

6

Considerações Finais

Na presente pesquisa, foi proposta uma metodologia original para o estudo de fundamentos de geometria e matemática no campo do design, invertendo-se a ordem tradicional do ensino, na qual a apresentação dos conceitos e conteúdos precede a resolução dos exercícios. A partir da exploração de jogos, desafios e quebra-cabeças, os sujeitos do estudo travaram contato com diversos conceitos, elementos, propriedades e relações matemáticas, de modo gradual, porém integrado. Neste sentido, ainda que os participantes possam ter trazido uma bagagem de conhecimentos prévia, pareceu-me evidente o fenômeno da ressignificação dos conteúdos em função das atividades. A fim de melhor esclarecer as considerações finais, faço a seguir, uma breve recapitulação dos itens que compuseram a pesquisa.

No item 3.1, primeiramente foi testada a capacidade dos alunos para identificar figuras específicas (foco) em um quadro (campo). Depois abriu-se espaço para a análise e a dedução informal. No primeiro problema, quando a forma principal foi dividida em pequenos quadrados, e estes foram separados em dois grupos com seis unidades cada, as partes tiveram que ser consideradas em relação com o todo. Não apenas a área das duas partes precisaria ser a mesma, como também suas formas deveriam ser iguais (polígonos congruentes). Neste caso, a percepção da posição dos elementos no espaço desempenhou um papel de capital importância na conclusão da tarefa. Um dos participantes demonstrou capacidade apurada para descobrir relações essenciais entre os desafios, considerando o primeiro problema como um auxiliar para resolver o segundo, de dois modos diferentes.

Nos itens 3.2 e 3.3, foram esclarecidas as diferenças entre as abordagens dedutiva e indutiva na resolução de problemas. Embora os participantes não tenham sido informados, o segundo desafio foi uma variação do primeiro. Quem tivesse realmente compreendido a estrutura do anterior, deveria ser capaz de resolver o que se seguiu. Com o auxílio do material concreto, um deles perseverou até perceber as relações essenciais necessárias para solucioná-lo, apresentando uma resposta do tipo A, de acordo com a categorização de Wertheimer (1959), vista anteriormente.

No item 3.4, os participantes foram convidados a jogar uma partida de *Blokus* em uma sala de aula com o professor e seus colegas. Naquela oportunidade, trabalhou-se tanto com a formação de imagens mentais quanto com o pensamento geométrico e a linguagem. Para vencer o jogo era necessário mobilizar uma série de atitudes, competências e conhecimentos.

No item 4.1, foram apresentadas e exploradas algumas provas visuais, referentes a somatórios. Nelas, tornou-se evidente a importância do design da informação para a comunicação visual. Além disso, estabeleceu-se a diferença (e a relação) entre os métodos de indução “pura” e indução matemática. Para descobrir quantos quadrados estavam desenhados em um tabuleiro de xadrez, os participantes adotaram diferentes estratégias. Um deles solucionou o problema transpondo gradativamente diversos níveis de pensamento que se aproximaram daqueles propostos por van Hiele (1986) - visualização, análise e dedução informal. Em etapas distintas, ele vivenciou tanto a tensão quanto o prazer da descoberta. Outro, apesar de não ter solucionado o desafio com tamanha autonomia, reforçou seu talento natural para buscar relações essenciais além da questão, encarando o desafio visto no item 3.1.1 como um problema auxiliar.

No item 4.2, mais um problema foi explorado exaustivamente por mim. Tendo preparado um material concreto, illustrei a riqueza de suas diversas representações, inventando duas novas provas visuais e gerando animações em geometria dinâmica. No experimento com os participantes, o projeto do material didático concreto mostrou-se eficaz. Eles foram capazes de compreender a estrutura, executando traçados no papel sem seguirem uma receita, ou seja, não apresentaram respostas “cegas”, do tipo B, e sim conscientes, do tipo A, de acordo com a categorização de Wertheimer (1959), como apresentado anteriormente. Aparentemente, foi bem sucedida a tentativa de fazê-los pensar produtivamente, ao menos na primeira etapa da atividade.

No item 5.1, os participantes trabalharam com o quebra-cabeça *Tantrix*. Na atividade, foram investigados os conceitos de simetria axial e central e das concordâncias entre reta e arco, assim como, entre dois arcos. Durante o experimento, as falhas dos participantes ressaltaram a importância de incorrer em erro para a melhor compreensão da teoria.

No item 5.2, foi apresentado um objeto curioso denominado trihexaflexágono. Sem excessão, os participantes ficaram surpresos com seu funcionamento e souberam identificar as transformações de suas partes. Apesar

de o trihexaflexágono, por si só, ter merecido uma investigação detalhada, no contexto em que ele foi introduzido, suas propriedades únicas puderam ser compreendidas com maior riqueza de detalhes em função da proximidade com os objetos *Tantrix* e *Frantic Fish*, quebra-cabeças referentes aos itens 5.1 e 5.3.

