

ESTUDO TEÓRICO SOBRE A SIMETRIA ENVOLVENDO AS ACROBACIAS AÉREAS

THEORETICAL STUDY ON SYMMETRY INVOLVING AERIAL ACROBATICS

Fernando Guimarães da Silvaⁱ

RESUMO: Este artigo é um estudo teórico que tem como objetivo propor reflexões, envolvendo a simetria nos movimentos das aeronaves nos céus, a fim de contribuir com os processos educacionais no Ensino Médio. Os procedimentos metodológicos envolvem o uso da Modelagem Matemática, bem como as interpretações de modelos matemáticos, de modo a atingir a compreensão de movimentos harmônicos, simétricos e que buscam o equilíbrio em voo. Os resultados apresentados demonstraram que existe a possibilidade do olhar sobre esses movimentos, seja pela geometria ou Teoria Ator-Rede. Assim, acredita-se que este estudo demonstra profícias implicações teóricas para o campo da Educação.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Simetria. Teoria ator-rede.

ABSTRACT: This article is a theoretical study and has an objective to propose reflections, involving the symmetry in the movements of aircraft in the skies, do to contribute with educational processes in high school. The methodological procedures involve the use of Mathematical Modeling, as well as interpretations of mathematical models in order to achieve an understanding of harmonic, symmetrical movements that seek balance in flight. The results presented showed that there is a possibility of looking at these movements, whether through geometry or actor-network theory. Thus, it is believed that study demonstrates fruitful theoretical implications to the field of Education.

Keywords: Mathematical modeling. Symmetry. Actor-network theory.

1 INTRODUÇÃO

A Matemática está presente no cotidiano de um estudante do Ensino Médio, sendo que muitas vezes pode não acontecer essa percepção. Uma simples compra em um supermercado, ao passar os produtos no caixa daquele estabelecimento, há de se ter noções de conceitos matemáticos (financeiros), correspondendo a uma das inúmeras questões que abrangem essa área do conhecimento.

Esses estudantes do Ensino Médio são seres humanos que, ao término dos estudos, tendem a buscar um lugar na sociedade. Eles possuem as respectivas histórias de vida, construídas ao longo de sua existência, e precisam compreender a realidade desse mundo, onde ocorrem mudanças, diuturnamente, em um ritmo cada vez mais acelerado.

Essa trajetória envolve um processo de aprendizagem complexo, que requer paciência para a apropriação do conhecimento, em especial de conceitos matemáticos, a qual pode se tornar uma alternativa para contribuir com o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e democrática.

A proposta deste trabalho consiste da possibilidade de ser abordado, em sala de aula, o conceito de simetria, que está inserido no contexto matemático e geométrico, considerando-se que:

Apesar de todos os avanços nas pesquisas educacionais, o fenômeno da omissão geométrica, ainda, continua afetando as aulas de Matemática, tanto no ensino básico como nos cursos de formação de professores. Essa omissão é influenciada pelo Movimento da Matemática Moderna, que propôs algebrizar o ensino da Geometria, a partir do formalismo e do rigor matemático. Além disso, fatores epistemológicos contribuem para esse quadro, especificamente, a relação dialética entre geometria do mundo sensível e a do mundo inteligível (Costa, 2020, p. 148).

Trata-se de um tema relevante porque envolve a intuição, a percepção, o raciocínio, sendo conceitos considerados importantes para o desenvolvimento dos estudantes do Ensino Médio, visando a aprendizagem significativa.

Assim, o objetivo deste trabalho é propor reflexões, envolvendo a simetria nos movimentos das aeronaves nos céus, em busca do ideal estético¹, a fim de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Médio, dentro de uma perspectiva crítica.

2 MODELAGEM MATEMÁTICA

A conclusão do Ensino Médio é um requisito para o ingresso dos estudantes no Ensino Superior. Existem aqueles que não aspiram a esse nível de ensino, seja por falta de poder aquisitivo

¹ Conjunto de características consideradas como um padrão de beleza em determinada sociedade

para frequentar determinadas universidades, ou mesmo por uma questão motivacional. Por outro lado, existem os estudantes que têm como objetivo de vida continuar a sua trajetória escolar, acadêmica, procurando motivação em sua busca pelo conhecimento.

