

Explorando a Teoria Semiótica de Duval nas aulas de Geometria do *Khan Academy*

Exploring the Duval's Semiotic Theory in Geometry classes from *Khan Academy*

DOI: 10.37001/recem.v3i1.4303

Recebimento: 28/06/2024

Aprovação: 22/08/2024

Publicação: 11/09/2024



Yana Cameron Vieira Da Rosa

Pós-graduação

Santa Catarina, Agrolândia, Brasil

yana_cameron@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0001-8938-2508>

Jorge Cássio Costa Nóbriga

Doutorado

Santa Catarina, Blumenau, Brasil

j.cassio@ufsc.br

<https://orcid.org/0000-0002-5745-6610>

Resumo

Neste artigo, é apresentada parte de uma pesquisa que teve como objetivo analisar o potencial didático de um livro digital, o qual utiliza recursos da plataforma *Khan Academy* para o processo de ensino e aprendizagem de geometria no 6º ano do Ensino Fundamental. A pesquisa se baseou, sobretudo, na Teoria dos Registros de Representações Semióticas de Duval, que considera as diferentes representações envolvidas na construção do conhecimento geométrico, permitindo aos estudantes um entendimento mais profundo e flexível da Geometria. Para a parte experimental, utilizou-se a metodologia baseada em intervenção pedagógica. O Livro Digital foi experimentado de forma presencial com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, e a análise dos resultados mostrou que ele pode contribuir para o desenvolvimento das apreensões perceptiva, discursiva, sequencial e operatória por parte dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Geometria. *Khan Academy*. Plataforma Adaptiva.

Abstract

In this article, we present part of a research that aimed to analyze the didactic potential of a digital book that uses resources from the *Khan Academy* platform for the process of teaching and learning geometry in the 6th year of Elementary School. The research was based, above all, on Duval's Theory of Registers of Semiotic Representations, which considers the multiple representations and languages involved in the construction of geometrical knowledge, allowing a deeper and more flexible understanding of Geometry. For the experimental part of the research we used a methodology based on pedagogical intervention. The Digital Book was tried in person with students in the 6th year of Elementary School and the analysis of the results showed that it can contribute to the development of perceptual, discursive, sequential and operational apprehensions on the part of the students.

Keywords: Teaching Mathematics. Geometry. *Khan Academy*. Adaptative Platform.

1. INTRODUÇÃO

A educação, essencial para a sociedade, destaca a Matemática como disciplina fundamental na formação de indivíduos capazes de compreender e transformar o mundo. Infelizmente, muitos estudantes enfrentam desafios na compreensão de conceitos matemáticos, o que leva ao desinteresse pela disciplina (Sousa, 2023).

Pesquisas conduzidas por Masola e Allevato (2014; 2016; 2019) indicam que os principais obstáculos no ensino da Matemática estão no desinteresse dos estudantes pelos conteúdos ministrados, na ineficácia dos métodos tradicionais de ensino e na pouca relação construída pelos estudantes entre a Matemática e outras áreas de estudo, faltando também a percepção sobre os usos da Matemática no cotidiano. Pacheco e Andreis (2018) corroboram com este sentido, ao afirmarem que as dificuldades na Matemática provêm do uso de metodologias ultrapassadas, da má qualificação profissional dos docentes e da pouca infraestrutura escolar. No que tange aos estudantes, estes autores defendem que boa parcela dos estudantes que apresentam algum tipo de dificuldade já teve alguma experiência negativa com a disciplina.

Diante dessa realidade, é crucial encontrar estratégias que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem, despertando a curiosidade dos alunos e motivando-os a aprender de forma autônoma. Neste contexto, a plataforma *Khan Academy* surge como uma alternativa para superar as dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Neste trabalho, buscou-se avaliar o uso da plataforma *Khan Academy* junto a estudantes de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental, no trabalho com a Geometria. Para tanto, foi utilizado um livro digital, produto desenvolvido ao longo do Mestrado em Matemática. Este material apresenta a *Khan Academy*, introduzindo-a para que estudantes e famílias possam fazer seu uso, mesmo que ainda não tenham tido contato com a plataforma. Em seguida, propõe sete sequências didáticas compostas por vídeos e atividades da *Khan Academy*. Desta forma, pretende-se verificar como os registros semióticos elaborados por Duval (2009; 2011; 2012) são trabalhados na plataforma. É outro intuito avaliar os resultados práticos do livro digital quando empregado em sala de aula.

2. EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Matemática é fundamental para a sociedade contemporânea e essencial na formação de cidadãos críticos e conscientes de suas responsabilidades sociais (Brasil, 2018, p.165). O documento indica a intenção de ir

além das técnicas tradicionais de cálculo, que são utilizadas no estudo de fenômenos determinísticos, como contagem, medição e grandezas, permitindo aos estudantes compreender sistemas caóticos e aleatórios estudados pela ciência na atualidade. Moran (2000) destaca a possibilidade de modificar a forma de ensinar e aprender, tornando-a mais colaborativa e com participação profunda dos alunos.

A *Khan Academy* defende que o ensino de Matemática ocorra de modo personalizado e adaptativo (Pinto, 2020). Para tanto, fornece recursos para que o estudante progrida nos conteúdos no seu próprio ritmo (Santos, 2020). No início, é feita uma avaliação inicial, para compreender o que o estudante já domina (Leal, 2023; Gomes, 2019); isto interferirá no sequenciamento dos conteúdos que serão apresentados após esta etapa, pois a plataforma o guiará para assuntos que precisam de mais atenção (Otobelli *et al.*, 2018, Eisermann; Schulz, 2018).

Conforme vai avançando nos níveis, o estudante é premiado com medalhas e recebe feedbacks da sua progressão, a partir de avatares e do auxílio de ilustrações e gráficos de fácil compreensão (Pinto, 2020). Com os resultados obtidos, os estudantes podem conduzir seus estudos de forma autônoma, tomando consciência dos seus próprios erros e os corrigindo (Aflitos *et al.*, 2018). Assim, a *Khan Academy*, promove o uso de tecnologias digitais para um ensino mais interativo, o que pode estimular o interesse e a curiosidade dos estudantes pela Matemática.

Deste modo, a plataforma *Khan Academy* é uma ferramenta útil para ajudar os estudantes no desenvolvimento da autonomia na aprendizagem da Matemática, permitindo que aprendam em seu próprio ritmo e recebam *feedback* instantâneo sobre seu desempenho. O uso de tecnologias digitais complementa as atividades tradicionais da Matemática, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem (Ponte, 2001).

O papel do professor na abordagem do ensino da Matemática, de acordo com Bacich e Moran (2018), se transforma em uma abordagem mais orientada e compartilhada, mantendo-se central. Assim, a plataforma *Khan Academy* pode ser um complemento valioso no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências essenciais para a formação de indivíduos críticos e autônomos.

Além disso, a plataforma possibilita a personalização do ensino, analisando o desempenho dos alunos em cada atividade e fornecendo sugestões de conteúdos que precisam ser reforçados. Isso permite que o professor trabalhe de forma mais específica com cada aluno, atendendo às suas necessidades individuais. A *Khan Academy* também pode ser

uma ferramenta para avaliação formativa contínua ao longo do processo de aprendizagem, diferentemente da avaliação somativa, permitindo que o professor identifique as dificuldades dos alunos e forneça *feedback* para corrigir erros e avançar na aprendizagem (Vaz; Nasser, 2021).

Outro aspecto da tecnologia na educação que tem ganhado destaque é a *gamificação*. Barbosa, Pontes e Castro (2020) descrevem a *gamificação* como sendo a utilização da lógica dos jogos dentro das práticas pedagógicas, seja com ou sem o auxílio de tecnologias da informação. Como explicam os autores, para além da participação ativa, das regras e dos *feedbacks*, o ponto crucial das atividades *gamificadas* está nos objetivos. É fundamental que os estudantes saibam o objetivo da atividade, de modo que este não pode ser nem muito fácil, nem difícil demais. As regras são importantes para delimitar as ações que o participante pode ter ou não, assim como o *feedback* é necessário para que se tenha o conhecimento dos resultados alcançados.