No item 5.3, por meio de uma espécie de engenharia reversa, foi realizada a tentativa de resgatar e compreender os passos necessários para a criação do quebra-cabeça de livre composição denominado *Frantic Fish*. No experimento, dois participantes demonstraram grande interesse no produto. Destes, um quis brincar com as peças sem parecer se preocupar tanto em desvendar suas propriedades geométricas. O outro não se contentou em apenas se divertir, tendo aceito o desafio de investigar com afinco aquelas montagens.

Na metodologia aqui delineada, o planejamento, a escolha, a ordem e o encaminhamento dos jogos, desafios e quebra-cabeças tiveram como fundamento principal a teoria da Gestalt. Em vários momentos, os participantes extrapolaram as fronteiras entre as atividades, buscando estabelecer relações essenciais entre elas. Deste modo, destacou-se o conjunto como um todo organizado. Se o pensamento produtivo é caracterizado pelo “agrupamento, reorganização, estruturação, operações de divisão em sub-todos e a visualização desses sub-todos juntos, com uma clara referência ao todo da figura e em vista do problema específico em questão” (Wertheimer, 1959, p.41), não parecem restar dúvidas de que ele se mostrou onipresente em diversos domínios, contextos e etapas. Num sentido restrito, a descrição de Wertheimer poderia muito bem descrever as ações e percepções correlacionadas às estruturas dinâmicas de um flexágono ou dos quebra-cabeças *Tantrix* e *Frantic Fish*. Em outra escala, ela se aplica aos *insights* dos participantes em relação à descoberta de problemas auxiliares.

Em princípio, o objetivo deste trabalho foi mostrar um caminho diferente e adequado para ensinar geometria aos alunos de design; contudo, durante o seu desenvolvimento, percebi que eu estava sendo influenciado pelo próprio campo do design, não apenas na elaboração dos materiais didáticos concretos e digitais (geometria dinâmica), mas também na própria condução dos experimentos. As respostas que recebi dos participantes me fizeram refletir sobre a inversão de papéis entre professor e aluno. Em algumas ocasiões tive a oportunidade de constatar que eles transcendiam minhas expectativas, apontando rotas até então por mim desconhecidas. Com relação a isto, dois aspectos devem ser considerados: 1 - na maioria das vezes, mesmo quando eles não encontravam as soluções para os desafios, as suas linhas de pensamento me forneciam

pistas de como aprimorar minhas intervenções; ou então, 2 - eles vislumbravam novas estratégias para a resolução dos problemas, enriquecendo meu repertório. Além disto, dei-me conta de que nem sempre era capaz de compreender suas explicações, muito embora pudessem ser notáveis. Somente ao rever os vídeos, percebi o alto grau de incidência deste tipo de situação. Quantas vezes os professores perdem a chance de aprender com seus alunos, por falta de diálogo ou interação ou por falta de oportunidade de rever, *a posteriori*, como foi aqui possibilitado pela documentação em vídeo, as situações que ocorrem em sala de aula?

Assim como o designer deve levar em conta as demandas do usuário do produto ou serviço que projeta, o professor também precisa reconhecer as capacidades individuais de seus alunos a fim de planejar suas aulas para obter o maior aproveitamento possível. Neste caso, questiona-se o modelo de ensino no qual o professor atende a turmas com um número elevado de alunos, o que lhe impossibilita conhecer as potencialidades de cada um. Entendo que nesta pesquisa, se eu tivesse optado por trabalhar com um número elevado de participantes, o resultado não teria sido tão rico e proveitoso.

Algo que transpareceu nitidamente foi o entusiasmo incomum dos alunos com relação às atividades. Isto acena para a compreensão de que há necessidade de uma reorientação do ensino de fundamentos de matemática e geometria nos cursos de design, empregando-se uma abordagem mais integrada dos conteúdos. A utilização das animações em geometria dinâmica como um recurso auxiliar mostrou-se aconselhável. Os alunos as observaram com atenção e também ficaram curiosos a respeito de como elas haviam sido implementadas. Assim, julgo que a motivação para reconstruir aquelas sequências animadas constitui, por si só, um incentivo para a aprendizagem.

A visão da geometria como um requisito para o projeto e desenvolvimento de objetos e imagens supostamente “belas” não foi imposta por mim. Os sujeitos do estudo ficaram livres para manifestar suas impressões a respeito dos materiais utilizados. Nesta pesquisa, optei por dar uma atenção especial à dimensão da geometria como um meio para desenvolver o pensamento, ampliando a abordagem usual que a considera apenas como um pré-requisito indispensável às disciplinas de representação da forma.