Diante da importância da Educação, os conceitos matemáticos podem ser explorados dentro do que acontece no cotidiano, além de considerar que o processo de aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio é marcado por dificuldades. Nesse contexto, existe uma metodologia que pode viabilizar o encontro desses estudantes com o caminho que conduz à motivação, denominada Modelagem Matemática. Trata-se de uma metodologia de ensino onde é possível desenvolver conceitos matemáticos, a partir de situações não necessariamente matemáticas. Segundo Barbosa (2001, p. 4),

As atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida. Isso não significa que os alunos possam desenvolver complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que Modelagem possui o potencial de gerar algum nível de crítica.

Fazendo-se uso dessa metodologia, os modelos matemáticos podem ser desenvolvidos pelos estudantes do Ensino Médio, havendo a importante mediação do professor. É possível realizar análises, diante dos dados adquiridos, e alcançar resultados específicos (negativos ou positivos), lembrando que, para esse tipo de metodologia, o mais importante é o processo de desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes.

Neste trabalho, o uso da Modelagem é considerado como uma forma de alcançar o seu objetivo, que envolve a proposição de modelos matemáticos, relacionados aos movimentos de aeronaves em voo e que buscam o ideal estético, permitindo estabelecer possíveis reflexões.

3 O HOMEM E A MÁQUINA

O sonho de voar está inserido na história da humanidade. Para tanto, alguns idealizadores procuraram fazer com que esse sonho se tornasse realidade. No início dos tempos, não há evidências de apenas um, mas de poucos desses idealizadores que encontraram coragem para desafiar os céus, uma vez que há de se ter coragem para esse tipo de desafio, pois as vidas humanas se tornam frágeis diante de grandes altitudes.

O trabalho do mineiro Alberto Santos Dumont no campo da aeronáutica é de uma impressionante criatividade. Inventor do primeiro motor a explosão útil na aerostação e do motor de cilindros opostos, inovador no uso de materiais até então ignorados, do relógio de pulso prático, entre outras muitas contribuições, Santos Dumont culminou sua carreira ao apresentar o primeiro avião, o

14bis, capaz de realizar um voo completo na presença de uma comissão de especialistas e do público (Barros, 2006, p. 5).

Na ótica de Santos e Silva (2018, p. 6), a exploração sobre a indústria aeronáutica no Brasil foi ressaltada pela necessidade de novas formas de transporte, onde somente rodovias e linhas férreas já não eram suficientes no suprimento da demanda pelo transporte de cargas e pessoas. Para os autores, o transporte aéreo trouxe uma nova realidade, onde os aviões, permitiram “atingir regiões distantes dos grandes centros”.

Além do transporte de pessoas, de carga, do seu uso na agricultura, no apoio a incêndio em florestas ou até mesmo na defesa aérea, em termos de vigilância, essas aeronaves também são utilizadas para outros fins. No caso deste trabalho, o tema será abordado dentro do contexto de acrobacias aéreas, que apresenta um alto grau de dificuldade e que exige diversas técnicas, as quais demandam treinamento e grande preparação física.

Acrobacias aéreas são possíveis com o uso de aviões, planadores e eventualmente helicópteros, envolvendo manobras aéreas solo (apenas uma aeronave), ou em formação de múltiplas aeronaves. No Brasil, o início da acrobacia aérea se deu ainda na década de 1920, predominantemente por pilotos militares. Em 1952 foi fundada a Esquadrilha da Fumaça no Campo dos Afonsos no Rio de Janeiro, e nos anos seguintes se destacaram o Aeroclube de São Carlos-SP e, depois, o Aeroclube de Rio Claro (Colleto, 2018, p. 16).

Para que um piloto chegue nesse nível de apresentação, demanda-se muito tempo. O início envolve a vocação pelas aeronaves, a intenção de voar com os equipamentos dos mais diversos tipos, além de ingressar em um ambiente de instrução que possa proporcionar ao aprendiz a possibilidade de concretizar o seu planejamento – o de voar.

Após um determinado tempo, está em condições de voar de forma solitária, desenvolvendo a própria autonomia, que, aliás, faz parte dos ensinamentos que a metodologia da Modelagem pode proporcionar na Escola. Em outras palavras, um conceito importante que envolve a Modelagem está imbricado nas representações aéreas, demonstrando a importância da autonomia para que o voo possa transcorrer com segurança.

