

## A arte e a matemática como peças de um mesmo quebra-cabeça *Art and mathematics as pieces of the same puzzle*

Elisandra Bar de Figueiredo<sup>1</sup>

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Ivanete Zuchi Siple<sup>2</sup>

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Geisiani Bontorin<sup>3</sup>

Prefeitura Municipal de Joinville

### Resumo

Este artigo explora a conexão entre arte e matemática em uma prática pedagógica possibilitada pelas tecnologias, destacando como a colaboração entre professores do ensino superior e da educação básica pode oportunizar boas práticas educativas. Focalizamos a prática de uma professora de Arte do Ensino Fundamental que propõe a releitura das obras de Escher por meio da tesselação. Essa abordagem revela potencialidades pedagógicas, incentivando a criatividade dos alunos e oportunizando a compreensão de padrões e simetrias, enriquecendo tanto o entendimento artístico quanto o matemático dos estudantes.

**Palavras-chave:** Tesselação; Tecnologia; Escher; Ensino Fundamental; Escola-Universidade.

### Abstract

This paper explores the connection between art and mathematics in a teaching practice employing the potentialities of technology, highlighting how the cooperation between higher education professors and basic education teachers may provide an opportunity for good teaching practices. We focused on the practice of a Basic School Art teacher who proposes a reinterpretation of the work by Escher using tessellation. This approach reveals pedagogical potentialities, driving students' creativity and providing an opportunity for the understanding of patterns and symmetry, enriching both the artistic and the mathematical understanding of the students.

**Key-words:** Tessellation; Technology; Escher; Elementary School; School-University.

### Introdução

Os matemáticos e os artistas compartilham, muitas vezes, questionamentos sobre o mundo sensível e as maneiras de compreendê-lo a partir do conhecimento e da apreciação da realidade e da subjetividade humana. São amantes, em suas respectivas áreas, do belo que remete a uma forma de satisfação de forma indefinível e profunda, seduzidos ao que atinge as raízes do Ser (Bruter, 2013). A arte e a matemática, no mínimo, compartilham de sentimentos antagônicos – sedução ou

<sup>1</sup> Doutorado em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos, Brasil (2008). Professora associada da Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2101-4009>. E-mail: [elisandra.figueiredo@udesc.br](mailto:elisandra.figueiredo@udesc.br).

<sup>2</sup> Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2005). Professora associada da Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8640-1336>. E-mail: [ivanete.siple@udesc.br](mailto:ivanete.siple@udesc.br).

<sup>3</sup> Especialização em Arte e Tecnologia pela Faculdade Unyleya, Brasil (2022). Professora efetiva de Artes da Prefeitura Municipal de Joinville/SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9960-108X>. E-mail: [gbontorin@gmail.com](mailto:gbontorin@gmail.com).

repulsão. Ghys (2015) nos diz que falar de beleza em matemática é um paradoxo, pois a matemática desperta pouco interesse nas pessoas e, geralmente, as memórias são de fórmulas feias e terríveis. Por outro lado, Crato (2009) nos diz que as pessoas que desenvolvem o gosto pela matemática conseguem enxergar a beleza de uma fórmula matemática. Entretanto,

O difícil é explicar as razões de tal beleza. Uma delas reside na estranha condensação da realidade que as fórmulas comportam. Uma realidade que pode ser geométrica, física, biológica, ou puramente ideal. Outra será a sua flexibilidade, pois numa fórmula pode-se aplicar um número infinito de situações insuspeitas. Outra ainda pode ser o próprio grafismo. (Crato, 2009, p. 149).

As conexões entre a arte e a matemática não são recentes. A visualização sempre foi um ingrediente importante para a comunicação tanto da arte quanto da matemática. Artistas, arquitetos, engenheiros e designers se inspiram na matemática visual. O documentário “O Artista e o Matemático”, da coleção Arte & Matemática, contempla alguns diálogos entre a apreciação e compreensão das obras artísticas e teorias matemáticas, apresentando o pensamento de homens que construíram complexas estruturas na busca da estética, do raciocínio presente na cúpula da catedral de Florença, na Itália, por Brunelleschi, nas invenções de Leonardo da Vinci, nas curvas de Niemeyer e nos cálculos de Joaquim Cardozo.

