

CRIAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE POP-UP: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INTERDISCIPLINAR ENTRE AS ARTES VISUAIS E A MATEMÁTICA

Cristina Loureiro

Escola Superior de Educação de Lisboa
cristina@eselx.ipl.pt

José Pedro Regatão

Escola Superior de Educação de Lisboa
jregatao@eselx.ipl.pt

Resumo

Neste texto apresenta-se o resultado dos trabalhos desenvolvidos por educadoras do pré-escolar, através das experiências de aprendizagem interdisciplinares que associaram as artes visuais e a matemática. A metodologia utilizada baseou-se no modelo de aprendizagem Arts Based Educational Research (ABER). Foram analisados um conjunto de trabalhos que exploram ambas as áreas de conhecimento revelando a sua contribuição didática para o conhecimento e compreensão de diversos conceitos de literacia artística e de estruturas de formas geométricas, bem como para o desenvolvimento da visualização.

Palavras-chave: Educação Artística; Educação matemática; Geometria; Artes Visuais.

Abstract

The aim of this text is to present the results of the projects developed by preschool educators that combined interdisciplinary learning experiences concerning the relation between visual arts and mathematics. The chosen methodology was the Arts Based Educational Research (ABER) learning model. The analyzed corpus includes a set of projects that explore both areas of knowledge, or only one of them, revealing their didactic contribution to the knowledge and understanding of various concepts of artistic literacy and geometric shape structures, as well as the development of visualization.

Keywords: Art Education; Math Education; Geometry; Fine Arts.

Introdução

Este trabalho sobre construções Pop-Up está integrado no projeto MARTE1618 que teve como propósito o estudo da ligação entre a Matemática e a Educação Artística no âmbito das artes visuais, através da realização de experiências de aprendizagem interdisciplinares, que valorizam os aspetos criativos na aprendizagem tanto das artes como da matemática.

Neste texto apresentamos as principais orientações metodológicas da investigação realizada, o enquadramento teórico relativo às componentes de artes visuais e de educação matemática e os resultados da análise, na perspetiva artística e educativa, das experiências compositivas relativas a construções Pop-Up. Estas experiências foram realizadas com crianças do jardim de infância, entre os quatro e os seis anos, em situação de educação formal. As várias atividades que compõem uma experiência foram planeadas e realizadas pelas educadoras titulares dos grupos de crianças.

1. Contexto e Metodologia

A interdisciplinaridade é uma exigência da aprendizagem das crianças, amplamente reconhecida pela investigação em educação e explicitamente veiculada nos documentos de orientação curricular. Aponta-se assim o interesse do desenvolvimento de práticas pedagógicas interdisciplinares, associando-lhes reflexão e investigação que conduzam à sua melhoria e que sejam também promotoras da sua divulgação.

A associação entre a matemática e as artes visuais foi por nós eleita como uma ligação a privilegiar, tanto pelas poderosas ligações históricas entre estas duas áreas, no que respeita a processos de representação e de visualização, como pelo interesse que desperta entre professores e educadores (Loureiro, Castro & Pereira, 2017). As experiências realizadas no âmbito do projeto MARTE1618 evidenciaram o grande interesse de educadores e professores por esta associação. Primeiro na forte adesão às ações formativas realizadas no âmbito do projeto e, depois, no grande



empenhamento, criatividade e sentido de partilha nas experiências realizadas com as crianças, como expressa um excerto do relatório de formação de uma das educadoras:

“Ao longo da oficina apercebi-me igualmente da vantagem em realizar várias experiências interligadas, aprofundando conteúdos e técnicas e dando às crianças oportunidade de as repetirem, consolidando as aprendizagens. Também a articulação entre planeamento, execução, análise e partilha de atividades por um lado e aprofundamento teórico por outro é uma ideia que destaco como sendo uma mais valia desta oficina. Todas as formandas partilharam ativamente as experiências que iam realizando, contribuindo para o enriquecimento coletivo”.

A metodologia adotada no projeto enquadra-se num paradigma de aprendizagem de Arts Based Educational Research (ABER), (Cahnmann-Taylor & Siegesmund, 2008). Neste paradigma, assume-se que o diálogo com a obra de arte estimula o desenvolvimento da literacia artística e a apropriação de conceitos relacionados com a gramática visual, através de um contato direto com obras de reconhecido valor cultural e artístico. Falamos, portanto, do desenvolvimento da criatividade no domínio das expressões, da apropriação das linguagens elementares das artes, do desenvolvimento da capacidade de expressão e comunicação, bem como da compreensão das artes em contexto.

No que respeita à educação matemática, o projeto foi orientado para uma aprendizagem de natureza exploratória através da realização de atividades de resolução de problemas (Loureiro, Castro, Pereira & Guerra, 2017). O seu foco foram as aprendizagens ligadas às capacidades transversais de raciocínio, comunicação e visualização. Tendo em conta a natureza interdisciplinar deste trabalho, do ponto de vista da investigação em educação matemática foi seguida a orientação de Presmeg (2009) que reconhece que a implicação das artes na educação matemática exige que a pesquisa nesta área usufrua também das metodologias disponíveis na mesma. Associou-se assim o design de experiências de aprendizagem à análise dos produtos obtidos nessas experiências com base em referenciais construídos em parceria com os experimentadores.