Para que seja possível a realização de acrobacias, existe um ambiente sociocultural onde o piloto necessita de algumas competências básicas para exercer as suas funções: uma delas é a sua capacidade de antecipar, mentalmente, as consequências de um determinado conjunto de sinais; a outra, envolve a capacidade de tomar decisões rápidas, muitas vezes de graves consequências em termos de custos humanos e financeiros (Baumer, 2003, p. 65).

No estudo desses movimentos, verifica-se a possibilidade de estabelecer conexões com os conceitos matemáticos, em especial com a simetria, envolvendo a necessidade de distâncias idênticas entre as aeronaves, o sincronismo de todos elementos considerados indispensáveis para que haja harmonia, equilíbrio e segurança. A falha de apenas um deles pode ocasionar o comprometimento de uma determinada apresentação diante do público, demonstrando a importância do trabalho em grupo.

A beleza proporcionada pela arte e a razão proporcionada pelas leis matemáticas constituem uma relação harmoniosa para o processo de ensino e de aprendizagem em Matemática, bem como para a constituição do conhecimento. A Matemática está na Arte, assim como a Arte está na Matemática. Elas se associam, se complementam para gerar conhecimentos (Gusmão, 2013, p. 104).

Assim, os estudantes do Ensino Médio poderão ter o contato com esses movimentos, oriundos das manifestações humanas que envolvem sentimentos, ideias e emoções. As imagens provenientes de tais manifestações humanas representam resultados dos esforços de grupos culturais com características específicas, em que seus integrantes possuem uma trajetória de desafios a serem superados e a capacidade de adquirir conhecimentos historicamente acumulados.

Quando se trata dessas manifestações, é importante considerar que estão envolvidos nesse processo os seres humanos e suas máquinas, que apresentam no contexto as imperfeições, incertezas e inseguranças, as quais podem resultar em erros e acertos, mas sempre em busca pelo melhor desempenho.

4 GEOMETRIA EUCLIDIANA

Os primeiros resultados geométricos são de origem experimental, ou seja, o problema surgia e a solução era de acordo com as observações do homem em suas atividades práticas. A Geometria alcançou um nível elevado com os egípcios e na época que o seu conhecimento chegou à Grécia Antiga, iniciou-se uma nova etapa. Euclides (300 a.C.) sistematizou a Geometria Grega, sendo autor de treze livros dos quais oito foram dedicados a Geometria e os outros a Aritmética (Pesco; Arnaut, 2010, p. 9).

Nesse contexto, existe a possibilidade de explorar o conceito de simetria, palavra que vem do latim *symetria* e que significa correspondência exata em tamanho, forma e posição. Segundo Lopes *et al* (2015, p. 20), é importante criar figuras simétricas por translação, reflexão e rotação, apresentando-se, assim, uma proposta de atividade para a introdução do conteúdo de simetria em sala de aula, sendo que tal proposta pode configurar em uma alternativa positiva para abordagem desse tipo de conteúdo.

A simetria está presente no cotidiano dos estudantes do Ensino Médio, ao se olharem no espelho e terem a capacidade de ver que possuem dois olhos simetricamente opostos, ou mesmo as imagens de seus rostos, refletidas diante de um espelho. A simetria é relacionada a beleza e harmonia das formas, na apreciação de uma obra de arte ou até mesmo nas exímias edificações de uma cidade.

No estudo do conceito de simetria, ainda, é possível desenvolver outros elementos geométricos, tais como definições dos conceitos de ponto, reta e plano, de acordo com a necessidade apresentada na atividade de Modelagem. Geometricamente entende-se por ponto um objeto adimensional; por reta um conjunto de pontos que não fazem curvas; e plano um conjunto de retas alinhadas.

Dessa forma, considera-se a possibilidade de relação interdisciplinar entre a Geometria, em específico do conteúdo de simetria, e os movimentos das aeronaves nos céus, uma vez que a linguagem

matemática pode ser utilizada para interpretação de fenômenos, sejam os físicos, químicos, sociais, dentre outros, visando a aprendizagem significativa dos estudantes.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo teórico envolve a proposição de atividades de Modelagem para estudantes do Ensino Médio. Ao fazer uso da Modelagem, é possível viabilizar reflexões que podem ser extraídas da exploração de um tema proposto, lembrando que é pertinente sublinhar, segundo Barbosa (2001, p. 4), que os alunos não transitam para a dimensão do conhecimento reflexivo sem a mediação docente. Logo, o papel do professor é de suma importância nessa questão.