Para alguns, a mente criativa de artistas e matemáticos é explicada por dons e habilidades inerentes a eles, como pessoas geniais, especiais [...] Leonardo da Vinci, apresentado neste documentário, era especial não por ter tido uma mente brilhante, mas porque soube desenvolvê-la, alimentá-la, provocá-la. Era sensível à beleza e construiu maneiras de materializá-la (Utuari, 2010, p. 4).

A tecnologia tem sido uma aliada importante na conexão entre a arte e a matemática, possibilitando experiências reais a um público de qualquer idade e de diferentes olhares. Na exposição “Um olhar nos espaços de dimensão 3”, ocorrida em 2015, no Museu de Astronomia e Ciências Afins, no Rio de Janeiro, pesquisadores e artistas brasileiros e franceses deram vida a teorias que, até então, apenas habitavam o imaginário de cientistas e amantes da geometria espacial, permitindo, com o uso inovador de computação visual, vislumbrar formas de duas e três dimensões de uma maneira didática e artística. Para o autor da exposição, o matemático francês Pierre

Berger, a beleza matemática está na descoberta: “queremos tornar palpáveis conceitos densos e, muitas vezes, obscuros e despertar a curiosidade da sociedade, sem pré-requisito cultural” (Berger, 2015, s.p.). Os conceitos presentes na amostra estavam, na maioria, relacionados com a conjectura de Poincaré. Entretanto, em uma exposição, não se pretende que alguém tenha o domínio da área para apreciá-la, ou seja, não existe qualquer pré-requisito para explorá-la. Por outro lado, os olhares podem ser seduzidos para explorar e desvendar o mundo da matemática, da arte e/ou da tecnologia, por exemplo.

Esse foi o espírito que nos seduziu: a não linearidade, o olhar além da matemática, o não pré-requisito. Inicialmente, nossa ideia, de posse de impressoras 3D e de uma máquina de corte a laser, era explorar as potencialidades dessas tecnologias na construção de materiais didáticos para o ensino de Matemática. Ao iniciarmos nossa pesquisa, encontramos muitos objetos já modelados digitalmente e iniciamos sua impressão. Entretanto, nem todos os objetos eram materiais didáticos para “o ensino de”, alguns existiam sem uma necessidade de aplicação. Em segundo lugar, fomos influenciadas por uma gincana na Semana acadêmica do Curso de Licenciatura em Matemática, cuja temática abordou as conexões entre a arte e a matemática. Tal evento nos levou em outra direção, um caminho incerto, sinuoso, porém de muitas descobertas. Saímos da nossa zona de conforto e optamos por navegar por caminhos que ainda não conhecíamos. A ideia era oferecer ao espectador o contato com a arte e a matemática de acordo com a sua respectiva lente, fazendo que ele escolha os conectivos lógicos dessa relação entre essas duas grandes áreas.

Como disse Bruter (2013) na segunda Conferência Europeia de Arte e Matemática, quando essas obras despertam a admiração, elas deixam vestígios na memória, permeiam, e as imagens da memória estão constantemente questionando as razões e os processos que levaram à sua criação e à sua obtenção, no seu significado. Uma primeira familiaridade com a matemática é essa, estabelecida sem esforço, não suscitando qualquer forma de rejeição.

Dentre as várias formas de arte, queremos olhar a arte na matemática e/ou a matemática na arte, em particular, explorar algumas potencialidades que surgem na prática de uma professora da disciplina de Arte, do Ensino Fundamental, na proposição da releitura de obras de Escher com a tesselação.

## Arte e Matemática

Se eu fosse ensinar a uma criança a arte da jardinagem, não começaria com as lições das pás, enxadas e tesouras de podar. Eu a levaria a passear por parques e jardins, mostraria flores e árvores, falaria sobre suas maravilhosas simetrias e perfumes; a levaria a uma livraria para que ela visse, nos livros de arte, jardins de outras partes do mundo. Aí, seduzida pela beleza dos jardins, ela me pediria para ensinar-lhes as lições das pás, enxadas e tesouras de podar. A experiência da beleza tem de vir antes! (Alves, 2008, apud Utuari, 2010, p. 3)

Acreditamos que tanto a arte quanto a matemática têm como condições necessárias a contemplação, a imaginação e a reflexão despertando a curiosidade e a busca incessante pelo conhecimento. No contexto de ensino, o professor pode transitar da matemática para a arte ou da arte para a matemática, ou para outros contextos multidisciplinares.

