



Revista
Educar Mais

Geometria Analítica, releitura de pinturas em tela e GeoGebra: um olhar à luz da Abstração Reflexionante

Analytical Geometry, a reinterpretation of paintings on canvas, and GeoGebra: a look through the lens of Reflective Abstraction

Geometría analítica, una reinterpretación de pinturas sobre lienzo, y GeoGebra: una mirada a través del lente de la abstracción reflexiva

Rodrigo Sychocki da Silva¹  • Cristiane Schneider² 

RESUMO

Este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa de mestrado em andamento que investiga a construção de conceitos da Geometria Analítica por estudantes do Ensino Médio, a partir da articulação entre Matemática, Arte e Tecnologias Digitais. O estudo parte da compreensão de que dificuldades recorrentes no ensino dessa temática estão relacionadas à práticas centradas na reprodução de procedimentos, o que evidencia a necessidade de propostas que favoreçam a ação, a exploração e a reflexão dos estudantes. A pesquisa fundamenta-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget, especialmente no conceito de abstração reflexionante, entendido como o processo de reorganização mental das ações do sujeito. O objetivo deste artigo é analisar de que modo a releitura de pinturas em tela, mediada pelo uso do GeoGebra, contribui para o desenvolvimento da abstração reflexionante de estudantes do Ensino Médio. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter pesquisa-ação, desenvolvida por meio de uma sequência didática baseada na releitura de pinturas em tela com o uso do software GeoGebra. Participaram do estudo sete estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior do Rio Grande do Sul. Para fins de análise neste artigo, realizou-se um recorte na Atividade 6 da sequência de atividades, compreendida como momento de síntese das aprendizagens mobilizadas ao longo do percurso investigativo. A análise dos dados evidencia indícios de abstração empírica, pseudoempírica e reflexionante, especialmente nos momentos de planejamento, ajuste de relações algébricas e reflexão sobre as próprias ações. Os resultados indicam que a proposta favorece o engajamento dos estudantes, a investigação e a construção de conceitos da Geometria Analítica, ao promover a articulação entre diferentes formas de representação e a reorganização das ações no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Abstração reflexionante; Arte; GeoGebra; Geometria Analítica.

ABSTRACT

This article presents partial results from an ongoing master's research project investigating the construction of Analytic Geometry concepts by high school students, based on the articulation between Mathematics, Art, and Digital Technologies. The study starts from the understanding that recurring difficulties in teaching this subject are related to practices centered on the reproduction of procedures, which highlights the need for proposals that favor action, exploration, and reflection by students. The research is based on Jean Piaget's Genetic Epistemology, especially on the concept of reflective abstraction, understood as the process of mental reorganization of the subject's actions. The objective of this article is to analyze how the reinterpretation of

¹ Licenciado em Matemática, Mestre em Ensino de Matemática, Doutor em Informática na Educação e Professor do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: sychocki.rodrigo@gmail.com

² Licenciada em Matemática e Pedagogia e Mestranda em Ensino da Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEMAT) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: cristianeschneider34@gmail.com

paintings on canvas, mediated by the use of GeoGebra, contributes to the development of reflective abstraction in high school students. Methodologically, this is a qualitative, action-research study, developed through a didactic sequence based on the reinterpretation of paintings on canvas using GeoGebra software. Seven third-year high school students from a public school in the interior of Rio Grande do Sul participated in the study. For the purposes of analysis in this article, a selection was made from Activity 6 of the sequence of activities, understood as a moment of synthesis of the learning mobilized throughout the investigative process. The data analysis reveals evidence of empirical, pseudo-empirical, and reflective abstraction, especially in the moments of planning, adjustment of algebraic relationships, and reflection on their own actions. The results indicate that the proposal favors student engagement, investigation, and the construction of concepts in Analytic Geometry, by promoting the articulation between different forms of representation and the reorganization of actions in the learning process.

Keywords: Reflective Abstraction; Art; GeoGebra; Analytical Geometry.

RESUMEN

Este artículo presenta resultados parciales de un proyecto de investigación de maestría en curso que investiga la construcción de conceptos de Geometría Analítica por parte de estudiantes de bachillerato, a partir de la articulación entre Matemáticas, Arte y Tecnologías Digitales. El estudio parte de la premisa de que las dificultades recurrentes en la enseñanza de esta materia están relacionadas con prácticas centradas en la reproducción de procedimientos, lo que subraya la necesidad de propuestas que favorezcan la acción, la exploración y la reflexión por parte de los estudiantes. La investigación se basa en la Epistemología Genética de Jean Piaget, especialmente en el concepto de abstracción reflexiva, entendida como el proceso de reorganización mental de las acciones del sujeto. El objetivo de este artículo es analizar cómo la reinterpretación de pinturas sobre lienzo, mediada por el uso de GeoGebra, contribuye al desarrollo de la abstracción reflexiva en estudiantes de bachillerato. Metodológicamente, se trata de un estudio cualitativo de investigación-acción, desarrollado a través de una secuencia didáctica basada en la reinterpretación de pinturas sobre lienzo utilizando el software GeoGebra. Siete estudiantes de tercer año de bachillerato de una escuela pública del interior de Rio Grande do Sul participaron en el estudio. Para el análisis de este artículo, se seleccionó la Actividad 6 de la secuencia de actividades, entendida como un momento de síntesis del aprendizaje movilizado a lo largo del proceso de investigación. El análisis de datos revela evidencia de abstracción empírica, pseudoempírica y reflexiva, especialmente en los momentos de planificación, ajuste de relaciones algebraicas y reflexión sobre las propias acciones. Los resultados indican que la propuesta favorece la participación estudiantil, la investigación y la construcción de conceptos en Geometría Analítica, al promover la articulación entre diferentes formas de representación y la reorganización de acciones en el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Abstracción reflexiva; Arte; GeoGebra; Geometría analítica.

1. INTRODUÇÃO

O ensino da Matemática, particularmente no que se refere à Geometria Analítica, ainda apresenta desafios no contexto da Educação Básica. Frequentemente, esse conteúdo é abordado por meio de práticas centradas na aplicação mecânica de fórmulas e procedimentos algébricos, o que pode dificultar a compreensão das relações entre representações geométricas e algébricas e contribuir para o desinteresse dos estudantes pela disciplina. Diante desse cenário, diferentes estudos (Goulart, 2009; Basso; Notare, 2015; Becker, 2017) em Ensino de Matemática têm destacado a necessidade de propostas pedagógicas que favoreçam a compreensão de conceitos matemáticos a partir da ação, exploração, reflexão, investigação e a construção de significados pelos estudantes.

Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais tem sido apontado como um recurso potente para a criação de ambientes de aprendizagem mais investigativos. *Softwares* de matemática dinâmica, como o GeoGebra, possibilitam a manipulação e a visualização simultânea de representações algébricas e geométricas, favorecendo a experimentação, a formulação de conjecturas e a análise de

regularidades. Quando integradas de forma intencional à prática pedagógica, essas ferramentas podem ampliar as possibilidades de exploração conceitual e contribuir para o desenvolvimento do pensamento matemático.

Além disso, de acordo com Basso e Notare (2015) e a BNCC (Brasil, 2019), uma articulação entre a Matemática e outras áreas do conhecimento têm sido considerada uma estratégia relevante para promover experiências de aprendizagem baseadas na ação, na exploração e na reflexão dos estudantes. No caso da Geometria Analítica, a aproximação com produções artísticas pode favorecer a análise de padrões, proporções e relações espaciais, possibilitando que os estudantes explorem conceitos matemáticos em contextos de criação e interpretação. A releitura de pinturas em tela no plano cartesiano, mediada pelo GeoGebra, constitui, nesse sentido, uma possibilidade de investigação que articula linguagem matemática, expressão visual e tecnologias digitais.

A presente pesquisa fundamenta-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget, especialmente no conceito de abstração reflexionante. De acordo com essa perspectiva teórica, o conhecimento é construído a partir das ações do sujeito sobre os objetos e das coordenações dessas ações, que progressivamente se reorganizam em níveis mais elaborados de pensamento. No campo da aprendizagem matemática, essa abordagem permite analisar como os estudantes, ao explorarem diferentes situações e representações, podem avançar da observação empírica para formas mais complexas de coordenação e reflexão sobre suas próprias ações.

Neste contexto, o presente artigo apresenta resultados de uma pesquisa desenvolvida com sete estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior do Rio Grande do Sul, na qual foi elaborada uma sequência de atividades que articula Geometria Analítica, releitura de pinturas em tela e o uso do *software* GeoGebra. A investigação foi orientada pela seguinte questão de pesquisa: como uma prática contextualizada na releitura de pinturas em tela influencia o processo de Abstração Reflexionante dos estudantes do Ensino Médio ao explorarem atividades de Geometria Analítica fazendo uso do GeoGebra?

A partir dessa problemática, o foco deste artigo é expor uma análise de parte das produções dos estudantes, com foco na releitura de pinturas em tela e ancorada no referencial teórico utilizado. Busca-se observar no texto de que modo uma prática contextualizada na releitura de pinturas em tela contribui para o desenvolvimento da abstração reflexionante de estudantes do Ensino Médio ao explorarem atividades de Geometria Analítica fazendo uso do *software* GeoGebra.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Abstração reflexionante

A presente pesquisa fundamenta-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget, especialmente no conceito de abstração reflexionante, compreendida como um dos mecanismos centrais no desenvolvimento cognitivo e na construção do conhecimento. Para Piaget (1995), o conhecimento não é uma reprodução da realidade, mas resulta da interação entre o sujeito e o objeto, mediada pelas ações e pelas coordenações dessas ações ao longo do desenvolvimento.

Segundo Piaget (1995), a abstração empírica refere-se à extração de propriedades diretamente observáveis dos objetos ou dos aspectos materiais da ação. Já a abstração reflexionante apoia-se nas coordenações das ações do sujeito, podendo permanecer inconsciente ou dar origem à tomada

de consciência. Nesse sentido, o autor afirma que a abstração reflexionante “apoia-se sobre as coordenações de ações do sujeito” (Piaget, 1995, p. 274), constituindo-se como fonte contínua de novidades cognitivas.

Becker (2019) destaca que é por meio da abstração reflexionante que se tornam possíveis os conhecimentos universais e necessários, como os matemáticos, uma vez que tais conhecimentos não pertencem aos objetos, mas às coordenações das ações do sujeito. Nessa perspectiva, o conhecimento matemático é compreendido como uma construção humana, resultante das relações estabelecidas pelo sujeito ao agir sobre os objetos.

No tocante a abstração reflexionante, Piaget (1995) identifica a abstração pseudoempírica, na qual o sujeito extrai dos objetos propriedades que, embora observáveis, resultam de modificações introduzidas por suas próprias ações. Trata-se, portanto, de uma abstração que se apoia no observável, mas cuja origem está nas coordenações internas do sujeito. À medida que essas coordenações se tornam conscientes, ocorre a abstração refletida, caracterizada pela explicitação, sistematização e generalização do conhecimento construído.

Hedler (2020) explica que a abstração reflexionante ocorre por meio de dois movimentos complementares: o reflexionamento, responsável pela passagem de elementos de um nível inferior para um nível superior, e a reflexão, que reorganiza esses elementos no novo patamar cognitivo. Esse movimento está diretamente relacionado aos processos de assimilação e acomodação, que impulsionam a equilíbrio e o avanço do pensamento, tal como também preconiza Silva (2015).

A tomada de consciência constitui, nesse contexto, um aspecto fundamental do desenvolvimento cognitivo. Para Piaget (1977), ela não ocorre de forma imediata, mas emerge progressivamente à medida que o sujeito reflete sobre suas próprias ações, transformando-as em objetos de pensamento. Becker (2017) reforça que tomar consciência implica reconstruir o sistema de relações que sustenta a ação, possibilitando a formação de generalizações e novos significados.

No âmbito desta pesquisa, esses processos são mobilizados quando os estudantes, ao interagirem com construções geométricas, passam do fazer ao compreender o porquê das relações matemáticas envolvidas, evidenciando movimentos de reflexão e reorganização cognitiva característicos da abstração reflexionante.

2.2 Tecnologias Digitais na Educação Matemática

Nas últimas décadas, intensificaram-se os debates acerca da inserção das Tecnologias Digitais (TD) no ensino de Matemática, especialmente no que se refere às suas implicações para os processos de ensino e aprendizagem. Mais do que recursos, essas tecnologias têm sido compreendidas como elementos que potencializam o desenvolvimento de posturas investigativas por parte dos estudantes, favorecendo o engajamento, a resolução de problemas e a construção de conceitos matemáticos. Nesse sentido, conforme apontam Gravina *et al.* (2011, p. 5), as tecnologias digitais disponibilizam ferramentas que “suportam a exteriorização, a diversificação e a ampliação de pensamentos”.

