

Técnica Pop-Up para construção de sólidos de revolução

A materialização de objetos geométricos é uma ideia encarada tanto por matemáticos como por artistas. E se não nos espanta que os artistas a explorem, no que respeita aos matemáticos podemos pensar que não a valorizam pois falamos de concretização. Porém, não é assim, o conceito de materialização está presente em escritos de natureza matemática (Baruk, 2005). Decidi, por isso, focar este texto numa classe de objetos geométricos desafiadores, os sólidos de revolução, encarando-os numa perspetiva de materialização interdisciplinar.

O título escolhido para este artigo aponta precisamente para a utilização de uma técnica de construção específica das artes visuais, o Pop-Up. E foram alguns os títulos para este texto que surgiram possíveis no decurso da escrita. Desde “objetos interdisciplinares” a “figuras 2D que geram figuras 3D”, passando por “a cabeça a andar à roda” ou “sólidos para que vos quero”, foram várias as designações que estiveram no papel. Todos estes títulos nos vão dizendo alguma coisa sobre o que está em jogo na materialização destes objetos.

A interdisciplinaridade tem vários aspetos muito atrativos. Por um lado, implica a diversidade de métodos e de formas diferentes de aplicação à resolução de um problema. Por outro, está associada ao trabalho colaborativo entre especialistas de áreas distintas. Esta combinação ajudar a desenvolver novas perspetivas sobre as disciplinas envolvidas.

Destaco, ainda, que as ideias que apresento e discuto neste artigo decorrem da análise de várias experiências interdisciplinares realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto Marte 1618. Estas experiências permitiram-nos vivenciar, de forma muito significativa, a associação de processos criativos próprios das artes visuais à construção de objetos reais com uma forte natureza matemática. Refiro-me a objetos tridimensionais, criados como objetos artísticos, nos quais os processos de construção recorrem a relações geométricas.

O que foi novo para mim, e que tenho vindo a estudar e desenvolver, foram as potencialidades de encarar os objetos matemáticos com que lidamos na aprendizagem da matemática de novos pontos de vista, desocultando representações distintas do mesmo objeto matemático e passando a valorizar representações anteriormente ignoradas. Estes novos olhares permitiram trazer à ribalta da aprendizagem objetos matemáticos habitualmente esquecidos ou a que damos pouca atenção. Neste caso refiro-me aos sólidos de revolução.

SÓLIDOS DE REVOLUÇÃO E POP-UP

Os sólidos de revolução são, pela natureza do seu processo de geração, objetos tridimensionais (3D) gerados por figuras unidimensionais ou bidimensionais (2D). Do ponto de vista matemático, as superfícies de revolução são as que são obtidas pela rotação de uma linha em torno de um eixo. A porção de espaço limitado por uma superfície de revolução é um sólido de revolução. Também podemos descrever a obtenção de sólidos de revolução através da rotação de uma figura bidimensional em torno de um eixo definido por um dos elementos da figura (Baruk, 2005).

Estas definições de sólido de revolução estão intimamente ligadas ao raciocínio visual. Se o ponto de partida do raciocínio visual for uma linha, e o objetivo for obter um sólido de revolução, interessa recorrer à capacidade de imaginar o sólido. Se o ponto de partida for um sólido, interessa identificar a linha que o vai gerar. Em ambos os casos é preciso imaginar o que vai acontecer associando uma figura visível a uma imagem mental. Há aqui uma operação mental sobre um objeto concreto ou um desenho. É no estabelecimento desta relação entre o visível e o imaginável que se realiza o raciocínio visual.

A construção de sólidos teve um papel decisivo no desenvolvimento do projeto, mas foi com o recurso a técnicas de construção de Pop-Up que as ideias de geração de sólidos de revolução a partir de uma figura original foram ganhando força.

Os livros Pop-Up consistem num género de livros que exploram várias possibilidades de movimento, através de diversos mecanismos de papel, que promovem a interação direta do leitor. Os livros deste tipo destacam-se pela capacidade de surpreender o leitor, através de formas tridimensionais recortadas que emergem das páginas de papel (Loureiro & Regatão, 2019).

As técnicas de construção Pop-Up são várias, mas mesmo as mais simples, que são muito acessíveis, têm um efeito surpreendente e desafiador. A surpresa advém das experiências perceptivas proporcionadas pelas diversas leituras visuais que se podem obter entre o Pop-Up fechado e o Pop-Up aberto (figura 1). O desafio advém da possibilidade de materialização de uma ideia através da construção de um Pop-Up original.