A metodologia de investigação do projeto teve também como ideia base que as experiências de aprendizagem com as crianças fossem levadas a cabo por professores e educadores ligados ao projeto através da participação em oficinas de formação. As oficinas foram dinamizadas por investigadores das duas áreas de conhecimento envolvidas e não foi contemplado o acompanhamento nas salas de aula por parte dos

investigadores. A parceria de olhar duplo, tanto nas temáticas trabalhadas na formação como nas experiências realizadas, contribuiu para articular as componentes de planeamento e análise das experiências com a componente de aprofundamento teórico e a construção de referenciais de análise.

Do ponto de vista teórico, procurámos caracterizar e aprofundar o conhecimento sobre objetos matemáticos e objetos artísticos. No que respeita aos primeiros, o projeto seguiu a orientação de Duval (2002) que evidencia a natureza abstrata destes objetos e a complexidade inerente a essa natureza, a multiplicidade de formas de representação, intimamente ligadas à visualização na sua dupla aceção de método e de capacidade. Relativamente aos objetos artísticos, foram consideradas as ideias de Rudolph Arnheim (1998) relativamente ao entendimento da visão como a apreensão de padrões estruturais significativos, bem como a teoria da Gëstalt que no domínio da perceção visual, demonstra que esta possui umnexo estrutural.

Ao nível educativo, foi assumida a abordagem de análise da obra de arte adequando os objetivos ao nível etário das crianças, sem perder as exigências de rigor e de contemporaneidade. O objetivo de estudar as ligações entre a matemática e as artes visuais conferiu naturalmente neste projeto um papel predominante para a arte abstrata. No entanto, o desenvolvimento das atividades de formação ligadas ao projeto e as experiências realizadas permitiram identificar potencialidades valiosas para experiências compositivas de natureza figurativa. As construções Pop-Up enquadram-se nesta perspetiva.

Um outro aspeto valorizado no projeto foi a atenção às dimensões individuais e coletivas nos processos criativos. Ao reconhecer que os processos criativos podem assumir estas duas dimensões, no âmbito das quais se cruza o trabalho desenvolvido pelo sujeito-artista com as práticas participativas e colaborativas, assumimos como eixo orientador uma perspetiva de aprendizagem em que se articulam também as dimensões individuais e coletivas. A natureza do trabalho desenvolvido assumiu a configuração de obras modulares, onde a repetição ou a associação surgem como estratégia estrutural elementar de composição plástica/visual. Na educação matemática a problemática das dimensões sociais na aprendizagem tem também especial relevância como tem vindo a ser apontado pela investigação no âmbito da didática da matemática. Na escola, a aprendizagem realiza-se em situações em que as crianças estão em grupo, a dimensão social e coletiva é por isso naturalmente importante.



O conjunto de experiências realizadas no âmbito do projeto permitiram trabalhar a estruturação espacial e a estruturação geométrica, bem como a ligação entre a tridimensionalidade e a bidimensionalidade. No que respeita às artes visuais, focaram-se na composição de objetos com especial incidência no objeto escultórico. Em todos os casos esteve presente a intenção de criar condições para dar espaço à criatividade e imaginação das crianças. Os objetos produzidos e as experiências que lhes estão associadas, foram analisados e organizados nas seguintes categorias: *Composições com base em elementos naturais: Land Art; Construção de forma geométrica através da justaposição de diferentes camadas; Construções de Pop-Ups; Composições 2D com colagens* (Regatão & Loureiro, 2019).

No presente artigo, focamo-nos apenas na categoria das Construções de Pop-Up. O objetivo é evidenciar as potencialidades formativas que a criação e construção destes objetos apresentam para a aprendizagem da matemática e das artes visuais com crianças pequenas. Estas experiências foram levadas a cabo por duas educadoras que se interessaram especialmente por esta técnica e assumiram a utilização deste tipo de trabalhos como uma componente importante na sua prática profissional durante o ano letivo em que realizaram esta formação. As duas educadoras que mais se envolveram na realização de construções Pop-Up recolheram fotografias e registaram diálogos com as crianças que decorreram durante a realização desses trabalhos. Estes documentos integraram os relatórios de formação destas educadoras. Além disso, no final do ano letivo as duas educadoras prepararam e organizaram uma comunicação sobre o tema num seminário de formação de professores aberto a uma comunidade educativa alargada.

Embora as experiências que aqui se apresentam e discutem tenham sido realizadas apenas por educadoras, muitas das atividades poderão ser realizadas com crianças no 1.º ciclo de escolaridade básica.

2. Enquadramento Teórico

O enquadramento teórico apresentado neste artigo contempla apenas uma parte das orientações seguidas pelo projeto. Nomeadamente, as orientações relativas a composições e objetos artísticos, aos livros Pop-Up e à abordagem estruturalista na aprendizagem da matemática. A opção de restringir o enquadramento teórico prende-se com o interesse em evidenciar as linhas de força do projeto relativamente à seleção de objetos artísticos e de processos de criação passíveis de utilização tanto pelas



educadoras e professores como pelas crianças.

2.1. Composições e objetos artísticos

A paráfrase e a escultura como construção constituíram o ponto de partida para a criação de composições ou objetos artísticos.

Ao longo da história diversos artistas plásticos têm utilizado a noção de paráfrase como estratégia visual para a realização das suas obras, através da relação direta entre a estrutura compositiva de uma obra e “a organização subjacente dos elementos que constituem a nova” composição plástica (Sanches, 2017, p. 81).

