrumento e o objeto para o qual a ação é dirigida. A gênese instrumental tem duas dimensões:

- Instrumentação: orientada ao sujeito, na qual o artefato é integrado na estrutura cognitiva do sujeito por meio de esquemas de utilização e que em geral exige adaptação;
- Instrumentalização: orientada ao artefato, se refere ao surgimento e evolução da componente artefato do instrumento. Nesse processo, o artefato é selecionado, agrupado e novas funções são criadas transformando o artefato enriquecendo suas propriedades.

Rabardel (1995b) assinala que a combinação desses processos, instrumentação e instrumentalização, conduz à reorganização dos esquemas de utilização e, em conseqüência à modificação dos instrumentos. Nessa mesma direção, Trouche (2004) aponta que a instrumentação e instrumentalização, não são processos independentes, mas sua separação permite observar de maneira didática, o

[5] Doutoranda em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP. E-mail: floresjv@gmail.com

processo de gênese instrumental. A Figura 1 apresenta o processo de gênese instrumental.

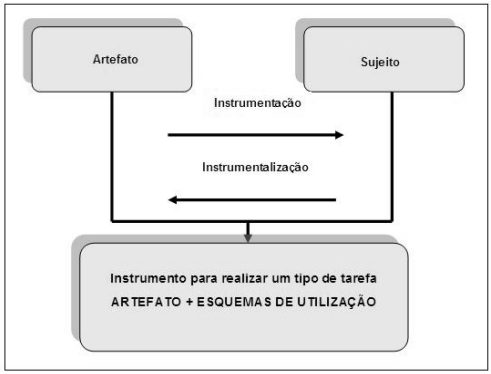

Figura 1: processo de gênese instrumental
(fonte: construído a partir de Trouche, 2004, p.185)

Para analisar as ações do sujeito mediado pelo instrumento, Rabardel (1995a) e Verillon (1996), propõem o modelo SAI – Situações de Atividades Instrumentais (Figura 2).

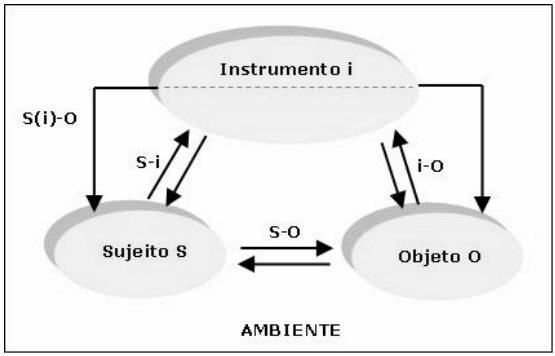

Figura 2: modelo de Situações de Atividades Instrumentais – SAI
(fonte: Rabardel, 1995 b, p. 65)

O modelo SAI apresenta as relações entre sujeito e objeto e mostra as interações que intervêm nas atividades instrumentais. Dessa forma, considera além da interação sujeito-objeto [S-O], sujeito-instrumento [S-i] e o instrumento-objeto [i-O], a relação sujeito-objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O]. Nesse modelo, a instrumentação se refere à relação sujeito-instrumento (S-i), em que o sujeito constrói procedimentos e operações para a utilização da parte artefato do instrumento e a instrumentalização são as relações: sujeito-objeto mediado pelo instrumento (S(i) – O) e instrumento-objeto (i-O).

Atividade com Cabri 3D

As atividades com o *Cabri 3D* foram desenvolvidas em uma oficina com seis sessões de uma hora e meia de duração cada uma, no laboratório de informática de uma escola particular do Estado de São Paulo. Nas duas primeiras sessões foram propostas atividades de Introdução a esse ambiente de geometria dinâmica, nas quatro seguintes, as atividades envolviam a construção de modelos animados utilizando transformações geométricas no espaço, mais especificamente translação, reflexão, simetria e rotação.

Apresentamos neste artigo a atividade "casa animada". Tal atividade consiste na construção de uma casa sendo que a porta e as duas janelas devem ter um movimento de rotação. Essa atividade foi elaborada, no intuito de explorar a transformação geométrica rotação, já trabalhada nas atividades introdutórias, e também, para estimular a criatividade do aluno, na medida em que ele teve certa liberdade na escolha das ferramentas e recursos do software para sua realização. Ainda que a transformação geométrica rotação tenha sido indicada, nenhum roteiro de construção foi apresentado.