No currículo brasileiro, a disciplina de Arte tem o seu espaço garantido como componente curricular obrigatório da educação básica. No Ensino Fundamental, a Arte é vista como área de conhecimento, visando à formação artística e estética dos alunos (Brasil, 2018). A arte como um modo de expressão é um componente chave no processo de todo aprendizado, podendo ser integrada a outras disciplinas.

De acordo com Schaffer (1996), o aprendizado de arte integrado ao currículo é uma visão tentadora para os educadores de matemática.

A ideia de 'aprender matemática fazendo arte' atrai aqueles que se sentem marginalizados pelo currículo e pedagogia 'tradicionais' de matemática. As pessoas ficam entusiasmadas com a ideia de aprender matemática com a liberdade e a alegria associadas à criação artística (Shaffer, 1996, p. 7, grifo no original).

Simetrias, homotetias, harmonia e regularidades são algumas características geométricas presentes em diferentes manifestações artísticas. A interação entre a

matemática e a arte favorece o estudo de conceitos e princípios matemáticos. Ao observar determinadas obras artísticas, é possível perceber alguns elementos geométricos, como paralelismo, perpendicularidade, perspectivas, profundidade, simetrias e assimetrias, proporções, entre muitos outros. Assim, podemos observar e explorar conceitos geométricos presentes na arquitetura, pintura, escultura, em cerâmicas, cestarias, entre outras práticas sociais. As conexões entre a arte e a geometria, por exemplo, além do estudo de diversos conteúdos geométricos, dá oportunidade aos alunos de conhecerem a vida e a obra de diferentes artistas, contribuindo para o seu enriquecimento cultural e para mostrar que a geometria está presente em diferentes contextos (Nascimento et al., 2014).

Diante de uma obra de arte, abrem-se possibilidades da multiplicidade de leituras e representações. A obra é vista de acordo com as referências pessoais e culturais do leitor. Quanto mais referências tivermos, maiores e mais diferentes serão as possibilidades e as perspectivas para análises e interpretações (Fainguelernt; Nunes, 2015).

Uma referência para trabalhar com essa transição é Maurits Cornelis Escher (1898-1972), um artista gráfico holandês conhecido pelas suas xilogravuras, litografias e meios-tons, que tendem a representar construções impossíveis, preenchimento regular do plano, explorações do infinito e metamorfoses (M.C. Escher, 2024). É possível encontrar várias releituras de seus trabalhos em modelos para impressão 3D ou corte a laser produzidos pela comunidade, disponíveis para download em plataformas online como o Thingiverse<sup>4</sup> ou o Printables<sup>5</sup>.

No trabalho Ascendente e Descendente (Ascending and Descending), Escher explora as construções impossíveis usando como inspiração as escadas de Penrose para criar uma escada infinita. Na obra original, pode-se observar que há uma escada interminável com duas fileiras de pessoas que sobem sem nunca chegar a um lugar mais elevado. Este efeito é obtido por uma maneira propositadamente equivocada de registrar uma situação tridimensional (espaço) num ambiente bidimensional (plano do