A paráfrase pode ocorrer com obras de natureza distintas, uma pintura que origina uma escultura, uma fotografia que gera um vídeo, e vice-versa. Este recurso é utilizado frequentemente por artistas plásticos que se inspiram em clássicos da pintura. Por exemplo, na série de esculturas que Rui Sanches criou nos anos 80, existe uma reinterpretação de algumas das imagens mais icónicas da pintura ocidental, nas quais se substitui “a perspetiva clássica que pressupõe um observador estático” pela “perspetiva múltipla” e dinâmica (Sanches, 2017, p. 79).

Ao defender a libertação dos valores tradicionais, sobretudo durante o séc. XX, a escultura manifestou uma nova consciência da sua identidade, seguindo novas direções. Uma das técnicas que ganhou maior interesse foi a “construção”, na medida em que permitiu dispensar os processos tradicionais da escultura, como a fundição e a modelagem, através da junção direta dos materiais pela colagem, ou por meio da soldagem direta de metais. Neste sentido, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Picasso e Tatlin. O primeiro com a sua atitude experimental na exploração de técnicas de colagem e construção (Krauss, 2001). O segundo recorre a um “novo tipo de escultura (...) com materiais e objetos *ready-made*, colocando-os no espaço real sem qualquer intenção de representação” (Read, 2004, p. 90).

Com a chegada do construtivismo, a preocupação com a massa escultórica foi substituída pela exploração do espaço (enquanto matéria plástica), introduzindo uma nova premissa na escultura, a exploração do volume virtual. A representação do espaço torna-se assim um elemento essencial na conceção da escultura, ocupando o pensamento de artistas que se interessavam pela exploração do seu poder expressivo.

Um segundo aspeto a evidenciar decorre da natureza do projeto e da sua ligação ao contexto escolar elementar. Este impôs-nos uma atenção muito especial aos



materiais e formas de materialização, estabelecendo ligações com o reconhecimento desta utilização na produção artística e destacando para uma perspectiva evolutiva do seu uso, mesmo em situações de produção artística real.

A descoberta e a experimentação de novos materiais permitiram obter soluções formais e estéticas que divergiam da escultura tradicional, procurando outros aspetos ainda pouco explorados (a transparência, a leveza, o equilíbrio, etc.). Na verdade, a escultura foi dominada, durante vários séculos, pelo uso de materiais tradicionais que enfatizavam o interesse pela massa sólida e densa do volume escultórico.

Ao longo do séc. XX foram introduzidas novas técnicas e materiais que permitiram tirar partido das potencialidades físico-percetivas da escultura. Tatlin defendia uma “cultura dos materiais”, ao considerar que a escultura deveria valorizar as propriedades estruturais desses materiais, sem ficar sujeita a nenhuma tentativa de representação (Krauss, 2001). Este pensamento, revolucionário na época, abriu um amplo espaço para o surgimento de diversos movimentos que viriam a desenvolver a escultura abstrata.

A par da modernização dos materiais, observa-se a rutura com o antigo paradigma da arte figurativa, através do surgimento de obras abstratas que perdem o seu referente direto e ganham a sua autonomia. Para Argan (1998), é um período de rutura com a “arte do passado” e uma afirmação de “libertação da criatividade humana de qualquer condicionante” (p. 105). O desinteresse pela representação da realidade, enquanto imitação da natureza, irá desencadear maior interesse pela experiência física do material escultórico.

Por último, atendemos à relação entre a obra de arte e o público. Esta relação é encarada hoje como uma das questões mais pertinentes nas artes plásticas, na medida em que é responsável pela própria redefinição da arte, tal como do reposicionar do lugar do observador. Na opinião de Rouge “a arte é vista como uma forma de diálogo entre o artista e o público e não como um discurso unilateral” (2003, p. 33). Ao suprimir e encurtar a distância entre o espetador e a obra, a relação tornou-se mais dinâmica e participativa, cabendo ao primeiro um papel mais interativo na produção de significado da obra.

A chamada arte efémera, que pode abranger desde a *Land Art* à instalação *site-specific*, é um exemplo da valorização da relação direta com o público, a partir da qual se concebe e perspectiva a obra. As instalações de Christo, por exemplo, são verdadeiros acontecimentos que exigem a participação imediata do público. Para o artista, o trabalho só está “terminado”, quando o público se apropria da obra e usufrui



sensorial e perceptivamente. Como refere Isabel Babo (2015) “toda a receção é produção de sentido e apropriação” (p. 29).

Parece-nos de facto importante compreender estes conceitos e colocá-los ao serviço da aprendizagem das artes visuais, como procurámos fazer na criação dos trabalhos desenvolvidos pelas crianças do pré-escolar e na análise dessas experiências.

2.2. Livros Pop-Up

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. Ao contrário do livro convencional, constituído por texto escrito e/ou por ilustrações, de configuração bidimensional, os livros Pop-Up destacam-se pela capacidade de surpreender o leitor, através de formas tridimensionais recortadas que emergem das páginas de papel. Para além das qualidades plásticas que as formas dinâmicas imprimem na experiência sensorial do próprio objeto, já por si significativa em termos fruitivos, observam-se outras qualidades provocadas pelo “efeito-surpresa” e o próprio “mistério” das ilustrações tridimensionais. Estas qualidades, por sua vez, tornam-se irresistíveis para a exploração tátil e sensorial do livro. Ao folhear um livro Pop-Up, o leitor descobre histórias onde as formas ganham vida, como se tivesse diante de um “fenómeno mágico”, cuja construção é, aparentemente, incompreensível. Neste sentido, a leitura destes livros é uma atividade estimulante, a sua dimensão lúdica contrasta, em grande medida, com o “livro-objeto” tradicional.