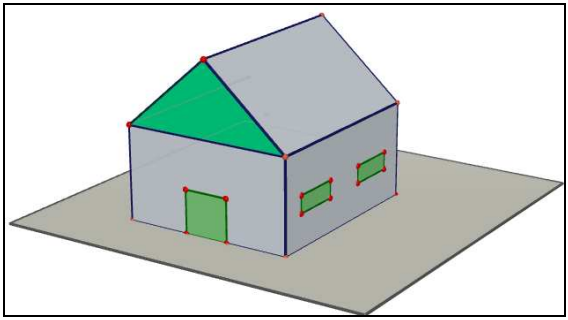

Figura 3: modelo proposto "casa animada"

Desenvolvimento da atividade

Para construir a base da casa, o aluno Carlos traçou quatro retas no plano de base de maneira que essas retas formaram entre si um retângulo. Em seguida, criou cinco perpendiculares ao plano de base: quatro passando por cada vértice do retângulo e outra pelo centro do retângulo. Para definir a altura das paredes da casa, criou um vetor de medida aleatória, na perpendicular que passa pelo centro e transladou o plano de base segundo esse vetor. Feito isso, marcou os pontos médios dos lados do retângulo que representaram a frente e o fundo da casa. Para determinar o ponto mais alto do telhado, criou um novo vetor, na perpendicular do centro de origem o vetor anteriormente criado. Para construir a cumeeira (linha mais alta do telhado), criou perpendiculares ao plano de base passando pelos pontos médios já criados (frente e fundo). Em seguida, uma reta paralela a uma das retas do plano de base passando pelo extremo do segundo vetor e marcou os dois pontos de intersecção, vértices dos triângulos, entre essa reta e as perpendiculares. Os procedimentos executados, até então, pelo aluno permitiram construir a estrutura da casa.

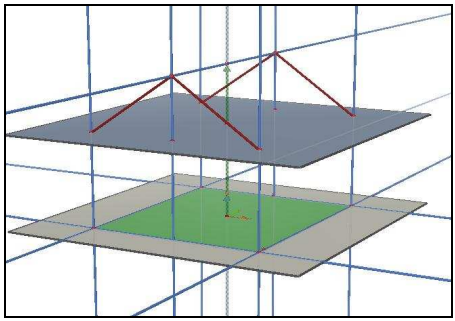

Figura 4: estrutura da casa

Dessa maneira, partiu para a construção das paredes e do telhado. Para as paredes, construiu um prisma e para a construção do telhado utilizou polígonos: triângulos, frente e fundo; e retângulos para as laterais. Iniciou a construção da porta, criando um ponto próximo ao ponto médio na frente da casa e obtendo seu simétrico (em relação ao ponto médio) para traçar perpendiculares ao plano de base passando por esses pontos. Para determinar a altura da porta, marcou um ponto na perpendicular que passa pelo ponto médio e por ele traçou uma reta paralela ao lado “frente” do retângulo. Dessa forma, utilizou retângulo para indicar a porta.

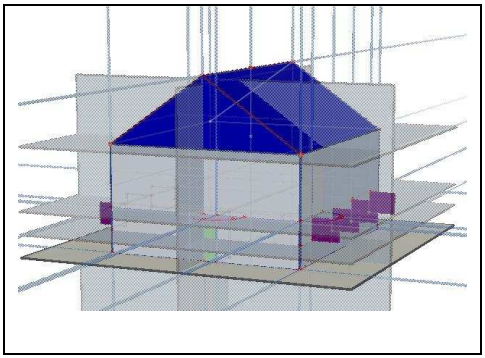

Figura 5: construção da porta e janelas

Com a porta já construída, deu início ao procedimento de animação. Para animá-la, criou um plano paralelo ao plano de base de mesma altura da porta. Por esse plano, criou uma circunferência com centro em uma das perpendiculares, escolhida para representar a parte fixa da porta. Criou um arco na circunferência e um ponto livre sobre ele. Rotacionou o polígono retangular (porta) em torno do eixo (perpendicular, centro da circunferência) segundo um ângulo indicado (para determinar o ângulo, Carlos indicou dois pontos no arco). Por fim, animou o ponto e conseqüentemente a porta.