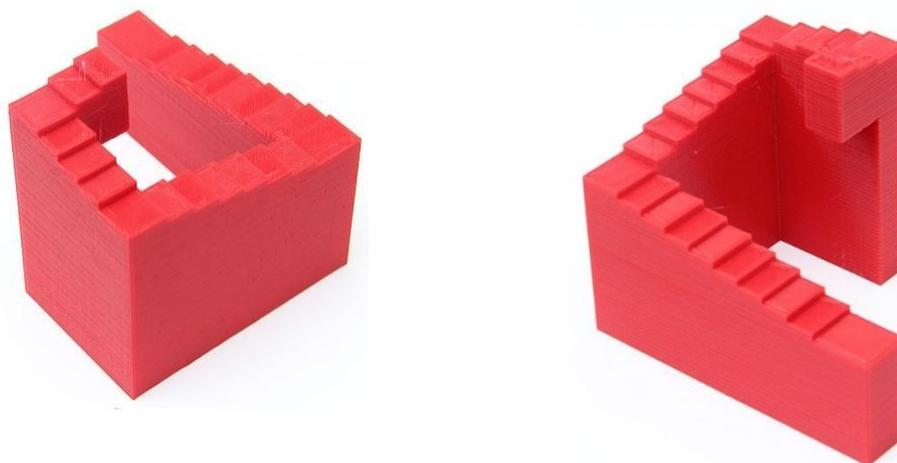
---

<sup>4</sup> <https://www.thingiverse.com/>

<sup>5</sup> <https://www.printables.com/>

papel). Quando modeladas tridimensionalmente, essas figuras perdem essa ilusão. Na Imagem 1, temos um modelo impresso de uma escada impossível inspirada nessa obra que, quando observado de um ângulo “adequado” (1a), recria a ilusão intencionada pelo artista. Já a Imagem 1b desfaz essa ilusão.

**Imagem 1** – Releitura de Ascendente e Descendente<sup>6</sup>  
(a): ângulo adequado (b) ângulo qualquer



Fonte: Acervo das autoras (2023).

Escher também é muito conhecido por seus trabalhos com transformações, simetrias e repetições, como em suas obras Lizard n. 25 de 1939, Lizard n. 56 de 1942, Sky and Water I de 1938. Em nossas pesquisas nos sítios que disponibilizam materiais modelados para impressão 3D e corte a laser, encontramos algumas releituras das obras de Escher como os quebra-cabeças que exploram as simetrias (Imagem 2), que reproduzimos usando uma máquina de corte a laser.



Fonte: Acervo das autoras (2023).

<sup>6</sup> Adaptada do modelo de Kenji Nakagawa disponível em <http://www.thingiverse.com/thing:210267>

<sup>7</sup> Modelo disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:2649164>

<sup>8</sup> Modelo disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:1542107>

<sup>9</sup> Modelo disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:20681>

<sup>10</sup> Modelo disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:1555097>

Na Imagem 3(a), temos um modelo com o qual podemos montar um cubo com lagartos, uma releitura tridimensional da obra de Escher, ou ainda usar a imaginação para montar um cenário próprio como na Imagem 3(b).

**Imagem 3** – Releitura tridimensional dos lagartos de Escher<sup>11</sup>

(a) Cubo com os lagartos de Escher



(b) Exército de lagartos de Escher



Fonte: Acervo das autoras (2023).

Com a possibilidade da impressão de releituras das obras de Escher, podemos olhá-las não apenas de maneira independente, mas, sim, criar novas composições.

Nesse contexto, a tecnologia tem um papel fundamental nessa integração, tanto no que se refere à visualização quanto na concepção do modelo digital da arte para a reprodução física. O uso de materiais manipuláveis não é recente, o que é atual é a possibilidade que se abre para reproduzir tais materiais usando as potencialidades das tecnologias, em particular da impressão 3D e de corte a laser.

O uso desses materiais é um recurso importante na aprendizagem dos alunos, pois possibilita que eles desenvolvam o raciocínio abstrato a partir de experiências concretas (Boggan; Harper; Whitmire, 2010). Segundo os autores, quando os alunos manipulam objetos, estão dando os primeiros passos para entender processos e procedimentos matemáticos. O uso adequado de materiais manipuláveis pode ajudar os alunos a conectar ideias e integrar seus conhecimentos para que adquiram uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos, sendo indicado por várias

<sup>11</sup> Modelo disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:771395>

pesquisas (Flores; Kerscher, 2021; Lorenzato, 2009; Montessori, 2017; Lemke; Siple; Figueiredo, 2016; Hoopes, 2018).

Estes materiais manipuláveis como instrumentos de aprendizagem são um exemplo de como somos capazes de sistematizar conhecimentos a partir de diferentes meios e linguagens (verbal, binária, matemática, imagética, musical, cinestésica, palato-olfativa, dentre outras). São essas linguagens como conjuntos de códigos de comunicação que estabelecem os “fluxos de pensamento, ações, eventos e valores humanos que circulam no interior da cultura” (Camargo, 2017, p. 156). Cultura esta que influencia a forma como vemos o mundo em seus arranjos semióticos, assim como a imagem percebida por um indivíduo sobre si mesmo e sobre os outros.