Embora os livros amovíveis nos remetam para o século XIII, sendo introduzidos pela mão do monge benedito, Matthew Paris, que criou “mecanismos interativos” por meio de círculos giratórios, o surgimento do livro Pop-Up moderno acontece em 1960 e 1970 (Trebbi, 2014). Até aos anos 60, todavia, assiste-se ao surgimento de diversas inovações de formas e mecanismos de papel, que proporcionaram uma vasta combinação de elementos dinâmicos: formas tridimensionais, abas articuladas, “persianas”, imagens que deslizam, peças volantes, entre outros mecanismos (Assad, 2018). Convém ainda referir, o som, obtido através da fricção do próprio papel, como mais um aspecto interativo a somar aos restantes.

A partir da segunda metade do século XX surgem livros com soluções formais cada vez mais sofisticadas e complexas que combinam magistralmente a ilustração e o volume tridimensional. Alguns desses livros Pop-Up tornam-se referências, sendo hoje



considerados verdadeiros clássicos, como “As Metamorfoses da Vida” (1954) de Maurice Henry, “O Pequeno Capuchinho Vermelho” (1956) de Vojtech Kubasta, “A Viagem à Lua” (1969) de Hergé, a “Casa Assombrada” de Jan Pienkowski (1979), entre muitos outros. A literatura infantil influenciou, em grande parte, a criação destes livros, sendo o maior impulsionador da sua publicação, contudo existe uma variante, cada vez mais expressiva que explora ideias e conceitos abstratos. É o caso dos, mais recentes, livros de David Carter, intitulados “Um Ponto Vermelho” (2005) e “600 Pontos” (2007), nos quais se investiga as potencialidades expressivas do ponto no espaço. Se nas artes visuais o ponto, é o início da linha e da forma visual, na perspetiva da matemática, é um elemento espacial que indica uma posição. Neste sentido, para Trebbi (2014) o livro Pop-Up deixou de ser entendido como um mero “brinquedo”, para se tornar cada vez mais respeitado, na sua “dimensão cultural e estética”. Isto permite considerar portanto, que uma parte destes livros assumem propósitos artísticos que os aproximam da obra de arte. Um notável exemplo, é o livro do artista Susumu Shingu, intitulado “Un petit bois mystérieux” (2015).

Ao caráter lúdico dos livros Pop-Up, responsável pelo estímulo do lado sensorial do leitor, soma-se o potencial pedagógico, enquanto recurso didático para o ensino de várias áreas do conhecimento. À semelhança da literatura tradicional, estes livros também permitem trabalhar a criatividade, o raciocínio, o caráter, o sentido crítico, (Dohme, 2010), bem como os sentimentos e os valores da criança. Mas, na realidade, ao transcender o formato bidimensional, os livros Pop-Up intensificam, por meio da interatividade e da tridimensionalidade, as suas qualidades plásticas e fruitivas criando novos estímulos didáticos.

2.3. Abordagem estruturalista na aprendizagem da matemática

No que respeita à aprendizagem da matemática, adotamos a perspetiva de Battista (2007) que considera a geometria como uma rede complexa de conceitos, formas de pensar e sistemas de representação que são usados para analisar e imaginar ambientes espaciais. Segundo este autor, a maior parte do raciocínio geométrico é espacial, considerando-se este tipo de raciocínio como “a habilidade para ver, analisar e refletir sobre objetos espaciais, imagens, relações e transformações” (Battista, 2007, p. 843).

Estruturar espacialmente um objeto determina a sua natureza, ou forma, pela identificação das suas componentes espaciais, pela combinação das componentes em

composições espaciais, e pelo estabelecimento de inter-relações entre as componentes e os compostos. Por exemplo, uma caixa de cartão é um paralelepípedo estruturado a partir das suas faces e uma resma de papel é um paralelepípedo estruturado a partir da justaposição de retângulos iguais. Estas duas estruturações espaciais são distintas, permitem evidenciar relações geométricas diferentes entre os elementos constituintes do paralelepípedo e ajudam a compreender a relação deste objeto geométrico fundamental com outros objetos geométricos e, conseqüentemente, a sua classificação (Loureiro, 2017).

Recorremos ao *modelo de Battista* (2008), que envolve três tipos de estruturação do raciocínio para compreender a aprendizagem da geometria: (a) estruturação espacial; (b) estruturação geométrica e (c) estruturação lógico formal. A primeira corresponde à organização espacial ou forma de um objeto ou de um conjunto de objetos. A segunda descreve a estruturação espacial em termos de conceitos de geometria formal. Por último, a estruturação lógico-formal, que organiza os conceitos geométricos e as estruturas geométricas num sistema e que especifica as relações que podem ser descritas e estabelecidas através de raciocínio lógico.

Os três níveis de estruturação colocam-se tanto para objetos bidimensionais (2D) como tridimensionais (3D). Os objetos 3D podem ser estruturados espacialmente a partir de componentes 2D e são representados no plano a duas dimensões. Segundo Jones e Tzekaki (2016) a investigação tem mostrado que as dificuldades dos alunos em visualizar e explicar os seus raciocínios podem ser devidas à falta de experiências prévias e ao débil desenvolvimento de imagens mentais. Esta ideia confere uma relevância especial ao papel da tridimensionalidade e à necessidade de a articular com a bidimensionalidade.