No caso da composição da figura 1, podemos ver uma rã cujo corpo é representado por uma semiesfera estruturada a partir de semicírculos. Na descrição do seu trabalho a criança explica a técnica que usou: “*Dobrámos círculos ao meio e colei-os todos*”.

dobrados ao meio (em semicírculos), todos juntinhos colados com a dobra mesmo juntinha à dobra da folha.”



Figura 1

No caso da figura 2, temos um cone estruturado a partir de triângulos. Também para este exemplo, o diálogo com as crianças permite obter a descrição da técnica utilizada.

- “Observem bem o capuz. O que vos parece ser?”
- Uma pirâmide.
- E agora observem bem o seu vestido.
- Colei muitos triângulos e dobrei ao meio e colei todos juntinhos, mesmo junto à dobra da folha — diz uma das crianças.
- O que vos parece.
- É um cone.”



Figura 2

Todas as experiências de construção de Pop-Up vivenciadas no âmbito deste projeto foram realizadas por educadoras com crianças de jardim de infância. Os sólidos de revolução criados limitaram-se à esfera, ao cone e ao cilindro. É importante apontar que quando se abre o Pop-Up não se vê o sólido todo, observa-se apenas uma parte que é suficiente para perceber todo o sólido representado. Os diálogos com as crianças evidenciaram precisamente que estas eram capazes de idealizar o sólido completo.

Quando os objetos estão contextualizados a idealização torna-se mais fácil. Ao vermos uma representação parcial de um objeto

que conhecemos, facilmente associamos aquela representação ao objeto.

REFLETINDO SOBRE ESTAS EXPERIÊNCIAS

A análise que fazemos destas experiências permite-nos destacar os seguintes aspetos: o potencial de aprendizagem da estruturação Pop-Up; a materialização de objetos matemáticos através de estruturações produtivas associadas a objetos reais; a natureza do raciocínio visual envolvido.

No que respeita ao potencial de aprendizagem da construção Pop-Up, os exemplos mostrados apontam para uma forma de estruturação simples de obter e muito rica do ponto de vista matemático. A estruturação de sólidos de revolução obtida por este processo é unificadora relativamente a esta classe de objetos. Dito de outra maneira, o processo de construção é sempre baseado numa figura bidimensional com um eixo de simetria. É esta repetição de figuras iguais que permitem materializar o efeito de rotação característico destes sólidos.

Os sólidos de revolução, objetos matemáticos ideais, ficam assim representados por objetos reais dinâmicos e com sentido. Além disso, o recurso a esta técnica ajuda a contextualizar a utilização de cada sólido, associando-os a objetos reais que fazem parte do mundo da criança. A associação entre objetos reais e objetos matemáticos contribui para o desenvolvimento de olhares matemáticos sobre os objetos reais.

No que respeita ao desenvolvimento do raciocínio visual, evidenciamos o estabelecimento de relações entre as figuras bidimensionais e as figuras tridimensionais por elas geradas, tanto no sentido de partir de uma figura bidimensional para obter uma figura tridimensional, como o inverso.

As reflexões que apresentamos e as ideias que fomos aprofundando levam-nos a perspetivar um conjunto de tarefas a realizar com crianças mais velhas, ao nível do 1.º ou 2.º ciclos. Em nosso entender poderão constituir excelentes experiências de aprendizagem interdisciplinar com a condição de que criação dos Pop-Up seja mesmo efetiva.

2D-3D-2D ATRAVÉS DE CONSTRUÇÕES POP-UP

O conjunto de tarefas que propomos tem como principal objetivo o desenvolvimento do raciocínio visual e de capacidades de visualização no que respeita ao estabelecimento de relações entre figuras bidimensionais e tridimensionais.

Que sólido se vai obter a partir da rotação, em torno do eixo indicado, de cada uma das figuras bidimensionais indicadas na figura 3.

Depois de imaginar o sólido que vai ser obtido, constrói esse sólido em papel recorrendo à técnica Pop-Up.

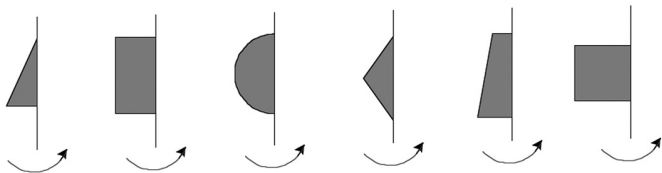


Figura 3

Há algumas questões que podem ser colocadas para refletir sobre os sólidos de revolução que se podem obter. Por exemplo: Como deverá ser o retângulo para que o cilindro seja mais fino ou mais achatado? Que característica comum têm todas as figuras recortadas em papel para obter cada um destes Pop-Up?