A integração das TD às práticas pedagógicas não se limita à aproximação entre os conteúdos escolares e o cotidiano dos estudantes, mas envolve, sobretudo, a possibilidade de promover novas formas de pensar e aprender Matemática. Ao incorporar recursos digitais ao ensino, cria-se um ambiente em que os estudantes podem explorar, experimentar, representar e refletir, assumindo um papel ativo na construção do conhecimento. Tal perspectiva exige do professor o planejamento de

experiências de aprendizagem que privilegiem a autonomia, a curiosidade e a investigação, em consonância com a concepção de que o conhecimento é construído pela ação do sujeito sobre o objeto.

No campo da Educação Matemática, Borba e Penteado (2024) defendem que as TD devem ser compreendidas para além de sua dimensão instrumental, assumindo um papel constitutivo nos processos de produção do conhecimento matemático. Nessa perspectiva, o computador deixa de ser apenas um recurso técnico e passa a integrar o próprio fazer matemático, influenciando as formas de representação, exploração e compreensão dos conceitos. Essa concepção desloca o foco de um ensino centrado na transmissão para uma abordagem em que o conhecimento é produzido por coletivos de seres-humanos-com-mídias, nos quais tecnologia e sujeito atuam de forma integrada (Borba *et al.*, 2018).

Essa compreensão é aprofundada por Borba *et al.* (2018), ao proporem a organização do uso das TD na Educação Matemática em quatro diferentes fases históricas. Tais fases evidenciam não apenas a evolução dos recursos tecnológicos, mas, sobretudo, transformações nas práticas pedagógicas e nas formas de pensar matematicamente. Da utilização inicial do computador como tutor, passando pelo uso como ferramenta de apoio à aprendizagem, pela ampliação das possibilidades comunicacionais com a internet, até a constituição de ambientes digitais interativos e colaborativos, observa-se um movimento de crescente integração entre tecnologia e produção de conhecimento.

Na chamada quarta fase, destacada pelos autores, os ambientes digitais passam a favorecer a expressão matemática por meio de múltiplas linguagens, como imagens, animações e representações dinâmicas. Nesse contexto, *softwares* como o GeoGebra assumem papel relevante ao possibilitar a exploração interativa de objetos matemáticos, articulando diferentes registros de representação e favorecendo processos investigativos. Essa perspectiva é ampliada com a noção de seres-humanos-com-mídias, segundo a qual o conhecimento é produzido na interação indissociável entre sujeitos e tecnologias, compreendidas como constitutivas da própria atividade cognitiva.

Ao articular essa perspectiva com a teoria da abstração reflexionante de Piaget (1995) é possível compreender que o uso das TD pode favorecer não apenas a visualização de conceitos, mas, sobretudo, a reorganização das ações cognitivas dos estudantes. Ao interagir com construções dinâmicas em ambientes como o GeoGebra, o estudante é levado a coordenar ações, estabelecer relações e refletir sobre as transformações observadas, o que pode desencadear processos de reflexionamento. Esses processos correspondem à reorganização interna das ações, constituindo-se como elemento central na construção de novos conhecimentos.

Assim, ao manipular objetos matemáticos em um ambiente dinâmico o estudante não apenas observa fenômenos, mas pode reconstruir cognitivamente as relações envolvidas, atribuindo novos significados aos conceitos. Nessa perspectiva, o conhecimento não é concebido como algo a ser transmitido, mas como resultado de um processo ativo de construção, no qual as TD atuam como mediadoras das ações e reflexões do sujeito.

A discussão sobre as transformações provocadas pelas TD é ampliada por Borba *et al.* (2022), ao proporem uma quinta fase, marcada pelo contexto da pandemia da COVID-19. Nesse cenário, intensificou-se o uso de ambientes virtuais, plataformas digitais e vídeos, consolidando novas formas de interação e produção de conhecimento. Mais do que uma continuidade das fases anteriores, essa etapa evidencia mudanças nas relações pedagógicas, nas linguagens utilizadas e nas formas de

participação dos estudantes, reforçando o papel das tecnologias como estruturantes dos processos educativos contemporâneos.

Diante desse panorama, diferentes estudos (Maltempi, 2008; Gravina *et al.*, 2011; Fioreze *et al.*, 2013; Silva, 2018; Stormowski, 2018; Silva, 2024) convergem ao reconhecer que as TD ampliam as possibilidades de ensinar e aprender Matemática, ao favorecer práticas pedagógicas mais dinâmicas, interativas e investigativas. Contudo, tais potencialidades não se concretizam de forma automática, exigindo do professor uma atuação intencional, fundamentada e crítica. Nesse sentido, a função docente assume papel central, uma vez que a integração das tecnologias demanda não apenas o domínio técnico, mas a compreensão de suas implicações pedagógicas e cognitivas.

Logo, a inserção das TD na Educação Matemática não deve ser compreendida como uma exigência instrumental ou uma solução imediata para os desafios educacionais, mas como uma possibilidade de ressignificação das práticas pedagógicas. Quando integradas de forma reflexiva, essas tecnologias podem contribuir para a constituição de ambientes de aprendizagem que favoreçam a exploração, experimentação e construção de conceitos, em consonância com perspectivas teóricas que compreendem o conhecimento como resultado da ação e da reflexão do sujeito.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa insere-se no campo da Educação Matemática, com foco nos processos de ensino e aprendizagem, caracterizando-se como uma investigação de abordagem qualitativa, conforme Bogdan e Biklen (1994). Adota-se o delineamento de pesquisa-ação, de acordo com Tripp (2005) e Fiorentini e Lorenzato (2006), tendo em vista que a professora-pesquisadora atuou diretamente no contexto investigado, planejando, implementando e analisando uma proposta didática, com o intuito de compreender e aprimorar a própria prática pedagógica.

A investigação foi desenvolvida por meio da elaboração e aplicação de uma sequência composta por seis atividades articuladas, voltadas à construção de conceitos da Geometria Analítica no plano cartesiano, mediadas pelo *software* GeoGebra e contextualizadas na releitura de pinturas em tela. As atividades foram organizadas de forma progressiva, contemplando: (i) reconhecimento e representação de pontos no plano cartesiano; (ii) construção de figuras geométricas; (iii) exploração de equações e inequações na definição de formas; (iv) análise de relações geométricas; e (v) elaboração de releituras autorais de pinturas artísticas. Cada atividade foi planejada com objetivos específicos, priorizando a exploração, a experimentação, a formulação de hipóteses e a reflexão sobre as ações realizadas.

Participaram da pesquisa sete estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada no município de Salvador do Sul/RS. A proposta foi desenvolvida no formato de oficina, no turno da noite, ao longo dos meses de abril e maio de 2025, em cinco encontros semanais com duração aproximada de três horas cada.