Nesse contexto, os procedimentos metodológicos envolvem:

- o estudo do tema que trata das acrobacias aéreas;
- a construção de modelos matemáticos com o auxílio do recurso computacional do GeoGebra², viabilizando-se possíveis análises dentro de um contexto crítico;
- a identificação de elementos matemáticos, em especial a simetria, os quais estão inseridos em tais modelos; e
- a leitura e a interpretação desses modelos por meio de cálculos matemáticos, proporcionando, ainda, possíveis reflexões sobre o tema em estudo.

Na interpretação de manobras aéreas, envolvendo os pilotos e suas máquinas de voar, o estudante do Ensino Médio pode fazer uso da linguagem matemática para a sua melhor compreensão. Essas manobras fazem parte do cotidiano de uma sociedade, seus integrantes são capazes de ir até o local de sua realização, havendo, inclusive, o comparecimento de famílias em seus momentos de lazer.

Segundo Barbosa (2001, p. 2), as práticas escolares de Modelagem têm tido fortes influências teóricas de parâmetros emprestados da Matemática Aplicada. A compreensão de Modelagem pode ser apresentada em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos.

O conceito de simetria pode ser desenvolvido por meio desses modelos, envolvendo propriedades e regras na construção de figuras geométricas em um plano de duas dimensões. Esse conceito pode ser tratado com o auxílio de materiais perfeitamente acessíveis aos estudantes, salientando-se que o uso de tais materiais pode auxiliar na compreensão dos tipos de simetria.

Neste estudo teórico, haverá o "olhar" para os modelos matemáticos dentro de dois aspectos: o geométrico e o relacionado à Teoria Ator-Rede.

² O GeoGebra é um software de código aberto, que criou uma oportunidade de oferecer acesso gratuito a uma ferramenta matemática de alta qualidade, disponível em vários idiomas e que gerou uma grande comunidade de usuários. Essa comunidade (rede mundial de usuários e desenvolvedores do GeoGebra) foi gerada pelo professor Markus Hohenwarter, o criador do software GeoGebra (Mathias *et al*, 2022, p. 9).

5.1 Modelos matemáticos na perspectiva geométrica

Entende-se por simetria de reflexão quando uma imagem é refletida em relação a uma reta (eixo de simetria); por simetria de rotação, quando uma imagem é girada a partir de um ponto (centro de rotação); e por simetria de translação, quando uma imagem é deslocada, observando-se a distância, a direção e o sentido (Bauer, 2015, p.9).

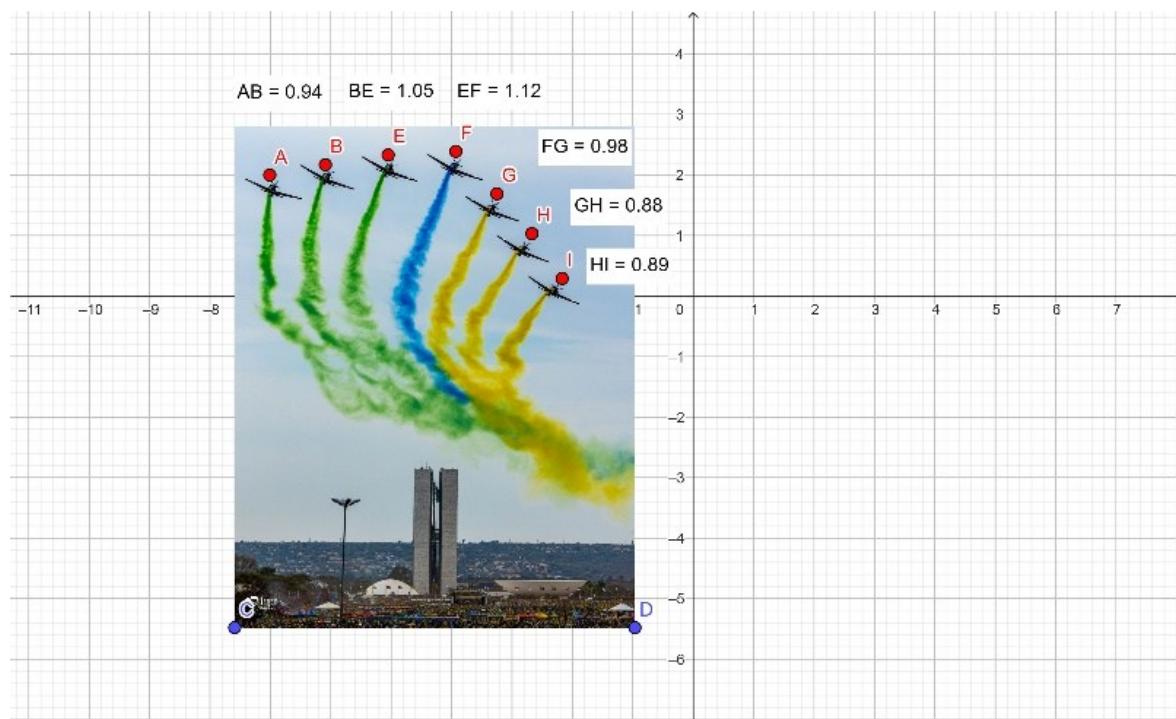
Neste trabalho, os tipos de simetria que serão explorados são os seguintes: translação e rotação. A Figura 1 especifica a simulação de uma aeronave (ponto F) e suas imagens, representadas pelos pontos A, B, E, G, H e I em simetria de “translação”. As aeronaves estão formadas lado a lado, onde seus pilotos executam manobras precisas e arriscadas, que são frutos de muito tempo de dedicação, disciplina e capacitação, conduzindo-as com segurança e seus rastros sendo observados naquele ambiente.