3. Os Pop-Up Elaborados

Os livros Pop-Up constituíram assim um recurso inspirador para a realização de experiências de aprendizagem em que foram apreendidas algumas técnicas elementares. Numa primeira fase as técnicas foram trabalhadas nas sessões de formação com as educadoras que, depois, realizaram várias experiências com os seus grupos de crianças.

Os objetivos das educadoras contemplaram o desenvolvimento de competências de motricidade, de visualização e de resolução de problemas. No que respeita à visualização, as várias experiências realizadas com Pop-Up tinham como intenção



trabalhar a relação de composições 2D com composições 3D. A estruturação espacial relaciona a composição 2D (Pop-up fechado) com a composição 3D (Pop-up aberto). A passagem da composição 2D a 3D permite evidenciar as relações espaciais entre os vários elementos da composição e dialogar sobre essas relações (direita e esquerda; cima e baixo; atrás e à frente) e sobre relações geométricas.

Para análise e organização dos vários trabalhos realizados em Pop-Up organizamos três categorias: Composições figurativas; Objetos geométricos tridimensionais; Livros. Na descrição dos trabalhos apresentados em cada categoria seguimos a seguinte orientação: aspetos compositivos e artísticos; estruturação espacial e visualização; aprendizagens transversais do domínio das capacidades motoras, da autonomia e confiança, bem como da socialização.

3.1. Composições figurativas

Em termos de composição visual, observa-se um imaginário formal caracterizado pela presença da figura humana, animais, edifícios e diversos meios de transporte. Este imaginário visual é comum no contexto do pré-escolar, como revelam as investigações sobre os diferentes estádios do desenho infantil. Na representação da figura humana, surge o desenho típico de formas planas e esquemáticas que partem de um elemento pré-definido – uma “boca” criada em Pop-Up (Figura 1).



Figura 1 – Construção Pop-Up com boca, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Paulo Andrade.

Ainda pouco preocupados com as proporções, a linha de contorno, tímida, regista os aspetos mais rudimentares do corpo (braços, corpo e pernas). Acrescenta-se,

também, a colagem de elementos figurativos, que contribuem para melhor definir o tema da composição. Na representação de animais, edifícios e meios de transporte, os desenhos apresentam mais pormenores, na tentativa de se aproximarem da realidade, como se pode ver na composição das figuras 2 e 3, onde se veem edifícios, planetas e foguetões.



Figura 2 – Construção Pop-Up de uma cidade, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Paulo Andrade.

Estes elementos que resultam da imaginação, são tomados a partir de impressões reais que pertencem ao quotidiano das crianças, como refere Vigotsky (2012):

“é fácil vermos em que medida a criação infantil se alimenta das impressões que têm a sua origem na realidade externa, como são elaboradas estas impressões e como isso leva as crianças a uma compreensão e empatia com a realidade”. (p. 107)

Nestes trabalhos, encontramos uma noção adequada de equilíbrio visual, quer em termos de disposição dos elementos na página dupla, distribuídos de modo quase simétrico, quer em termos cromáticos proveniente da harmonia das cores. Existe, claramente, uma compensação mútua de pesos visuais que contribui para a “estabilização da composição” (Sousa & Batista, s.d.). Destacam-se, também, as relações formais entre os diversos elementos visuais ao nível da escala, mais proporcional, e da cor. Estas aprendizagens são extremamente importantes, na medida em que se verifica a existência da noção do objeto global, que resulta da distribuição equilibrada das partes.



Figura 3 – Construção Pop-Up com planetas e foguetões, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Paulo Andrade.

Uma das características principais da construção em Pop-Up, é a relação entre a forma e o fundo, que aqui ganha maior protagonismo devido à tridimensionalidade do trabalho, verifica-se a existência de um contraste acentuado entre a situação das formas no espaço e o plano de fundo. Para esse efeito, também, contribui o contraste cromático entre o fundo e as formas recortadas, responsáveis pelo acentuar da profundidade das composições (Figura 4).



Figura 4 – Construção Pop-Up com animais e paisagem, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Paulo Andrade.

Não é demais sublinhar a riqueza do Pop-Up enquanto experiência perceptiva, na sequência das diversas leituras visuais que se podem obter entre o Pop-Up fechado e o Pop-Up aberto.

Um dos aspetos a evidenciar nestes trabalhos são as associações que as crianças vão estabelecendo e que expressam de forma muito clara, como ilustra o seguinte diálogo entre uma criança e a educadora (Figura 5).

- *“Este parece do ... ó Maria como se chamava o pintor que eu gosto?”*
- *Escada.*
- *Esse. Só que ele tinha desenhos mais bonitos e com mais cores.”*



Figura 5 – Recortes e dobragens em papel, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Maria Aguiar.

É importante destacar que algumas obras de José Escada tinham sido no ano anterior apreciadas por estas crianças com a sua educadora. Os trabalhos em papel deste artista português foram marcantes tanto para a educadora como para as crianças e inspiraram a realização de várias atividades em papel.