O conhecimento como um todo, incluindo o da arte e o da matemática, surge primeiro na apreciação da vida e do que temos contato ao nosso redor. Segundo Camargo (2012), não há o que entender, sem antes perceber, ou seja, a percepção humana é sempre anterior à inteligência:

[...] o conhecimento adquirido pela estética educa a percepção para a leitura das manifestações provenientes da coisa por si mesma, desenvolvendo assim a leitura sensível de sua existência no mundo e na interrelação com as outras coisas particulares que habitam a vizinhança. (Camargo, 2012, p. 53).

### **Projeto Escher na escola**

Compreendendo a percepção como área de estudo da arte e essa como conhecimento cognitivo e estético não isolada das demais linguagens, foi elaborado, em 2023, na disciplina de Arte, o projeto interdisciplinar “Escher na Escola” com uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental II, de uma escola da rede pública. A escolha da turma do 9º ano foi feita para atender às expectativas de aprendizagem requisitadas no Mapa de Progressão do município, e também por ela ser reconhecida como a última etapa do Ensino Fundamental II. Neste período de finalização, uma das provocações feitas aos alunos é em relação à continuidade nos estudos após o encerramento deste ciclo, sendo possível perceber, nos relatos e situações em sala, certa desmotivação frente ao futuro acadêmico. Aqui, a figura do professor aparece

como propositora de novas perspectivas, mais atraentes e acessíveis, buscando o olhar da curiosidade sobre o mundo.

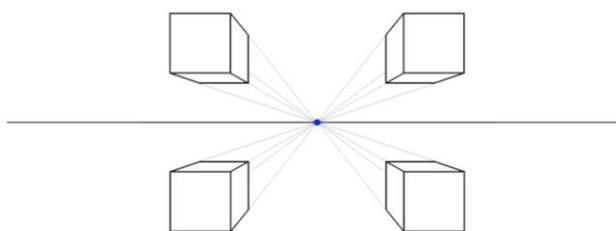
Para tanto, pensou-se em unir arte e matemática em prol do protagonismo criativo dos alunos da rede pública de ensino. O projeto era composto por aprendizados que perpassam ambas as áreas e que são de importância para o desenvolvimento de nossa sociedade. Desde estudos de perspectiva de diferentes culturas, como a do Egito Antigo ao Renascimento na Europa, concepções de simetria e, por fim, a tesselação.

A tesselação trata-se de uma malha de polígonos encaixados, tendo um resultado estético próximo a um mosaico islâmico. Segundo Barth (2006), sobre a obra de Escher

[...] a arte islâmica lhe oportunizou a descoberta de regras de conceitos matemáticos; os árabes eram conhecedores da Matemática. Assim, ao dedicar-se aos estudos, conseguiu encaixar os desenhos geométricos sem deixar espaço entre as formas geométricas; isto é, foi capaz de elaborar figuras que se apresentavam como continuação uma das outras, na divisão regular da superfície (Barth, 2006, p. 77).

Como iniciação da atividade, num primeiro momento, os alunos realizaram exercícios de perspectiva com um ponto de fuga, usando materiais convencionais (lápiz, papel, régua e borracha) e compreendendo os princípios das obras anteriormente apresentadas em sala de aula, bem como os exemplos de exercícios de perspectiva, conforme ilustra o exemplo da Imagem 4.

**Imagem 4** – Exemplo do exercício de perspectiva usando um ponto de fuga

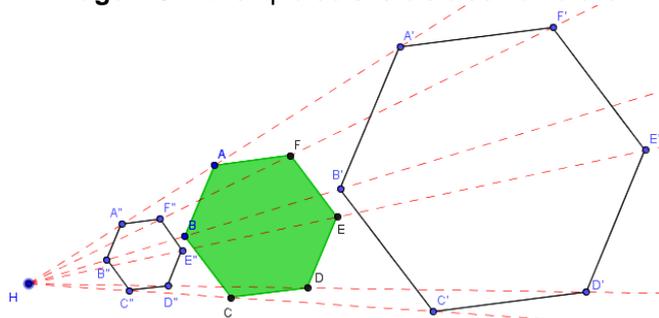


Fonte: GD artes<sup>12</sup> (2020).