Ainda há de se considerar que:

- a simetria de translação é representada pelos pontos A, B, E, F e, a seguir, por F, G, H, I; e
- as distâncias correspondem a 1,0 (em média) para os pontos de A até F, e 0,9 para os pontos de F até I, ou seja, são segmentos de reta com dimensões definidas e muito próximas ao valor unitário em termos de simetria.

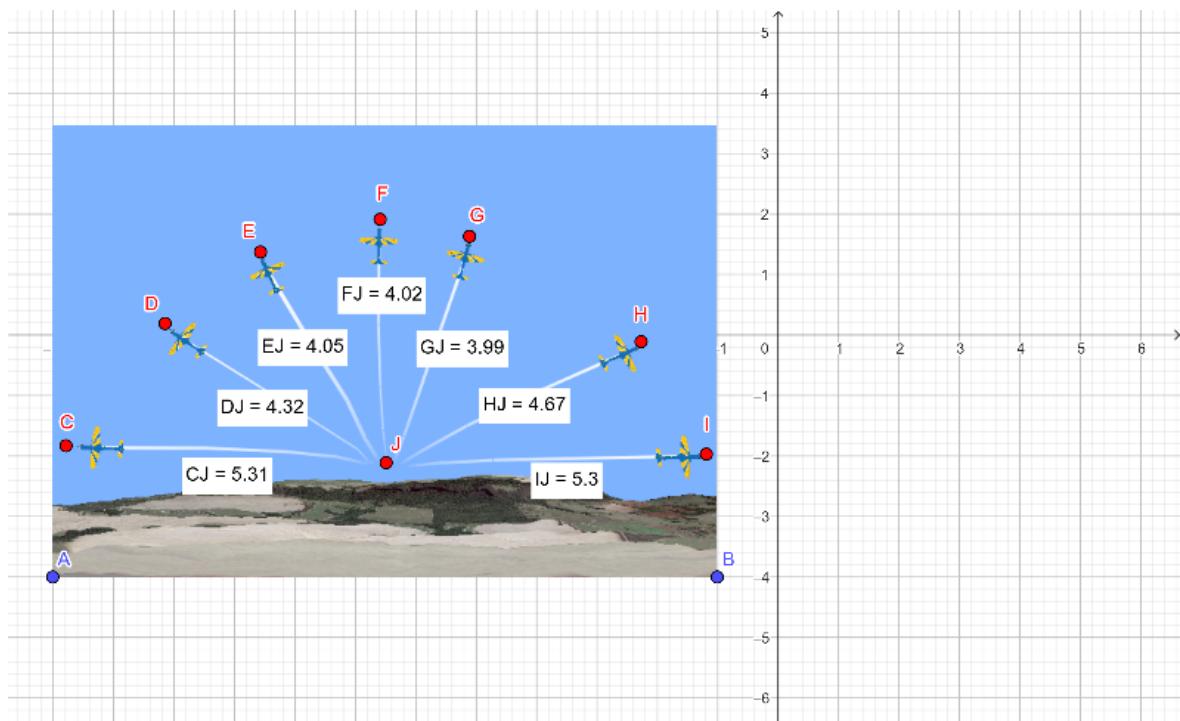
Por outro lado, a simetria de “rotação” pode ser observada na Figura 2, onde os deslocamentos acontecem em relação a um determinado ponto (J):