A produção dos dados ocorreu durante o desenvolvimento da sequência de atividades, envolvendo múltiplos registros, tais como: gravações em áudio e vídeo dos encontros; capturas e gravações de tela das construções realizadas no GeoGebra; produções escritas e gráficas dos estudantes; e anotações da professora-pesquisadora em diário de campo. Ao final de cada encontro, foram realizadas rodas de conversa com os participantes, com o objetivo de explicitar estratégias, decisões e compreensões conceituais mobilizadas durante as atividades. No que se refere aos aspectos éticos

foram disponibilizados anteriormente aos participantes o convite e o termo de consentimento livre e esclarecido, sendo garantida a livre participação na pesquisa e anonimato dos dados produzidos para posterior análise.

A análise dos dados fundamenta-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget, com ênfase no conceito de abstração reflexionante. Com o objetivo de orientar a identificação de indícios dos diferentes tipos de abstração (empírica, pseudoempírica, reflexionante e refletida) foram definidos critérios analíticos a priori, os quais preconizaram observar: (i) as ações realizadas pelos estudantes nas construções; (ii) as transformações e reorganizações dessas ações; (iii) a explicitação verbal de estratégias e justificativas; e (iv) os momentos de tomada de consciência evidenciados nos registros orais, escritos e digitais.

A análise foi conduzida por meio da triangulação de dados, articulando diferentes fontes de registro (audiovisuais, produções dos estudantes e diário de campo), com o objetivo de conferir maior consistência interpretativa às inferências realizadas. Buscou-se, ainda, minimizar possíveis vieses decorrentes da atuação da professora-pesquisadora mediante o confronto sistemático entre os diferentes registros produzidos, bem como pela explicitação dos critérios analíticos adotados.

Embora tenham participado sete estudantes, a análise aprofundada concentrou-se em quatro casos, selecionados com base na diversidade de estratégias e níveis de elaboração apresentados ao longo da sequência de atividades, buscando evidenciar diferentes formas de manifestação dos processos de abstração reflexionante.

Destaca-se, ainda, que, para fins de recorte analítico, o presente artigo foca especificamente na Atividade 6, por se tratar de uma tarefa de síntese da sequência proposta, na qual os estudantes foram mobilizados a articular os conceitos de Geometria Analítica explorados nas atividades anteriores, por meio da elaboração de releituras autorais no plano cartesiano com o uso do GeoGebra. Entende-se que essa atividade concentra evidências mais elaboradas dos processos investigados, uma vez que envolve não apenas a execução de procedimentos, mas a coordenação de ações, a tomada de decisões e a explicitação de estratégias.

Ressalta-se, contudo, que a análise da Atividade 6 foi realizada considerando o percurso dos estudantes ao longo das atividades anteriores, de modo a evitar uma interpretação pontual ou descontextualizada dos dados, buscando compreender o desenvolvimento progressivo das construções realizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Atividade 6 configurou-se como um momento de síntese da sequência de atividades, na medida em que exigiu dos estudantes a mobilização articulada dos conceitos de Geometria Analítica explorados ao longo das atividades anteriores, em uma situação menos estruturada e com maior autonomia em suas ações e decisões. Diferentemente das tarefas iniciais, nas quais havia direcionamento mais explícito, esta atividade demandou que os estudantes selecionassem uma pintura, planejassem suas construções e definissem estratégias próprias para sua releitura no

GeoGebra, mobilizando relações tais como equações da reta, circunferência, proporcionalidade, paralelismo e simetria.

Nesse contexto, a atividade permitiu observar não apenas a execução de procedimentos, mas, sobretudo, os modos de organização das ações, as estratégias adotadas e os processos de reflexão mobilizados pelos estudantes ao longo da construção. Para fins de análise, foram selecionados quatro casos representativos (CLC, JLS, KSF e CEG), considerando a diversidade de estratégias e níveis de elaboração apresentados, com o objetivo de evidenciar diferentes manifestações dos processos de abstração reflexionante.

De modo geral, as produções dos estudantes evidenciam que uma articulação entre Matemática, Arte e TD favoreceu um ambiente investigativo, no qual os sujeitos puderam explorar, testar hipóteses, reformular estratégias e refletir sobre suas próprias ações. Esse movimento revelou indícios dos processos de abstração empírica, pseudoempírica e reflexionante, conforme a teoria da abstração reflexionante de Jean Piaget, tal como está apresentado na subseção seguinte.

4.1 Resultados e discussão – Atividade 6

A estudante CLC selecionou a pintura *Untitled* (1959), do artista Auguste Herbin, caracterizada pela presença articulada de diferentes elementos geométricos, como retângulos, quadrados e circunferências, evidenciando, já na escolha inicial, um movimento de antecipação das ações ao reconhecer, na composição da pintura, a possibilidade de mobilizar conhecimentos previamente construídos. A estudante justificou sua opção pelo fato de a pintura reunir, em uma mesma composição, diferentes elementos geométricos explorados ao longo da sequência de atividades, o que lhe permitia mobilizar, de forma integrada, os conhecimentos matemáticos construídos nas atividades anteriores. Cabe destacar que nessa produção CLC introduziu uma variação intencional ao adotar uma paleta de cores distinta da pintura original, afirmando: "*Eu gosto mais desses tons pastel, por isso colori assim*", conferindo à releitura um caráter mais autoral e criativo.

Figura 1 – Pintura *Untitled* (1959), selecionada pela estudante CLC para reproduzir no GeoGebra na Atividade 6



Obra: *Untitled*, 1959

Artista: Auguste Herbin

Fonte:

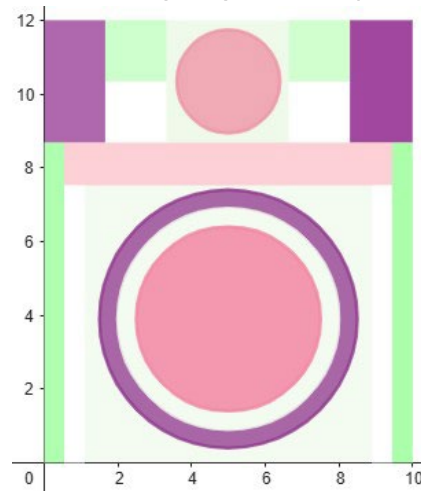
<https://www.wikiart.org/pt/auguste-herbin/untitled-1959>

Fonte: Produzido pela autora.