<sup>12</sup> <https://gdartes.com.br/como-desenhar-em-perspectiva-com-1-ponto-de-fuga/>

Na sequência, foi abordada a homotetia, que trata da ampliação ou redução de distâncias e áreas a partir de um ponto fixo preservando suas proporções, ou seja, as medidas da área e do volume mudam, mas os ângulos permanecem iguais, como ilustra a Imagem 5. Para realizar este estudo, os alunos utilizaram a Sala Maker (laboratório de informática e robótica) da escola, onde exploraram o aplicativo do GeoGebra que abordava a homotetia.

**Imagem 5** – Exemplo do exercício de homotetia



Fonte: Heeminio; saviolbn<sup>13</sup> (2024).

A apresentação desses conceitos foi intercalada com as obras do artista Maurits Cornelis Escher (1898-1972), levantando os principais fatos de sua biografia, as técnicas artísticas que ele utilizava, tais como a litogravura e a xilogravura, além de características de sua produção artística como os ritmos geométricos, as transformações isométricas, a subversão dos princípios clássicos da perspectiva para criar estruturas impossíveis e a tesselação (Berro, 2008).

Durante a leitura de imagem das obras de Escher, a professora atuou como mediadora entre sua reprodução e os alunos, instigando-os a refletir sobre os múltiplos sentidos e sensações que um trabalho artístico é capaz de despertar de forma individual e coletiva.

A leitura da imagem deve ser vivida como ato de criação poética do aluno, de forma que ao ler imagens ele atua de modo pessoal, dando sentido ao objeto em questão. Entretanto, a leitura em si, e primordialmente como ação criativa, se operacionaliza por atos de experimentação (ação e reflexão) e existirão tantos procedimentos quantos leitores frente a uma imagem (Iavelberg, 2012, p. 285).

Além disso, a autora defende que

<sup>13</sup> <https://www.geogebra.org/m/swud5p9v>

[...] a leitura de imagens na escola promove a educação do olhar e essa construção o aluno levará consigo para toda a vida. Se assim for, poderá discriminar, compreender, criticar, perceber e estabelecer modos de produção, veiculação e acesso nas diferentes culturas (Lavelberg, 2012, p. 291).

A fim de aprofundar e veicular as leituras de imagem aos conteúdos até então trabalhados, a professora da disciplina de Arte agendou uma visita guiada ao laboratório de desenvolvimento de materiais concretos para o ensino de matemática usando impressão 3D e corte a laser, o FAB3D, de uma universidade pública, para os alunos conhecerem e manipularem os materiais lá produzidos (Imagem 6). Além disso, os alunos puderam entrar em contato com alguns projetos de extensão da universidade, os quais despertaram seu interesse em cursos da instituição.

**Imagem 6** – Fotografias da visita feita ao FAB3D com os alunos do 9º ano

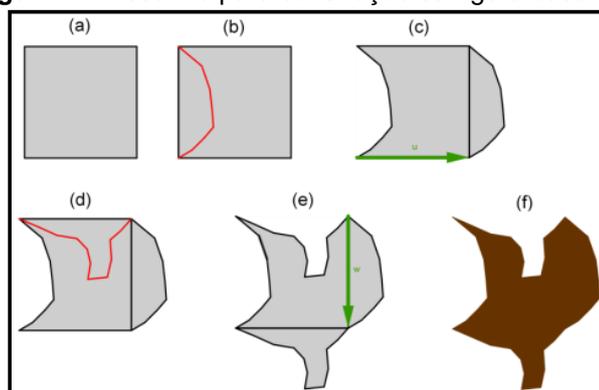


Fonte: Acervo das autoras (2023).

Dentre os objetos que manusearam, havia quebra-cabeças feitos em MDF na máquina de corte a laser com as releituras de obras de Escher, feitas a partir dos padrões de tesselação utilizados pelo artista (Imagem 2). Estas releituras inspiraram o resultado do projeto “Escher na Escola”, que trata da criação de padrões de tesselação.