Outro aspeto a evidenciar são as intencionalidades que as crianças têm para as suas construções como revela a pergunta feita por uma criança: — *Ó Maria dá para fazer corações? É para fazer cartas de amigas.* A intencionalidade das composições a realizar é um aspeto fundamental na realização deste tipo de trabalhos pelas crianças. Cada uma estabelece uma ideia que orienta a elaboração do trabalho: as casas como fundo e os carros a passar na estrada à frente das casas (Figuras 6, 7 e 8).



Figuras 6 e 7 – Construção Pop-Up de uma cidade, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Maria Aguiar.



Figura 8 – Construção Pop-Up de uma cidade, desenvolvido sob a orientação da educadora Maria Aguiar. Foto: Maria Aguiar.

3.2. *Objetos geométricos tridimensionais*

As técnicas de construção Pop-Up incluem, como já foi referido, a construção de formas tridimensionais. Entre estas destacamos os objetos geométricos tridimensionais que podemos considerar como formas puras e que são estudados na matemática.

Os objetos geométricos tridimensionais, habitualmente designados por sólidos geométricos, admitem várias representações diferentes de acordo com características estruturais que permitem a sua construção. Tradicionalmente os sólidos usados nas escolas eram modelos de madeira e, quando construídos em sala de aula, esse trabalho era feito a partir de planificações em cartolina. A relação entre a figura tridimensional e a figura ou figuras bidimensionais associadas era feita apenas através de planificações.

Hoje em dia estão acessíveis diversos tipos de materiais manipuláveis que permitem construir sólidos geométricos, a partir de elementos de estruturação

geométrica, como por exemplo as faces, as arestas e os vértices. A utilização destes recursos está bastante disseminada nas escolas. No entanto, neste projeto, pela sua natureza e pela ligação à construção de objetos, foi seguida uma orientação de obtenção de objetos geométricos tridimensionais a partir de objetos bidimensionais, sem recorrer a planificações, procurando estruturações alternativas às dos materiais manipuláveis comerciais. Pretendemos deste modo evidenciar estruturas diferentes para o mesmo sólido e estudar as possibilidades de estruturação geométrica recorrendo a técnicas de construção também diversas.

Em alguns casos as composições obtidas e trabalhadas com as crianças associaram a estruturação geométrica de sólidos de revolução. É o caso da semiesfera, estruturada a partir de gomos, e do cone, a partir de triângulos.

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 9).

Os sólidos geométricos obtidos como sólidos de revolução foram sempre objeto de diálogos em que as educadoras levam as crianças a pensar sobre o que vêm, como ilustra o seguinte excerto de um diálogo de uma educadora com as crianças (Figura 10).



Figura 9 – Construção Pop-Up de uma rã, desenvolvido sob a orientação da educadora Anabela Dias. Foto: Anabela Dias.



Figura 10 – Construção Pop-Up de uma bruxa, desenvolvido sob a orientação da educadora Anabela Dias. Foto: Anabela Dias.

- *“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.”*

Outras composições associaram a estruturação geométrica de prismas e pirâmides a partir de planos paralelos (Figura 11). Este tipo de estrutura confere ao objeto uma ideia de sobreposição de camadas que correspondem à sobreposição de várias figuras planas do mesmo tipo: polígonos todos iguais para os prismas; polígonos semelhantes, progressivamente maiores ou mais pequenos, para as pirâmides.

Estes exemplos mostram o potencial destes objetos no desenvolvimento da comunicação oral. Por um lado, a criança descreve o processo que seguiu e qual foi a técnica que usou. Por outro, o objeto criado pode ser usado para estabelecer um diálogo com um grupo de crianças em que o adulto orienta a observação para os aspetos particulares que lhe interessa destacar, seja do ponto de vista artístico, matemático ou técnico.

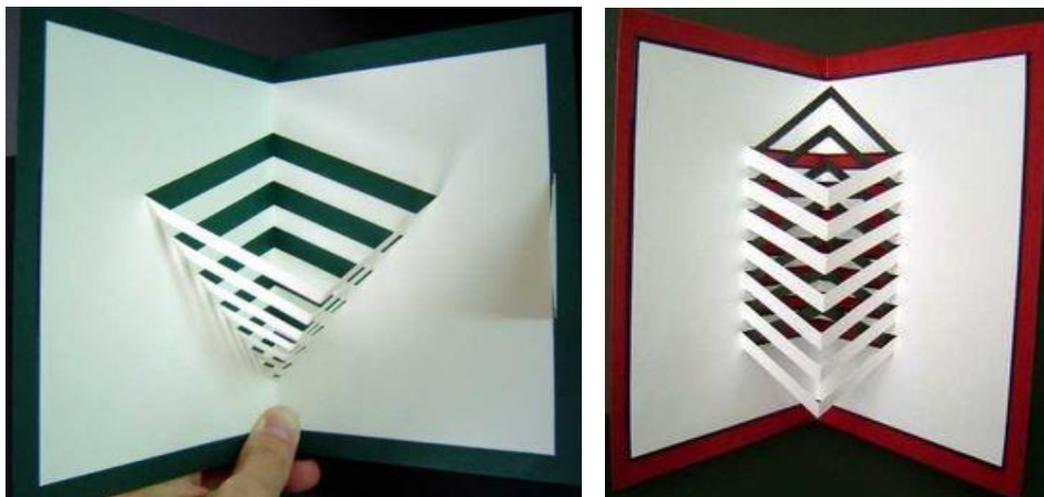


Figura 11 – Construção Pop-Up de estruturas geométricas, desenvolvido sob a orientação da educadora Anabela Dias. Foto: Anabela Dias.