A técnica de construção dos Pop-Up ajuda a compreender que todas as figuras bidimensionais de partida tenham pelo menos um eixo de simetria, porque a técnica recorre à dobragem da figura ao meio. As figuras representadas na figura 3 são sempre metade da figura base que vai ser replicada várias vezes.

Para cada uma das figuras bidimensionais apresentadas na figura 4 descreve o sólido que se pode obter por rotação, como está indicado nos desenhos.

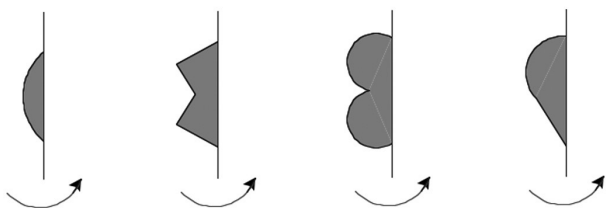


Figura 4

Os sólidos que poderão ser obtidos não são figuras simples e não têm nenhum nome específico. O objetivo desta tarefa é que a criança seja capaz de imaginar o que vai acontecer e que descreva esse objeto tridimensional. Ao fazê-lo irá destacar características do objeto a que é mais sensível e irá estabelecer ligações com objetos reais. Por exemplo, “uma esfera esticada”, “duas tendas de circo, uma em cima da outra, e uma está invertida” (figura 5), “duas espécies de donuts ou de pneus um em cima um do outro”, “um cone com gelado”.

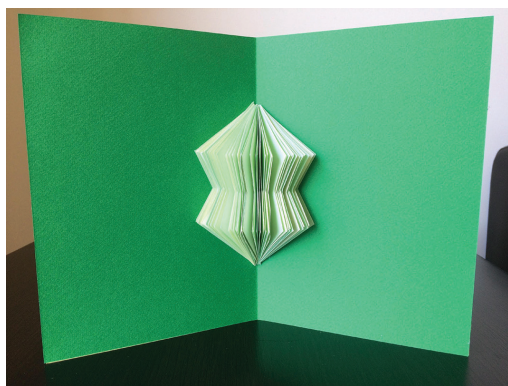


Figura 6

Inspira-te em objetos reais que sejam boas aproximações de sólidos de revolução e desenha a figura plana que permite obter a respetiva configuração através da rotação em torno de um eixo. Constrói-os recorrendo à técnica Pop-Up.

Um bom exemplo desses sólidos são alguns frutos, como por exemplo a maçã, a pêra, a laranja e alguns objetos de uso comum como garrafas e copos. Uma das intenções destas duas tarefas é que as crianças olhem para objetos aproximados a sólidos de revolução e os encarem como tal. Ao fazê-lo estarão a desenvolver um olhar matemático sobre os objetos reais. E esse é um dos grandes objetivos da aprendizagem da matemática — ver matematicamente o mundo em que vivemos.

MAIS ALGUMAS REFLEXÕES

Visualização e raciocínio visual são duas ideias chave que enquadram este trabalho sobre as quais interessa estudar mais, aprofundar os sentidos e realizar experiências com crianças e jovens. Pensar nas aprendizagens ligadas à visualização e ao raciocínio visual envolve a atenção a experiências de natureza múltipla e diversa, mas não pode esquecer o desafio à criação e construção de objetos.

A criação e construção de objetos tem que ser acessível e com sentido. Por isso, importa evidenciar que as ligações entre a bidimensionalidade e a tridimensionalidade não são exclusivas da matemática, nem das aprendizagens matemáticas, como também não é o raciocínio visual. Neste caso, estabelecemos uma ligação forte entre a matemática e as artes visuais. E embora esta seja a ligação interdisciplinar que mais apreciamos, importa também apontar que há outras ligações com grande potencial.

Por último, o interesse em trabalhos nesta natureza é que desenvolvem capacidades diversas, de visualização e raciocínio visual, criativas e de sensibilidade estética, de motricidade e de destreza manual, tanto das crianças e jovens como dos educadores e professores que com elas trabalham.

Referências

- Baruk, S. (2005). *Dicionário de Matemática Elementar*. Edições Afrontamento.
- Loureiro, C., & Regatão, J. P. (2019). Criação e construção de Pop-Up: Uma prática pedagógica entre as Artes Visuais e a Matemática. *Interações*, 15 (50), 69-91. <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes>.

Notas

Um agradecimento especial ao José Pedro Regatão que faz sempre as primeiras experiências de construção dos Pop-Up para anteciparmos a concretização e as potencialidades compositivas.