Corroboram com esta perspectiva Aflitos *et al.* (2018), quando caracterizam a *gamificação* como sendo o uso de pontuações e *feedbacks* e pela colaboração em projetos. De acordo com os autores, estas estratégias, que são provenientes dos jogos, estão cada dia mais presentes nas salas de aula, fazendo parte do planejamento pedagógico de docentes e instituições escolares. Todos estes pontos podem ser identificados nas propostas do *Khan Academy*. Para Coqueiro (2021), o uso da *gamificação* em sala de aula promove o desenvolvimento de habilidades, do raciocínio lógico e da concentração.

É preciso, por contraparte, ressaltar que a utilização de ferramentas tecnológicas não pode ser feita de forma contextualizada. Ela precisa estar alinhada com o currículo e com a realidade de cada escola (Dantas, 2005). Neste sentido, embora o livro digital produzido e a *Khan Academy* ofereçam recursos valiosos, é fundamental que cada professor avalie seus objetivos e as necessidades de seus alunos, a fim de adaptar os conteúdos e as práticas a serem realizadas em sala de aula.

Neste contexto, foi desenvolvida uma pesquisa cujo objetivo foi analisar as implicações de um livro digital que utiliza recursos da plataforma *Khan Academy* para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria no 6º ano do Ensino Fundamental.

3. TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS DE DUVAL: EXPLORANDO AS DIMENSÕES DA SEMIÓTICA NA EDUCAÇÃO

Para compreender a teoria dos Registros de Representações Semióticas, é essencial ter conhecimento sobre o conceito de semiótica, que se dedica à investigação de todas as formas de linguagem possíveis, analisando os processos de construção de significado e sentido. As Representações Semióticas estão ligadas a um sistema específico de signos que podem ser transformados em representações "equivalentes" em outro sistema semiótico, embora possam adquirir significados diferentes para o sujeito que as utiliza. Isso pressupõe a consideração de diferentes sistemas semióticos e uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico para outro, inicialmente descrita como uma "mudança de forma" (Duval, 2009).

Segundo Duval (2011), a diferença fundamental entre signos e representações é a natureza da relação com os próprios objetos. O autor salienta que a relação dos signos com as coisas que representam é uma questão de referência, não de causalidade. Enquanto as representações mantêm uma relação de causalidade com os objetos, os signos têm uma relação de referência conforme o sistema semiótico empregado.

Duval (2009) defende a preferência pelo termo 'representações semióticas' em vez de 'signos', devido à organização interna variável entre os tipos de representações. Ele destaca que os signos são unidades elementares de sentido, como letras e algarismos, enquanto as representações englobam elementos mais amplos, como frases em língua natural e equações.

Ainda segundo Duval (2009), a apreensão conceitual é viabilizada por meio das representações semióticas, sendo fundamental distinguir um objeto de sua representação para compreender Matemática. Trabalhar com diversas representações para um mesmo objeto matemático é crucial, pois as representações semióticas são essenciais tanto para a comunicação quanto para a atividade cognitiva do pensamento.

Duval (2012) destaca que as representações semióticas conscientes e externas são essenciais para qualquer apreensão conceitual. Um registro de representação semiótica é definido como um sistema com regras, caracterizado por 3 condições, as quais são definidas por Duval (2009):

- Identificação: ocorre quando o indivíduo é capaz de associar o símbolo ao conceito que representa;

• **Transformação de Tratamento:** consiste em uma transformação que ocorre internamente no próprio registro;

• **Transformação de Conversão:** se refere à transformação de um registro em outro registro;

Ao interagir com essas representações, o indivíduo está sujeito a interpretações, denominadas apreensões (Duval, 2012). Segundo Duval (1994), é possível identificar quatro tipos de apreensões de uma figura: perceptiva, discursiva, sequencial e operatória, conforme *Tabela 1*.