As situações apresentadas permitem evidenciar as potencialidades das técnicas de construção Pop-Up para obtenção de estruturas distintas do mesmo sólido, nomeadamente, a estrutura de revolução e a estrutura de sobreposição de planos paralelos. Embora as construções sejam limitadas, a construção destas figuras com recurso a estas técnicas revelou-se muito desafiadora para as educadoras e para as crianças. Destacamos também o desenvolvimento de destrezas motoras finas para obtenção destas figuras com algum rigor, bem como o desenvolvimento de competências de persistência e de perseverança para obter estes objetos. Enquanto que na obtenção de composições figurativas o rigor não é uma exigência, para estas construções o conhecimento das relações entre os vários cortes e a precisão na sua execução são dois aspetos determinantes na qualidade da forma obtida.

3.3. Livros

Para além das competências de leitura e de escrita que a escola promove, naturalmente, com recurso à literatura infantil, a construção de livros é muito comum em situações educativas, pois estes permitem associar vários trabalhos individuais ou de pequeno grupo num único trabalho coletivo. No âmbito deste projeto foram organizados vários livros com inspirações artísticas como foi o caso de "O Lanche do Sr. Verde", que relata a história de uma personagem que habitava um mundo de apenas uma cor, baseado na pintura "O Filho do Homem" (1964) de René Magritte.



Por sua vez, as crianças foram estimuladas a colaborar na criação de um livro coletivo, que combinasse todas as construções Pop-Up criadas individualmente (Figura 12). Assim, cada criança desenvolveu o seu trabalho criativo, ao ficar responsável pela construção de um Pop-Up alusivo ao tema sugerido pela educadora. Ao colocar em prática os conhecimentos básicos na construção de livros Pop-Up, as crianças desenvolveram formas tridimensionais numa página dupla, combinando diversas técnicas. Desses trabalhos resultaram um conjunto de personagens e animais (a bruxa, o sapo) que ilustram a história, criando uma espécie de narração tridimensional que culmina numa única obra em formato de livro.



Figura 12 – Construção de um livro Pop-Up, desenvolvido sob a orientação da educadora Anabela Dias. Foto: Anabela Dias.

- *“Nas duas primeiras páginas, estão a ver a torre que fica mesmo no meio na dobra do livro, o que é que nos faz lembrar? Observem bem! Podem observar por cima do livro, por baixo também, pela frente, e dos lados, claro! Estão a ver os retângulos ...*
- *Parece um ... paralelepípedo.”*

Após a conclusão física do livro, foi possível folhear as páginas e contar uma história, para além dos aspetos de aprendizagem visual, o movimento das formas permitiu encenar uma narrativa e envolver a turma. Este livro, que reuniu diversos estímulos visuais e táteis, foi largamente manipulado e constituiu-se como recurso pedagógico, contribuindo para a aquisição de competências no domínio da linguagem, das artes visuais, da comunicação matemática e da comunicação em geral.



Neste trabalho, as crianças tiveram a oportunidade de explorar diversos elementos expressivos da linguagem visual, utilizando diferentes técnicas e diversos materiais (novos e reutilizáveis), assim como executar e criar formas em Pop-Up, e dialogar sobre a sua produção individual e coletiva. Os debates em torno do trabalho de grupo, para Eisner “estimulam a reflexão e fazem com que as crianças expliquem aquilo que criaram com mais detalhe” (p. 126). Com esta experiência, as crianças desenvolveram “capacidades expressivas e criativas”, autonomia, sentido crítico, partilha e cooperação.

4. Conclusões

A análise e descrições dos produtos elaborados permitem apresentar uma síntese que orienta as conclusões que obtivemos com este projeto relativamente ao objeto artístico Pop-Up e à sua utilização em práticas interdisciplinares entre as artes visuais e a matemática.

Embora de modo distinto, todas as experiências permitiram associar artistas e respetivos meios de expressão à construção de Pop-Up, valorizando-se assim o conhecimento e a fruição da sua obra. Em todas esteve também presente a estruturação espacial e a visualização, tanto no planeamento da execução do trabalho como na apreciação do efeito Pop-Up.

Outro aspeto transversal a todas as experiências foi a estruturação geométrica de sólidos de revolução e de prismas e pirâmides a partir de planos paralelos, bem como o conhecimento sobre várias formas de representação e de estruturação de um mesmo objeto matemático. Além disso, destacamos o desenvolvimento da visualização associado ao desenvolvimento da comunicação oral. A associação de trabalhos ganhou uma relevância especial na criação dos livros em que ganha sentido uma identidade coletiva obtida a partir de obras individuais.

A realização pelas crianças de construções geométricas com significado, como a semiesfera que representa um corpo de animal ou a pirâmide ou o cone que representam peças de vestuário, é um aspeto que valorizamos bastante nos trabalhos realizados. Este sentido das construções proporciona uma motivação para que essa realização seja feita com planeamento e seja valorizado o rigor. A visualização é desenvolvida e afinada se as relações entre os elementos e o composto forem compreendidas e a execução dos objetos for da responsabilidade da criança.



É importante salientar a simplicidade dos materiais utilizados nos trabalhos, provenientes da reciclagem e de recursos da própria escola, recolhidos pelas crianças e pelas educadoras. Para além do contato enriquecedor com as qualidades plásticas dos diferentes materiais, definiram-se novas funcionalidades para o seu uso, que vieram a estimular a criatividade e a incentivar a relação da criança com o seu quotidiano.