Figura 1 - Simetria de translação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 2 - Simetria de rotação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Considerando-se o ponto de rotação J, temos os segmentos de reta CJ, DJ, EJ, FJ, GJ HJ e IJ com dimensão média no valor de 4,5, o qual corresponde ao raio de uma semicircunferência formada pelo movimento das aeronaves em voo. Ressalta-se que os segmentos de reta CJ e IJ, envolvidos nesse tipo de simetria, apresentam dimensões praticamente exatas e se aproximam da perfeição.

Em síntese, nas Figuras 1 e 2 foi possível observar os elementos geométricos que fazem parte de modelos matemáticos, os quais representam os movimentos de aeronaves que voam de uma forma simétrica e que registram, nos céus, a história e a cultura. A identificação de tal simetria, fazendo-se uso da Modelagem pelo professor, permite ao estudante do Ensino Médio observar a interdisciplinariedade entre os conceitos.

As atividades de Modelagem podem contemplar algumas questões, durante o seu desenvolvimento, tais como: se já existia o conhecimento do tema em estudo, por parte dos estudantes; se é possível observar o conceito de simetria fora do âmbito matemático; se existe a possibilidade de otimizar a atividade, fazendo-se uso do GeoGebra para efetuar os cálculos, por se tratar de um *software* dinâmico; a possível exploração dos conceitos de ponto, reta e plano, pertinentes à Figura 1; a possibilidade de explorar o conceito de semicircunferência e seus elementos característicos (Figura 2); e as possíveis reflexões que podem ser extraídas das acrobacias aéreas em termos de sociedade e cultura.

5.2 Modelos matemáticos na perspectiva da Teoria Ator-Rede

A Teoria Ator-Rede (TAR) é uma corrente da pesquisa em teoria social que se originou na área de estudos de ciência, tecnologia e sociedade, a partir dos estudos de Bruno Latour³. Assim, é possível imaginar um tecido social onde estão inseridos os seres humanos, os animais, os vegetais e até mesmo os elementos artificiais.

Esse estudo teórico envolve um piloto e uma aeronave em voo, actantes⁴ que necessariamente se relacionam, ou se conectam, para que sejam possíveis a decolagem, as acrobacias aéreas e o pouso propriamente dito. Em outras palavras, um “actante” não realiza esses movimentos sem o outro, estando essa simbiose (homem-máquina) em busca de um ideal estético. Observa-se que, nessa relação, um dos actantes é considerado como humano (o piloto) e o outro como não-humano (a aeronave), ambos agindo e se completando para que tais movimentos possam acontecer.

Segundo Oliveira e Porto (2016, p. 65), os actantes são atores, os quais são responsáveis pela ação, podendo ser classificados como “humanos”, na ocasião em que se referem às pessoas, e “não-humanos” quando se referem às coisas. Segundo esses autores, ainda, a TAR define a sociedade como uma rede composta pelas associações entre humanos e não-humanos (Oliveira; Porto, 2016, p. 59).

Durante as acrobacias, é possível observar as conexões (re)começarem a acontecer, onde os pilotos, as máquinas voadoras e o público fazem parte de uma mesma rede de associações. A simbiose entre homem-máquina permite uma espécie de escrita nos céus, ou seja, alguns registros deixados por actantes (humanos e não-humanos), que fazem parte de um verdadeiro “palco aéreo” sob a expectativa de um público presente, e que testemunha a performance de um emaranhamento de associações em busca de um ideal estético.

Na tentativa de melhor compreender a teoria, basta imaginar as acrobacias aéreas considerando aeronaves (actantes não-humanos) sem pilotos (actantes humanos), ou vice-versa, onde seria um cenário difícil de se concretizar, pois um actante depende do outro para que sejam possíveis os movimentos em busca do ideal estético em voo.