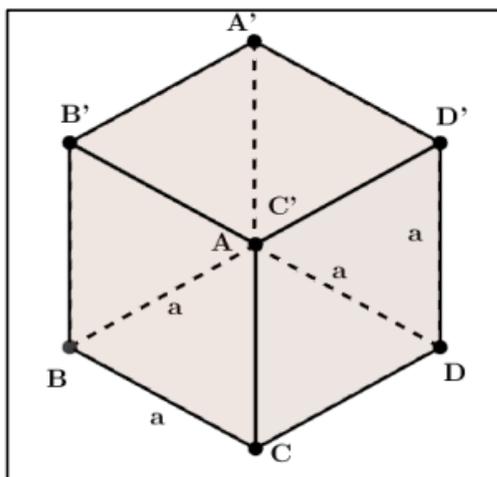
Tabela 1 – As quatro apreensões

Apreensão figural	O que é?
Perceptiva	Primeiro reconhecimento e/ou identificação das formas de uma representação geométrica
Discursiva	Trata da compreensão das unidades figurais, teoremas, definições apresentadas no enunciado do problema a respeito da figura.
Operatória	Modificações e/ou reorganizações em uma figura sem alteração de dimensão
Sequencial	Construção e/ou descrição de um objetivo matemático.

Fonte: Adaptado de Duval, 2004.

A apreensão perceptiva se refere ao contato do sujeito com uma figura em um contexto de atividade, em que ocorrem duas reações contraditórias: uma imediata e automática (apreensão perceptiva de formas) e outra controlada pela interpretação dos elementos figurais. Segundo Duval (2012), há uma diferença entre a apreensão perceptiva e a interpretação de hipóteses, ou seja, entre a percepção e o discurso. A figura representada possui uma estrutura perceptiva autônoma, que, ao ser interpretada, dependerá da congruência semântica entre a figura e o enunciado. Por exemplo: Torres (2023) diz que, ao apresentarmos a Figura 1 para algumas pessoas, ela pode representar um hexágono, mas, para outras, pode representar um cubo em perspectiva.

Figura 1 - Apreensão perceptiva: hexágono regular ou cubo?



Fonte: Torres, 2023.

Já a apreensão discursiva se refere à interpretação das unidades figurais, com especial atenção à articulação dos enunciados baseados em uma rede semântica de propriedades do objeto. Para exemplificar, vamos considerar a Figura 2, que traz a representação plana de um cubo. Espera-se que, com o enunciado da tarefa: “Quantas arestas a forma a seguir tem?”, o leitor perceba a figura como um objeto tridimensional e consiga identificar e contar as arestas.

Figura 2 - Apreensão discursiva: identificando arestas

Identifique partes de formas 3D
BNCC.Matematica: EF06MA17 Google Sala de Aula

Quantas arestas a forma a seguir tem?

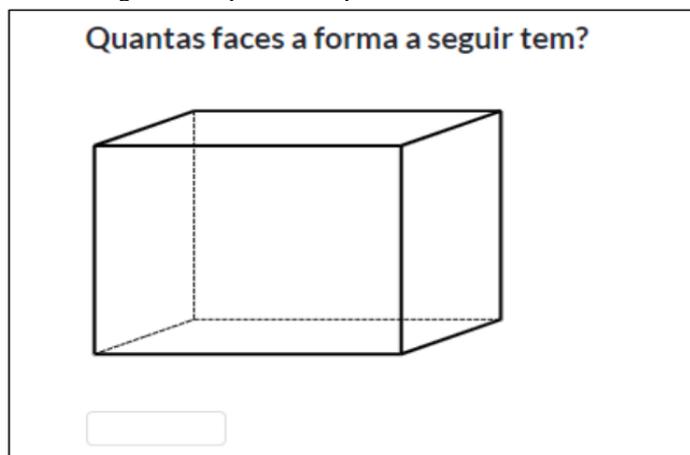
Enroscou? [Veja os artigos/vídeos relacionados ou use uma dica.](#) [Relatar um problema](#)

Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Por sua vez, a apreensão operatória se refere às modificações que podem ser feitas nas figuras para auxiliar na resolução de problemas propostos. Como exemplo, podemos considerar uma situação em que se deseja saber quantas faces tem certo poliedro, conforme

mostrado na Figura 3. Para determinar o número de faces, pode-se fazer uma modificação, planificando o paralelepípedo. Assim, pode-se perceber que ele possui 6 retângulos.