Duas janelas em cada lateral da casa foram construídas. A primeira janela da casa foi construída e animada utilizando o mesmo procedimento de construção e animação da porta e usando a transformação reflexão. As outras três foram

construídas por reflexão e translação. Por fim, utilizou os recursos do software para colorir a casa e esconder alguns objetos.

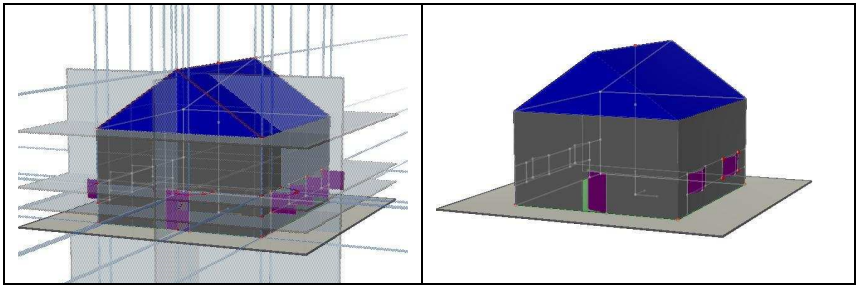

Figura 6: casa terminada

Algumas considerações...

As ações realizadas pelo aluno seguiram uma ordem de construção: base, estruturas das paredes e do telhado, preenchimento da casa e por fim, portas, janelas e sua animação. O aluno mobilizou em sua estratégia de construção os conhecimentos geométricos: retas e planos paralelos e perpendiculares, ponto médio, triângulos isósceles e retângulos, prisma e transformações geométricas. Isso demonstra que o aluno "transportou" os conhecimentos geométricos apreendidos em sala de aula para o ambiente computacional de geometria dinâmica.

Baseando-nos na abordagem instrumental de Rabardel (1995a), observamos alguns indícios do processo de instrumentação e instrumentalização, uma vez que as ações do aluno evidenciam esquemas pré-estabelecidos e/ou desenvolvimento de novos esquemas de utilização, tanto nas atividades introdutórias quanto na construção do modelo animado.

O aluno mostrou-se criativo, pois sua construção adicionou novos elementos ao modelo apresentado. Por um lado ele construiu e animou quatro janelas com duas "folhas" e, não apenas duas com uma "folha"; constrói três janelas por reflexão e translação a partir de uma já construída e animada, para que o movimento delas estivesse vinculado ao movimento da primeira, este procedimento assinala claramente que o aluno está instrumentado e instrumentalizado, nos recursos e ferramentas utilizadas e nos conhecimentos de geometria que utiliza para o desenvolvimento da atividade.

Segundo o modelo SAI e ao observar as últimas ações do aluno, quando constrói e anima três janelas a partir de uma já construída e animada, o sujeito (S) é o aluno Carlos; o instrumento (i) são as noções das transformações geométricas translação, rotação e reflexão e as ferramentas e/ou recursos do *Cabri 3D* e o objeto (O) é a rotação das janelas.

Acreditamos que o *Cabri 3D* contribui para o ensino dinâmico da geometria espacial, tendo em vista que pode se apresentar para o professor como mais um recurso didático e, para o aluno como um meio de visualizar, manipular, conjecturar e representar de diferentes maneiras figuras espaciais, observando-as sob diferentes pontos de vista.

Referências Bibliográficas

CABRI 3D, Manual do usuário. Disponível em:

http://download.cabri.com/data/pdfs/manuals/c3dv2/user_manual_pt_br.pdf. Acessado 01.10.2008.

RABARDEL, Pierre. *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains.* Paris: Armand Colin, 1995[a]. 239 p.

RABARDEL, Pierre. *Qu'est-ce qu'un instrument? Appropriation, conceptualisation, mises en situation in: Outils pour le calcul et le traçage de courbes*. CNDP–DIE – Mars 1995[b]. Disponível em: http://www.cndp.fr/archivage/valid/13420-1126-1194.pdf. Acessado em: 10.10.2008.

TROUCHE, Luc. *Environnements Informatisés et Mathématiques : quels usages pour quels apprentissages?*. Educational Studies in Mathematics. v. 55. p. 181-197, 2004.