Em suas produções poéticas, os alunos utilizaram como suporte um quadrado de papel cartão branco de lado 8 cm, a partir do qual confeccionaram o formato inicial para a técnica de tesselação, um molde que preenche um plano, como ilustrado na Imagem 7.

**Imagem 7** – Desenho para construção da figura base inicial



Fonte: Alves (2014).

Os alunos foram instigados a olhar este molde por diferentes ângulos, questionando quais possibilidades representacionais oferecia. Estas múltiplas perspectivas eram registradas como esboço inicial em uma folha à parte e o desenho oficial era transferido para o molde. Na percepção da professora, o trabalho desenvolvido pelos alunos oportunizou engajamento no processo criativo, contentamento e uma boa compreensão do objeto de estudo ao conseguirem construir os moldes e as composições de tesselação, como ilustram alguns modelos produzidos por eles (Imagem 8).

**Imagem 8** – Modelos de tesselação elaborados pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os moldes produzidos pelos alunos foram enviados para o FAB3D, que fez a digitalização para um arquivo vetorial. O processo foi realizado escaneando o molde para uma imagem digital *raster*, posteriormente trabalhada no software Inkscape para criar o modelo vetorial, que é reconhecido pelo software da máquina de corte a laser, conforme ilustra a Imagem 9. Os tons em cinza e as cores dos desenhos escaneados são gravados no MDF, enquanto as linhas vermelhas são o corte do modelo. Repetindo o padrão, tem-se os quebra-cabeças das releituras de tesselação de Escher (Imagem 10).

**Imagem 9** – Modelos de tesselação vetorizados



Fonte: Acervo das autoras (2023).

**Imagem 10** – Quebra-cabeças desenvolvidos pelos moldes dos alunos



Fonte: Acervo das autoras (2023).

### **Considerações finais**

A utilização dos recursos da Impressora 3D e corte a laser possibilitou a produção de materiais manipuláveis, tanto para o uso didático em matemática quanto para os modelos físicos da releitura das obras de Escher, propostos pelos alunos do projeto. Essa experiência oportunizou que os alunos explorassem conceitos matemáticos, como tesselação e simetria, de maneira tangível e visual, além de possibilitar o contato com novas tecnologias como instrumentos que servem como meio de desenvolvimento de mentes mais criativas e realizadoras. Essas tecnologias não apenas inspiraram o desenvolvimento de habilidades práticas, mas também proporcionaram uma experiência educacional na qual os alunos se destacaram como protagonistas, relacionando arte e matemática.

Os resultados desse projeto colaborativo entre as duas instituições envolvidas é uma evidência da potência criadora dos alunos da rede pública, os quais muitas vezes não têm proximidade com diferentes realidades como as do ambiente acadêmico da universidade.

Essas releituras interativas da tesselação de Escher são objetos de desconstruir e reconstruir em encaixes criativos, a partir dos quais podemos gerar uma analogia com nossa educação básica. Um espaço de diálogos capazes de romper fronteiras e ampliar a visão de mundo das crianças e dos adolescentes, em constante construção e desconstrução de experiências, conceitos e práticas didáticas, a fim de proporcionar oportunidades aos nossos estudantes, para que sejam representantes de seus sonhos na construção de um futuro do qual são protagonistas.

## **Agradecimentos**

As autoras agradecem ao Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Sistemas Aplicados ao Ensino – PEMSA, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Tecnologia Educacional e Educação Matemática - NEPeSTEEM e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, Claudia Maria Fiuza. **O Estudo Da Simetria Através Da Arte De Maurits Cornelis Escher**. Dissertação de mestrado profissional em matemática em rede nacional - PROFMAT. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < [https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/claudia\\_fiuza.pdf](https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/claudia_fiuza.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BARTH, Glauce Maris Pereira. **Arte e matemática, subsídios para uma discussão interdisciplinar por meio das obras de M. C. Escher**. Dissertação de mestrado em Educação - UFPR. Curitiba, 2006.