Figura 3 - Apreensão operatória: contando faces

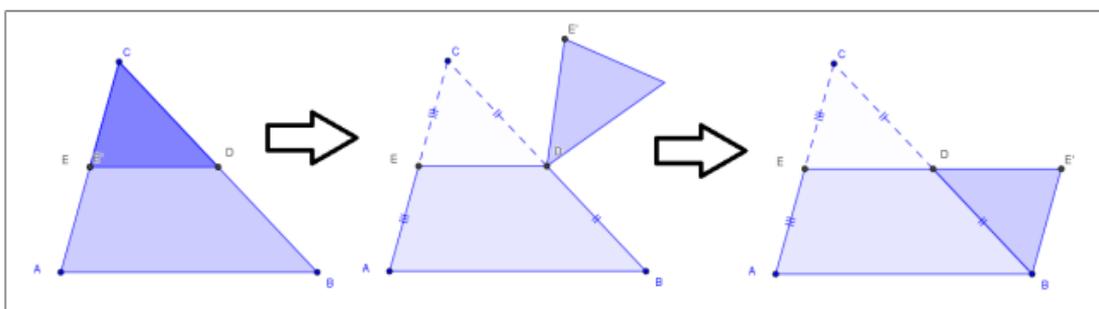


Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Conforme Duval (2012), as modificações da apreensão operatória se subdividem em modificações mereológicas, óticas e posicionais, definidas como:

- Modificação Mereológica: consiste em dividir uma figura em várias subfiguras, ocorrendo em função da relação parte-todo, conforme a Figura 4.

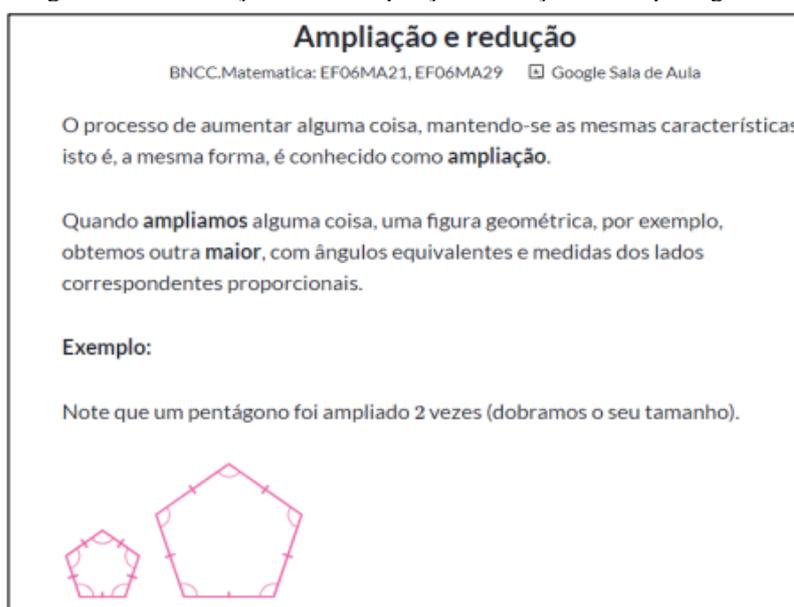
Figura 4 - Modificação mereológica: Divisão de um triângulo em trapézio e triângulo, demonstrando equivalência de área



Fonte: elaboração própria.

- Modificação Ótica: envolve aumentar, diminuir ou até mesmo deformar uma figura, transformando-a em outra, de modo que seja vista como sua imagem, conforme a Figura 5.