Durante o processo de construção, observa-se que suas ações não se limitaram à reprodução visual da pintura, mas envolveram a mobilização explícita de relações matemáticas. Ao definir as dimensões dos elementos superiores, a estudante afirmou: "*nos quadradinhos de cima eu medi 1,66 cada um*",

e, ao tratar das partes laterais, explicou: "eu percebi que elas eram um terço do meu quadradinho de cima, então eu dividi 1,66 por 3". Em outro momento, ao analisar a faixa inferior da composição, indicou: "eu percebi que ela era mais ou menos 70% do tamanho dos quadradinhos, então eu fiz 1,66 menos 30%".

Figura 2 – Releitura da pintura Untitled (1959), realizada pela estudante CLC no GeoGebra



Fonte: Produzido pela autora.

Figura 3 – Protocolo de construção da estudante CLC no GeoGebra referente à Pintura Untitled (1959)

1	Desigualdade a	$a: 0 < x < 10 \wedge 12 > y > 0$
2	Desigualdade b	$b: 0 < x < 1.66 \wedge 12 > y > 8.68$
3	Desigualdade c	$c: 1.66 < x < 3.32 \wedge 12 > y > 10.34$
4	Desigualdade d	$d: 1.66 < x < 3.32 \wedge 10.34 > y > 8.68$
5	Desigualdade e	$e: 3.32 < x < 6.64 \wedge 12 > y > 8.68$
6	Desigualdade f	$f: 6.64 < x < 8.3 \wedge 12 > y > 10.34$
7	Desigualdade g	$g: 6.64 < x < 8.3 \wedge 10.34 > y > 8.68$
8	Desigualdade h	$h: 8.3 < x < 10 \wedge 12 > y > 8.68$
9	Círculo eq1	$eq1: (x - 5)^2 + (y - 10.34)^2 = 1.4^2$
10	Desigualdade i	$i: 0 < x < 0.55 \wedge 8.68 > y > 0$
11	Desigualdade j	$j: 0.55 < x < 9.45 \wedge 8.68 > y > 7.52$
12	Desigualdade k	$k: 9.45 < x < 10 \wedge 8.68 > y > 0$
13	Desigualdade l	$l: 7.52 > y > 0 \wedge 0.55 < x < 1.1$
14	Desigualdade m	$m: 8.9 < x < 9.45 \wedge 7.52 > y > 0$
15	Círculo eq2	$eq2: (x - 5)^2 + (y - 3.9)^2 = 3.5^2$
16	Círculo eq3	$eq3: (x - 5)^2 + (y - 3.9)^2 = 3^2$
17	Círculo eq4	$eq4: (x - 5)^2 + (y - 3.9)^2 = 2.5^2$

Fonte: Produzido pela autora

Esses registros evidenciam que a estudante operou com relações proporcionais de forma consciente, utilizando-as como instrumento para estruturar sua construção. Não se trata, portanto, de tentativa e erro, mas de um processo no qual as ações são antecipadas, justificadas e ajustadas com base em relações matemáticas explicitadas pela própria estudante.

Além disso, ao tratar da construção das circunferências, CLC demonstra compreender a variação dos parâmetros envolvidos, ao afirmar que "fui diminuindo 0,5 cada vez de cada raio" e que manteve o alinhamento dos centros em coordenadas específicas. Tal procedimento revela a coordenação entre

diferentes registros (algébrico e geométrico) e a compreensão do papel dos parâmetros na definição das figuras no plano cartesiano.

Sob a perspectiva da abstração reflexionante, a produção entregue por CLC indica um nível menos elementar, no qual as ações anteriormente realizadas são interiorizadas e passam a orientar novas construções. Conforme observado em aula, a estudante não apenas executou procedimentos, mas refletiu sobre suas próprias ações, explicitou relações e reorganizou estratégias de forma consciente, caracterizando um processo de abstração refletida.

Para a realização da Atividade 6, a estudante JLS selecionou a pintura *Abstração Geométrica, 65/120* (2010), de Eduardo Sued, caracterizada pela organização de formas geométricas planas em estruturas repetitivas e proporcionais. Ao justificar sua escolha, afirmou: *"Eu escolhi essa pintura porque achei fácil de fazer e muitas partes dela têm os mesmos tamanhos. E eu quero fazer mais do que um, então por isso"*, evidenciando o reconhecimento de regularidades estruturais e a antecipação de possibilidades de construção no ambiente digital.

Figura 4 – Pintura *Abstração Geométrica, 65/120* (2010), selecionada pela estudante JLS para reproduzir no GeoGebra na Atividade 6



Obra: *Abstração Geométrica, 65/120*, 2010

Artista: Eduardo Sued (1925 Rio de Janeiro, RJ)

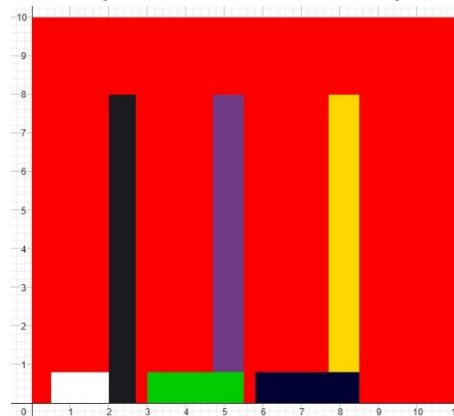
Fonte:

<https://artegaleria.com.br/produto/serigrafia-eduardo-sued/>

Fonte: Produzido pela autora.

A Figura 5 apresenta a construção desenvolvida pela estudante no GeoGebra, na qual se observa a organização sequencial de retângulos e quadriláteros que compõem a estrutura da obra.

Figura 5 – Releitura da pintura *Abstração Geométrica, 65/120* (2010), realizada pela estudante JLS



Fonte: Produzido pela autora.

A construção foi iniciada a partir de um retângulo base, com dimensões definidas pela própria estudante, a partir do qual os demais elementos foram sendo inseridos de forma progressiva. Diferentemente de outros casos analisados, JLS não realizou cálculos prévios antes de estabelecer as relações no software. Suas ações foram orientadas pela visualização da pintura e pelos efeitos imediatos produzidos a cada modificação realizada no ambiente do GeoGebra.