BERGER, Pierre. **Matemática em três dimensões**. [17 de março, 2015]. Ciência Hoje On-line. Entrevista concedida Valentina Leite. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/acervo/matematica-em-tres-dimensoes/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

BERRO, Roberto Tadeu. **Relações entre arte e matemática**: um estudo da obra de Maurits Cornelis Escher / Roberto Tadeu Berro. Itatiba, 2008.

BOGGAN, Matthew; HARPER, Sallie; WHITMIRE, Anna. Using Manipulatives to Teach Elementary Mathematics. **Journal of Instructional Pedagogies**, v. 3, p. 1-6, 2010. Disponível em: < <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1096945.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, MEC, 2018.

BRUTER, Claude Pau. **L'oeuvre D'art Mathématique, Un Outil Pédagogique Efficace**. European Society for Mathematics and the Arts. 2013. Disponível em: <[http://www.math-art.eu/Documents/pdfs/L'oeuvre\\_d'art,\\_outil.pdf](http://www.math-art.eu/Documents/pdfs/L'oeuvre_d'art,_outil.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2024.

CAMARGO, Marcos H. Arte: uma questão epistemológica. **Revista Travessias**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 40-59, 2012. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/6157>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

CAMARGO, Marcos H. **Formas diabólicas**: ensaios sobre cognição estética. Londrina, Syntagm. Editores, 2017.

CRATO, Nuno. **A matemática das coisas**: do papel A4 aos cordões de sapatos, do GPS às Rodas Dentadas. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

FAINGUELERNT, Estela, K.; NUNES, Katia, R. A. **Fazendo arte com a matemática**. 2a Edição, Porto Alegre: Penso, 2015.

FLORES, Cláudia Regina; KERSCHER, Mônica Maria. Sobre aprender Matemática com a Arte, ou Matemática e Arte e Visualidade em Experiência na Escola. **Boletim de Educação Matemática**, 35 (69), p. 22-38, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/FyCY44jtx8YqB97MxGbSh8s/>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GD Artes. Como desenhar em perspectiva – com um ponto de fuga. 2020. Disponível em: < <https://gdartes.com.br/como-desenhar-em-perspectiva-com-1-ponto-de-fuga/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

GHYS, Étienne. **A beleza da Matemática**. Academia Brasileira de Ciências. 2015. Disponível em: <<http://perso.ens-lyon.fr/ghys/articles/belezapalestra.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

HEEMINIO, Iakson; SAVIOLBN. Homotetia na matemática. Disponível em: <<https://www.geogebra.org/m/swud5p9v>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

HOOPEES, Emily. **The Effects of Using 3D Printed Manipulatives in College Trigonometry**. 2018. Dissertation (Master of Science) – Youngstown State University, 2018.

IABELBERG, Rosa. Para criar ao ler imagens na escola de educação básica. In: NUNES, Ana Luiza Ruschel. **Artes visuais, leitura de imagens e escola**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 352 p.

LEMKE, Raiane; ZUCHI SIPLE, Ivanete; FIGUEIREDO, Elisandra Bar de. OAs para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, 2016. DOI: 10.22456/1679-1916.67355. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/67355>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LORENZATO, Sérgio. (org.). **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores**. 2ª ed., Campinas: Autores Associados Ltda, 2009.

M.C. ESCHER. **Foundation and The M.C. Escher Company**. Disponível em: <http://www.mcescher.com/>>. Acesso em: 10 jul. de 2024.

MONTESSORI, Maria. **A Descoberta da Criança**: pedagogia científica. 1ª ed., Campinas, 2017.

NASCIMENTO, Andréia A.S. B. et. al. **Conexões da Geometria com a Arte**. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: GEOMETRIA. Caderno 5, MEC, Brasília, 2014.

SCHAFFER, David Williamson. **Escher's world**: learning mathematics and design in a digital studio. Thesis (M.S.) Massachusetts Institute of Technology, Program in Media Arts & Sciences, 1996. Disponível em: <  
<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/29110/35560191-MIT.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

UTUARI, Solange. **O artista e o matemático**. Instituto Arte na Escola. Autoria de Solange Utuari; Coordenação de Mirian Celeste Martins e Gisa Picosque. São Paulo: Instituto Arte na Escola, 2010. (DVDteca Arte na Escola – Material educativo para professor-propositor; 133).