Segundo Oliveira e Porto (2016, p. 58), através do surgimento da TAR, desenvolve-se outra forma de entender as associações, sendo que a maioria dos cientistas sociais concebe o social como um conjunto homogêneo (Latour, 2012). Em oposição a essa tradicional compreensão, essa teoria percebe o social como um movimento peculiar de reassociação e reagregação.

Diante dessa possibilidade de reassociação, considera-se a existência de humanos e não-humanos, nos estudos teóricos dos modelos matemáticos (Figuras 1 e 2). Assim, o estudante do Ensino Médio é convidado a ingressar em um processo de aprendizagem, que apresenta as seguintes características: o professor representa o mediador do conhecimento; o desenvolvimento do tema em estudo para este trabalho são as acrobacias aéreas, efetuadas por meio da simbiose piloto-aeronave; o

³ Bruno Latour é filósofo, antropólogo e sociólogo francês, com reconhecida atuação no campo de pesquisa conhecido como estudos da ciência e tecnologia (Costa; Roque, 2020, p. 21).

⁴ Actante é o responsável pela ação (Oliveira; Porto, 2016, p. 65).

uso da linguagem matemática para descrever esses movimentos; e as possíveis reflexões provenientes do tema.

Em outras palavras, a linguagem matemática pode ser utilizada na busca por evidências de conceitos geométricos como ponto, reta e plano, além do foco deste trabalho: a simetria. Para sua realização, os modelos matemáticos foram elaborados por meio do uso da tecnologia, um actante não-humano que está presente no cotidiano do professor, do estudante, do ambiente escolar.

Segundo Oliveira e Porto (2016, p. 58), os objetos têm vida e ação dentro do contexto social, e que não teríamos a existência de uma sociedade se não fosse pela formação indispensável da heterogeneidade das redes, que agem, participam e moldam o social. Segundo os autores, a tecnologia tem evoluído ao longo dos anos, caracterizada pela popularização dos dispositivos, principalmente os digitais e os serviços de mobilidade informacional. A interação mediada pela tecnologia se tornou mais prática, passando a existir as relações entre as tecnologias informacionais de comunicação e a própria cultura. Trata-se de uma nova relação entre as tecnologias e a sociabilidade, configurando a cultura contemporânea (Oliveira; Porto, 2016, p. 45).

No caso deste trabalho, fez-se uso do *software* GeoGebra, para que o estudante possa visualizar as construções geométricas, além dos detalhes que a simetria entre os actantes são capazes de proporcionar – a beleza da arte como manifestação humana.

É importante considerar que nos processos de ensino e aprendizagem podem existir as dificuldades para o desenvolvimento da Modelagem, a compreensão (ou não) de conceitos interdisciplinares nas atividades, pois envolvem os elementos matemáticos e extramatemáticos, além de um dos objetivos importantes em sala de aula que é a formação de cidadãos para a sociedade contemporânea.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo teórico se fez uso da Modelagem, dentro de uma perspectiva crítica, podendo, inclusive, contribuir com as práticas educativas de sala de aula. Os modelos matemáticos puderam ser desenvolvidos, para a melhor visualização das construções geométricas com foco na simetria.

As manifestações humanas associadas às leis matemáticas puderam ser observadas, sendo possível traçar pontos e retas no plano geométrico em estudo, na busca por evidências da simetria durante as acrobacias aéreas. Trata-se de um ambiente sociocultural, onde ocorre a possível interação entre pilotos, aeronaves e o público presente.

A Teoria Ator-Rede é abordada, demonstrando que as acrobacias aéreas acontecem devido a actantes (humanos e não-humanos) que interagem entre si, sendo possível a observação do nível de desenvolvimento tecnológico alcançado, vislumbrando-se, ainda, algumas reflexões nesse contexto.

No ambiente escolar, também, coexistem actantes humanos e não-humanos, pois as associações entre os professores, os estudantes e a estrutura escolar se fazem presentes. Na realidade, são associações necessárias para que possa existir a realização dos processos de ensino e aprendizagem.

A beleza cênica provocada pela interação entre pilotos e aeronaves, capazes de escrever seus registros diante da sociedade, além de demonstrar esse desenvolvimento tecnológico, pode trazer a compreensão de conceitos matemáticos projetados nos céus para os estudantes do Ensino Médio.