Figura 6 – Protocolo de construção da estudante JLS no GeoGebra referente à Pintura Abstração Geométrica, 65/120 (2010)

1	Desigualdade a	$a: 0 < y < 10 \wedge 0 < x < 11$
2	Desigualdade b	$b: 0 < y < 0.8 \wedge 0.5 < x < 2.5$
3	Desigualdade c	$c: 0 < y < 8 \wedge 2 < x < 2.7$
4	Desigualdade d	$d: 0 < y < 0.8 \wedge 3 < x < 5.5$
5	Desigualdade e	$e: 0.8 < y < 8 \wedge 4.7 < x < 5.5$
6	Desigualdade f	$f: 0 < y < 0.8 \wedge 5.8 < x < 8.5$
7	Desigualdade g	$g: 0.8 < y < 8 \wedge 7.7 < x < 8.5$

Fonte: Produzido pela autora

Observou-se que a estudante realizou ajustes sucessivos nas dimensões e posições dos elementos, buscando uma aproximação visual com a imagem de referência. Esse movimento evidenciou uma dinâmica de tentativa, verificação e ajuste, na qual as ações são constantemente reorganizadas a partir dos resultados obtidos. Ainda que não tenha recorrido inicialmente a procedimentos algébricos formais, JLS mobiliza coordenações importantes entre ação e percepção, regulando suas intervenções com base nos efeitos observados no objeto construído.

Ao longo do processo, nota-se que a estudante passou a considerar aspectos como alinhamento, proporcionalidade e simetria, utilizando, inclusive, valores decimais para refinar sua construção. Tais elementos indicam que suas ações deixam de ser exclusivamente exploratórias e passam a incorporar regularidades identificadas durante a atividade, revelando um movimento de reorganização progressiva das estratégias utilizadas.

Sob a perspectiva da abstração reflexionante, a produção de JLS evidenciou um processo em construção, no qual as ações realizadas sobre o objeto matemático são gradualmente interiorizadas. A estudante não apenas manipulou elementos no ambiente digital, mas passou a ajustar suas decisões com base na compreensão dos efeitos de suas ações, indicando uma transição entre diferentes tipos de abstração. Nesse sentido, a interação com o GeoGebra desempenhou um papel mediador, ao possibilitar uma visualização e uma reorganização contínua das ações, favorecendo a construção de relações matemáticas a partir da articulação entre percepção, ação e reflexão.

Para a realização da Atividade 6, a estudante KSF selecionou a pintura *Di Mache 1* (1950), de Auguste Herbin, caracterizada pela composição de formas geométricas planas, com presença de circunferências, triângulos e quadriláteros organizados segundo relações de simetria e proporcionalidade. Ao justificar sua escolha, a estudante afirmou: *"Eu escolhi essa pintura porque tem todos os elementos que aprendemos nas atividades anteriores, então achei interessante fazer esse para colocar em prática tudo o que eu aprendi"*, evidenciando uma escolha intencional orientada pela mobilização integrada dos conhecimentos construídos ao longo da sequência de atividades.

Figura 7 – Pintura Di Mache 1 (1950), selecionada pela estudante KSF para reproduzir no GeoGebra na Atividade 6



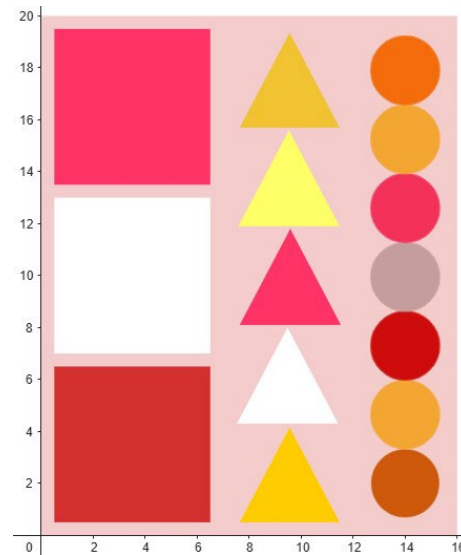
Obra: Di Mache 1, 1950
Artista: Auguste Herbin
Fonte:

<https://www.wikiart.org/pt/auguste-herbin/di-mache-1-1950>

Fonte: Produzido pela autora

A construção foi iniciada a partir de um retângulo de base, definido com dimensões estabelecidas previamente pela estudante. Esse retângulo serviu para organizar os demais elementos da composição. Diferentemente de outros casos anteriormente analisados, KSF realizou cálculos prévios antes da inserção das relações no GeoGebra, utilizando o software como meio de verificação e validação das suas hipóteses formuladas.

Figura 8 – Releitura da pintura Di Mache 1 (1950), realizada pela estudante KSF



Fonte: Produzido pela autora

Figura 9 – Protocolo de construção da estudante KSF no GeoGebra referente à Pintura Di Mache 1 (1950)

1	Desigualdade a	a: $0 < x < 16 \wedge 0 < y < 20$
2	Desigualdade b	b: $0.5 < x < 6.5 \wedge 0.5 < y < 6.5$
3	Desigualdade c	c: $0.5 < x < 6.5 \wedge 7 < y < 13$
4	Desigualdade d	d: $0.5 < x < 6.5 \wedge 13.5 < y < 19.5$
5	Desigualdade f	f: $7.5 < x < 11.5 \wedge 4.3 < y < 8.1 \wedge y < 1.9x - 10 \wedge y < -1.9x + 26$
6	Desigualdade g	g: $7.5 < x < 11.5 \wedge 8.1 < y < 11.9 \wedge y < 1.9x - 6.4 \wedge y < -1.9x + 30$
7	Desigualdade h	h: $7.5 < x < 11.5 \wedge 11.9 < y < 15.7 \wedge y < 1.9x - 2.5 \wedge y < -1.9x + 33.7$
8	Desigualdade i	i: $7.5 < x < 11.5 \wedge 15.7 < y < 19.5 \wedge y < 1.9x + 1.2 \wedge y < -1.9x + 37.5$
9	Desigualdade e	e: $7.5 < x < 11.5 \wedge 0.5 < y < 4.3 \wedge y < 1.9x - 14 \wedge y < -1.9x + 22.3$
10	Círculo j	j: $(x - 14)^2 + (y - 2)^2 = 1.3^2$
11	Círculo eq1	eq1: $(x - 14)^2 + (y - 4.65)^2 = 1.3^2$
12	Círculo eq2	eq2: $(x - 14)^2 + (y - 7.3)^2 = 1.3^2$
13	Círculo eq3	eq3: $(x - 14)^2 + (y - 9.95)^2 = 1.3^2$
14	Círculo eq4	eq4: $(x - 14)^2 + (y - 12.6)^2 = 1.3^2$
15	Círculo eq5	eq5: $(x - 14)^2 + (y - 15.25)^2 = 1.3^2$
16	Círculo eq6	eq6: $(x - 14)^2 + (y - 17.9)^2 = 1.3^2$

Fonte: Produzido pela autora.

Esse modo de proceder evidenciou um planejamento das ações, no qual antecipações mentais, relações numéricas e organização espacial foram articuladas antes da execução. Ao explicitar que "eu pegava a altura que eu defini pro desenho, dividia pela quantidade de triângulos, tirando o espaço que eu pretendia deixar em cima e em baixo e entre eles, pra poder ter os mesmos tamanhos de triângulos", a estudante demonstrou coordenação entre diferentes elementos, estabelecendo relações proporcionais e controlando as condições da construção.