A pintura, o desenho, a colagem e as técnicas mistas, foram os meios de expressão mais utilizados nestes trabalhos, no âmbito dos quais foi possível alargar as possibilidades de criação. Acrescenta-se ainda, o acesso e a apropriação de diversos instrumentos (tesoura, pincel, lápis, entre outros), fundamentais para o desenvolvimento da capacidade de expressão visual.

Igualmente se destaca a modelação de formas em papel (corte e dobragem), por meio da técnica do Pop-Up, linguagem visual que conquistou grande sucesso junto das crianças e das educadoras, revelando boas potencialidades educativas. Importa salientar o interesse que as construções em Pop-Up suscitaram em toda a comunidade escolar, na medida em que conseguiram mobilizar as crianças, as educadoras e, em certos casos, envolveram a participação dos próprios pais. Durante as atividades de criação e construção de Pop-Up foi visível o entusiasmo e empenho das crianças na concretização destas atividades.

Por último, queremos destacar a importância da realização pelas crianças de trabalhos de elevada exigência de motricidade fina e altamente promotores de comunicação visual e oral. No auge da utilização tecnológica, em que os ecrãs dominam a vida das crianças e em que a comunicação através de dispositivos tecnológicos parece aprisionar a socialização, ganha especial relevância a realização de trabalhos desta natureza em que a criação e a construção são associados de maneira simples e com grande riqueza de aprendizagens.

Referências Bibliográficas

- Argan, G. (1988). *Arte e crítica de arte*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Arnheim, R. (1998). *Arte e percepção visual - Uma psicologia da visão criadora*. S. Paulo: Pioneira.
- Assad, D. (2018). *Pop-Up-Édia: Um livro Pop-Up sobre Pop-Up*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Babo, I. (2015). *Espectadores e públicos activos*. Lisboa: Nova Vega.



- Battista, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In Frank K. Lester, Jr. (Eds.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 843-908. NCTM.
- Battista, M. T. (2008). Development of the shape makers geometry world. In Glendon W. Blume & M. Kathleen Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of Mathematics: Volume 2 - Cases and Perspectives*, (pp. 131-156). NCTM & IAP.
- Cahnmann-Taylor, M. & Siegesmund, R. (2008). *Arts-Based Research in Education: Foundations for practice*. London/ New York: Routledge.
- Dohme, V. (2010). *Técnicas de contar histórias: Um guia para desenvolver as suas habilidades e obter sucesso na apresentação de uma história*. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2010.
- Duval, R. (2002). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. In F. Hitt & M. Santos (Eds.) *Proceedings of the Twenty-first Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Mexico, Vol. I, (pp. 3-26).
- Eisner, E. (2011). *El arte y la creación de la mente*. Barcelona: Paidós.
- Jones, K. & Tzekaki, M. (2016). Research on the teaching and learning of geometry. In Á. Gutiérrez, G. C. Leder & P. Boero (Eds.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*, 109-149. Sense Publishers.
- Krauss, R. (2001). *Caminhos da escultura moderna*. São Paulo: Martins Fontes.
- Loureiro, C. (2017). O desenvolvimento do raciocínio geométrico e espacial. *Educação e Matemática*, 144-145, p. 16-20, ISSN 0871-7222.
- Loureiro, C., Castro, S., Pereira, T. & Guerra, C. (2017). Construir a Geometria a partir da Educação Artística Visual. *Revista Educação Matemática em Foco*, Campina Grande: EDUEPB, v.6, n. 01, Jan/Jun - 2017: A Geometria na Formação de Professores de Matemática no Brasil. ISSN: 1981-6979. <http://revista.uepb.edu.br/index.php/REMEMF/issue/view/264>
- Loureiro, C., Castro, S. & Pereira, T. (2017). Relação 3D-2D — Uma perspectiva da estruturação espacial. In H. Oliveira, L. Santos, a. Henriques, A. P. Canavarro & J. P. Ponte, *Livro de Atas do EIEM 2017 - Encontro em Investigação em Educação Matemática - O ensino e a aprendizagem da geometria (EIEM 17, 11-12 Novembro 2017)* (pp. 111-123), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. ISSN: 2182-0023.



- Presmeg, N. (2009). Mathematics education research embracing arts and sciences. *ZDM: International journal on mathematics education*, 41 (1), 131-141, DOI 10.1007/s11858-008-0136-6.
- Read, H. (2004). *Modern sculpture: a concise history*. London: Thames & Hudson.
- Regatão J. P. & Loureiro, C. (2019). Criação de objetos: Abordagem interdisciplinar entre a Matemática e as Artes Plásticas. *Olhar, Perceber, Criar, Intervir: VIII Congresso Internacional Matéria-Prima*, 349-361.
- Rouge, I. de M. (2003). *A arte contemporânea*. Mem Martins: Editorial Inquérito.
- Sanches, R. (2017). *Janela, espelho, mapa, ...*. Lisboa: Documenta.
- Sousa, R. & Batista H. (s.d.). *Para uma didáctica introdutória às artes plásticas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Trebbi, J-C (2014). *The art of Pop-Up: The magical world of three-dimensional books*. Barcelona: Promopress.
- Vygotsky. L. S. (2012). *Imaginação e criatividade na infância*. Dinalivro.