O público, ao comparecer a esses tipos de eventos, permitem que as manifestações humanas possam ser passadas de pais para filhos(as), mantendo viva a nossa história, a nossa cultura, ou seja, tais manifestações humanas em forma de arte. É sempre bom lembrar que para atingir esse nível de apresentação, há de se preservar determinados valores como o respeito, a disciplina e a resiliência na cultura contemporânea.

Diante do exposto, considera-se que o objetivo deste estudo teórico foi alcançado, uma vez que foi possível propor reflexões envolvendo o conceito geométrico de simetria, apresentando os sinais de esforços na interação entre actantes humanos e não-humanos no contexto sociocultural, de modo a contribuir com os processos de ensino e aprendizagem na Escola.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2001. Disponível em: http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/modelagem.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

BARROS, Henrique Lins. Santos Dumont e a invenção do avião. Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Rio de Janeiro, RJ, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/cbpf/pt-br/divulgacao-cientifica/livros/santos-dumont-e-a-invencao-do-aviao>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BAUER, Daiane Maria Basso. O estudo da simetria de reflexão através das mídias digitais. Trabalho de conclusão de especialização em matemática, mídias digitais e didática para a educação básica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/134076>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BAUMER, Michel Henrique. Avaliação da carga mental de trabalho em pilotos da aviação militar. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86030>. Acesso em: 26 nov. 2025.

COLLETO, Ana Carolina Guirro. Acrobacia aérea em geral: manobras, regras e competições. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas), Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/3ca67aac-6fda-4c74-aa3b-31c2123edded>. Acesso em: 26 nov. 2025.

COSTA, André Pereira. A geometria na Educação Básica: um panorama sobre o seu ensino no Brasil. Revista Educação Matemática em Foco, v.9, n.1, 2020. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/REM/article/view/1171/899>. Acesso em: 26 nov. 2025.

COSTA, Alyne; ROQUE, Tatiana. Entrevista com Bruno Latour. Fórum de ciência e cultura da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: https://issuu.com/n-1publications/docs/pandemia_cr_tica_132. Acesso em 26 nov. 2025.

GUSMÃO, Lucimar Donizete. Educação matemática pela arte: uma defesa da educação da sensibilidade no campo da matemática. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013. Disponível em: https://exatas.ufpr.br/ppgecm/wp-content/uploads/sites/27/2016/03/021_LucimarDonizeteGusm%C3%A3o.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

LOPES, Lidiane Schimitz; ALVES, Gilson Leandro Pacheco; FERREIRA, André Luís Andrejew. A Simetria nas Aulas de Matemática: uma proposta investigativa. Revista Educação & Realidade, v.40, n.2, p.549-572, Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/ht6CWFxyQCynZ3hjqjChT7WL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 nov. 2025.

MATHIAS, Carmem Vieira; LIMA, Sabrina Paris de; ZUGE, Bruna Luana; FERREIRA, Renan Saveiro. O *software* geogebra e alternativas para o ensino de matemática. Pró-reitoria de extensão, 1. ed., Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022. Disponível em: https://ogeogebra.com.br/arquivos/O_software_GeoGebra_e_alternativas_para_o_ensino_de_matematica.pdf. Acesso em: 27 nov. 2025.

OLIVEIRA, Kaio Educardo de Jesus; PORTO, Cristiane de Magalhães. Educação e Teoria Ator-Rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas. Editora da Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus, BA, 2016. Disponível em: http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2017/educacao_teoria_ator_rede.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

PESCO, Dirce Uesu; ARNAUT, Roberto Geraldo Tavares. Geometria Básica. Fundação CECIERJ (Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro), v1, 2ed, Rio de Janeiro, RJ, 2010. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/6976>. Acesso em: 26 nov. 2025.

SANTOS, Pedro Vieira Souza; SILVA, Eduína Carla. Panorama da aviação civil no Brasil: uma análise. Brazilian journal of production engineering, Revista Brasileira de Engenharia de Produção, Editora UFES/CEUNES/DTEC, São Mateus, ES, 2018. Disponível em:

https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/V05N01_07. Acesso em: 26 nov. 2025.

Recebido em: 17 de julho de 2025.

Aprovado em: 23 de novembro de 2025.

DOI: <https://doi.org/10.30681/reps.v16i3.13966>

¹ Fernando Guimarães da Silva. Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC); e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (UFSC).

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0380662276546489>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1976-855X>

E-mail: fgsbr06@yahoo.com.br