Ao longo do processo, observa-se uma organização sequencial e intencional das construções, iniciando pelos triângulos e, posteriormente, pelas circunferências, mantendo regularidade na distribuição, alinhamento e simetria dos elementos. As ações não se configuram como tentativas sucessivas, mas como execução de um plano previamente estruturado, no qual os ajustes realizados são pontuais e orientados por critérios já definidos.

Sob a perspectiva da abstração reflexionante, a produção de KSF evidenciou um nível mais elaborado de organização cognitiva, no qual as ações foram interiorizadas e passam a ser coordenadas de forma consciente. A estudante não apenas atuou sobre o objeto matemático, mas antecipou relações, controlou elementos e validou resultados, indicando um processo de reflexão sobre as próprias ações e suas consequências.

Nesse sentido, a atividade revelou não apenas domínio dos conceitos da Geometria Analítica e do uso do GeoGebra, mas a capacidade de planejar, executar e justificar estratégias com base em relações previamente estabelecidas, evidenciando uma coordenação entre ação e reflexão que caracteriza níveis mais avançados de abstração reflexionante.

O estudante CEG selecionou a pintura *Composição (91/100)*, de Paula Kadunc, cuja estrutura é composta por retângulos, quadrados, triângulos e relações de paralelismo e simetria. Ao justificar sua escolha, afirmou: "Eu escolhi essa pintura porque eu achei ela bonita e também porque ela tem de tudo um pouco do que a gente aprendeu, menos círculo", evidenciando reconhecimento dos conceitos matemáticos envolvidos e das possibilidades de mobilização desses conhecimentos no ambiente do GeoGebra.

Figura 10 – Pintura Composição (91/100), selecionada pela estudante CEG para reproduzir no GeoGebra na Atividade 6



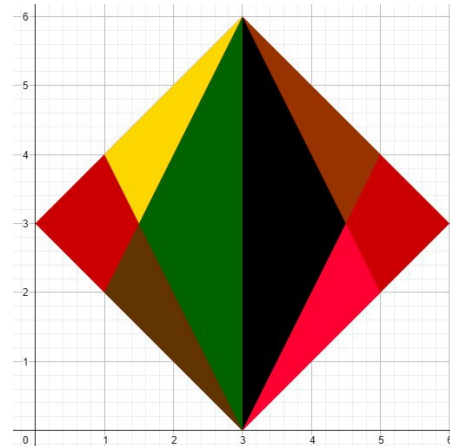
Obra: Composição, 91/100
Artista: Paula Kadunc
Fonte:

<https://www.mutualart.com/Artwork/Composicao/8E7D756A8933FD71C5F9F3FEE1A5F451>

Fonte: Produzido pela autora.

A análise da sua produção evidenciou um processo orientado pela identificação de regularidades geométricas e pela coordenação entre relações de forma, tamanho e ângulo. Ao descrever sua construção da forma "Eu fiz um quadrado em forma de pipa e fiz vários triângulos. E fiz dois quadriláteros" o estudante demonstrou não apenas uma observação visual, mas uma leitura geométrica da pintura, reconhecendo e categorizando as figuras que a compõem.

Figura 11 – Releitura da pintura Composição (91/100), realizada pela estudante CEG



Fonte: Produzido pela autora.

Figura 12 – Protocolo de construção da estudante CEG no GeoGebra referente à Pintura Composição (91/100)

1	Desigualdade a	$a: y < x + 3 \wedge x < y + 3 \wedge y < -x + 9 \wedge y > -x + 3$
2	Desigualdade b	$b: y > 2x - 6 \wedge y < -2x + 12 \wedge 6 > y > 0 \wedge 4.5 > x > 3$
3	Desigualdade c	$c: y > 2x - 6 \wedge y > -2x + 12 \wedge y < -1x + 9$
4	Desigualdade d	$d: y < -2x + 12 \wedge y < 2x - 6 \wedge y > 1x - 3$
5	Desigualdade e	$e: y < 2x \wedge y > -1x + 3 \wedge 1 < x < 3$
6	Desigualdade f	$f: y < -2x + 6 \wedge y > -1x + 3 \wedge y < 1x + 3$
7	Desigualdade g	$g: y < 1x + 3 \wedge y > 2x \wedge y > -2x + 6$

Fonte: Produzido pela autora.

Durante o processo, CEG adotou como referência uma *"linha do meio"*, utilizada como eixo organizador para a distribuição dos elementos no plano cartesiano. Essa escolha revela uma atenção à simetria e à centralização da composição, orientando suas ações na construção das figuras e na manutenção de relações entre partes correspondentes.

Um aspecto relevante da sua produção é o uso de relações previamente construídas como base para novas construções. Ao afirmar que realizou *"um lado primeiro e daí o outro eu fiz tipo igual, só mudei o ângulo"*, o estudante evidenciou uma compreensão de que determinadas propriedades podem ser mantidas enquanto outras são transformadas. Esse procedimento se repetiu ao indicar que diferentes elementos foram construídos a partir de uma mesma estrutura, com variações nos ângulos e nas dimensões.

Esse modo de proceder indicou que as ações não foram realizadas de forma isolada, mas reorganizadas a partir de esquemas já construídos, os quais são retomados, comparados e adaptados conforme as demandas da tarefa. Trata-se de um movimento característico da abstração reflexionante, no qual as ações anteriores são transformadas em novas ações, agora orientadas por uma lógica de funcionamento mais estruturada.

Além disso, ao ajustar valores e observar os efeitos produzidos no ambiente do GeoGebra, o estudante utilizou o software como espaço de verificação de suas hipóteses, articulando planejamento e ação. Essa dinâmica permitiu uma reorganização contínua das estratégias adotadas, favorecendo a compreensão das relações geométricas envolvidas.

Nesse sentido, a produção de CEG evidenciou uma compreensão das relações entre simetria, ângulos e transformações entre figuras, indicando avanços nos processos de abstração. Sua construção não se limitou à reprodução da pintura, mas envolveu uma mobilização e adaptação de relações matemáticas, revelando um processo de reorganização das ações e de coordenação entre diferentes elementos do pensamento geométrico, caracterizando assim uma releitura da pintura em questão.

Portanto, as análises realizadas nos quatro casos apresentados anteriormente permitem observar, à luz dos critérios analíticos adotados, que os estudantes mobilizam e reorganizam suas ações de maneira progressivamente mais elaborada ao longo da atividade. No que se refere às ações realizadas nas construções, evidenciou-se a passagem de procedimentos mais exploratórios para estratégias mais intencionais e planejadas. Quanto às transformações e reorganizações dessas ações, observou-se que os estudantes passaram a coordenar relações matemáticas com maior controle e consciência, ajustando suas construções a partir de regularidades identificadas. No que tange à explicitação verbal de estratégias e justificativas, os registros indicam avanços na capacidade de argumentar sobre as próprias ações, utilizando conceitos matemáticos para fundamentar decisões. Por fim, os momentos da tomada de consciência tornaram-se mais evidentes à medida que os estudantes refletiram sobre os efeitos de suas ações, indicando movimentos característicos da abstração reflexionante. Desse modo, a atividade analisada evidencia não apenas uma mobilização de conceitos da Geometria Analítica, mas, sobretudo, uma construção de formas mais elaboradas de pensar, nas quais ação e reflexão se articulam no processo de aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados nesse artigo permitem retomar a questão de pesquisa — como uma prática contextualizada na releitura de pinturas em tela influencia o processo de Abstração

Reflexionante dos estudantes do Ensino Médio ao explorarem atividades de Geometria Analítica fazendo uso do GeoGebra? – evidenciando que a sequência de atividades proposta favoreceu a emergência de diferentes níveis de abstração, conforme discutido por Jean Piaget.

A análise da Atividade 6, compreendida como um momento de síntese da sequência de atividades, revelou que os estudantes mobilizaram, de forma articulada, conceitos da Geometria Analítica, ao mesmo tempo em que evidenciaram distintos modos de organização de suas ações. Observou-se que, mesmo partindo de estratégias diversas — desde abordagens mais exploratórias, baseadas em ajustes sucessivos, até ações planejadas e antecipadas — os estudantes demonstraram avanços na coordenação entre representação algébrica e geométrica, bem como na explicitação de relações matemáticas envolvidas em suas construções.

As construções analisadas indicam a presença de indícios de abstração empírica, pseudoempírica e reflexionante, manifestados nos momentos em que os estudantes testam hipóteses, ajustam parâmetros, reconhecem regularidades e passam a justificar suas ações com base em relações matemáticas. Em alguns casos, observa-se, ainda, a explicitação dessas relações de forma consciente, sugerindo movimentos em direção à abstração refletida, especialmente quando os estudantes planejam suas construções e utilizam conceitos como proporcionalidade, simetria e variação de parâmetros de maneira intencional.

A articulação entre Matemática, Arte e TD mostrou-se um elemento central nesse processo, ao oportunizar um ambiente de aprendizagem investigativo, no qual os estudantes puderam explorar, experimentar e reorganizar suas ações. Nesse contexto, o GeoGebra configurou-se não apenas como uma ferramenta de representação, mas como um espaço de validação e reflexão, possibilitando a visualização imediata das transformações realizadas e contribuindo para a tomada de consciência sobre os próprios procedimentos.

Ademais, a proposta de releitura de pinturas em tela evidenciou potencial para promover o engajamento dos estudantes, ao inserir os conceitos matemáticos em uma atividade que envolve criação, interpretação e tomada de decisões. Esse aspecto contribui para deslocar o foco de um ensino centrado na reprodução de procedimentos para uma abordagem que valoriza a ação, a investigação e a construção de significados.

Por se tratar de um recorte de uma pesquisa mais ampla, o presente texto apresenta limitações, especialmente ao foco em uma única atividade da sequência desenvolvida na pesquisa. No entanto, os resultados aqui discutidos oferecem indícios relevantes sobre o potencial da proposta analisada, apontando para a necessidade de investigações que ampliem esse tipo de abordagem para outros contextos, conteúdos matemáticos e níveis de ensino.

Por fim, considera-se que este estudo contribui para o campo da Educação Matemática ao evidenciar que práticas pedagógicas que articulam diferentes áreas do conhecimento e integram as TD podem favorecer processos mais elaborados de construção do conhecimento. Ao analisar tais processos à luz da abstração reflexionante, reforça-se a importância de propostas que promovam não apenas o fazer matemático, mas a reflexão sobre as próprias ações, condição fundamental para o desenvolvimento do pensamento matemático.

6. REFERÊNCIAS

- BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; NOTARE, Márcia Rodrigues. Pensar-com tecnologias digitais de matemática dinâmica. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, 2015.
- BECKER, Fernando. **Abstração pseudoempírica: significado epistemológico e impacto metodológico**. Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 371–393, mar. 2017.
- BECKER, Fernando. **Construção do conhecimento matemático: natureza, transmissão e gênese**. Bolema: Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, v. 33, n. 65, p. 963–987, 2019.
- BOGDAN, Robert Charles; BIKLEN, Sara Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. **Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2019.
- FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.
- FIOREZE, Leandra Anversa; BARONE, Dante Augusto Couto; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; ISAIA, Sílvia Maria de Aguiar. Análise da construção dos conceitos de proporcionalidade com a utilização do software Geoplano Virtual. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 267–278, 2013.
- GOULART, Juliana Bittencourt. **O estudo da equação $Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F = 0$ utilizando o software GrafEq: uma proposta para o Ensino Médio**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Monografia (Especialização em Ensino de Matemática), Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- GRAVINA, Maria Alice; BÚRIGO, Elisabete Zibetti; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; GARCIA, Vera Clotilde Vanzetto (org.). **Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.
- HEDLER, Larissa Weyh Monzon. **Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial: GeoGebra, impressora 3D e abstração reflexionante**. Porto Alegre: UFRGS, 2020. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.
- MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 59–67, jan./jun. 2008.
- PIAGET, Jean. **A tomada de consciência**. São Paulo: Melhoramentos; EDUSP, 1977.
- PIAGET, Jean. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443–466, set./dez. 2005.

SILVA, Rodrigo Sychocki da. **Cadeias de Markov e modelagem matemática: da abstração pseudo-empírica à abstração refletida com uso de objetos virtuais**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SILVA, Rodrigo Sychocki da (Org.). **Diálogos e reflexões sobre tecnologias digitais na educação**. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SILVA, Rodrigo Sychocki da (Org.). **Ações e proposições com o uso das tecnologias digitais na educação matemática**: experimentos, reflexões e aprendizados de/para quem ensina Matemática. Porto Alegre: Casalettras, 2024.

STORMOWSKI, Vandoir. Vale a pena utilizar tecnologias digitais na educação? In: SILVA, R. S. da (org.). **Diálogos e reflexões sobre tecnologias digitais na educação**. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 95 – 112.

Submissão: 08/04/2026

Aceito: 21/04/2026