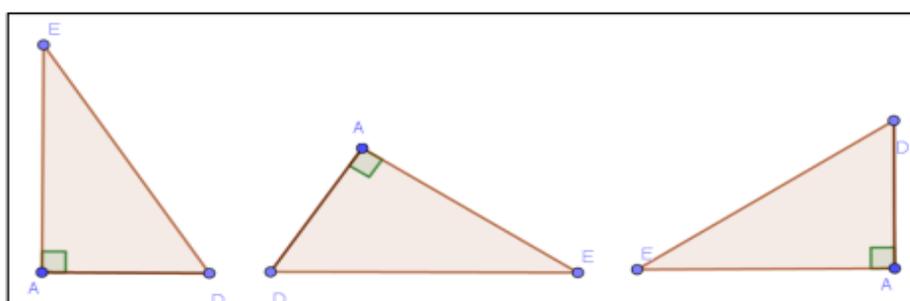
Figura 5 - Modificação ótica: Ampliação e redução de um pentágono



Fonte: Plataforma *Khan Academy*

- **Modificação Posicional:** refere-se a deslocar, rotacionar ou refletir a figura com relação ao campo de referência em que ela se encontra, conforme a Figura 6.

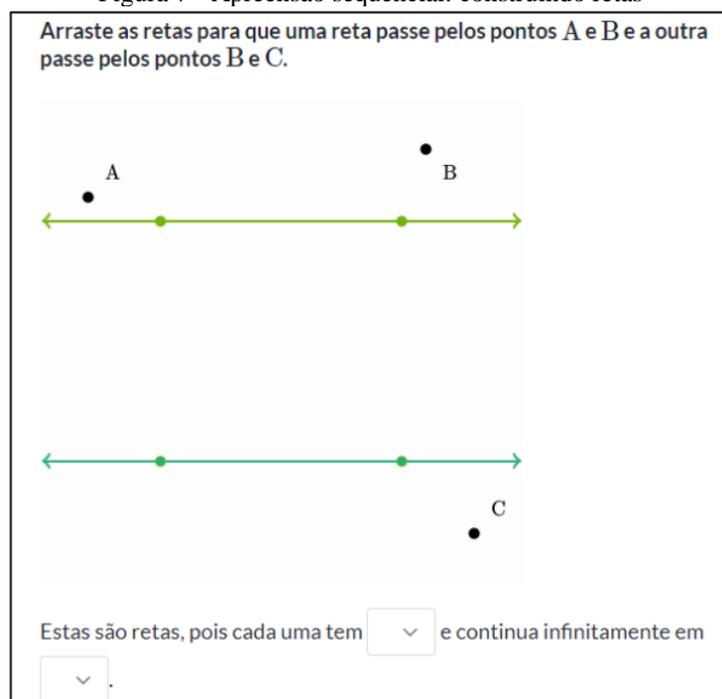
Figura 6 - Modificação posicional: Rotação de um triângulo retângulo



Fonte: elaboração própria.

Por fim, a apreensão sequencial está relacionada à ordem de construção de uma figura, a qual é influenciada não somente pelas propriedades matemáticas da figura em questão, mas também pelas exigências técnicas dos instrumentos empregados (Duval, 1994). De acordo com Duval (2012, p. 120), “a apreensão sequencial é requisitada de forma explícita em tarefas de construção ou descrição, visando reproduzir uma figura específica”, conforme exemplo de atividade na Figura 7.

Figura 7 - Apreensão sequencial: construindo retas



Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

De acordo com Duval (2004), as possibilidades de modificações nas figuras geométricas estão relacionadas às próprias figuras, as quais permitem uma visualização mais ampla do que a indicada pelo enunciado, demandando uma abordagem de abdução, que consiste em deixar de lado outras formas de visualização para se concentrar na visualização requerida em cada situação. Segundo o autor, as operações de modificação figural não se baseiam em conceitos, mas sim em critérios semióticos e perceptivos da organização de unidades figurais elementares. Essa diversidade é o que confere riqueza e complexidade heurística ao registro das figuras geométricas (Duval, 2004).

4. METODOLOGIA

A criação do Livro Digital foi iniciada com uma análise de livros didáticos de Geometria para o 6º ano do Ensino Fundamental. Este processo permitiu identificar lacunas e limitações nos materiais existentes. Além disso, para garantir a aderência às diretrizes educacionais contemporâneas, foram estudadas as orientações da BNCC, identificando habilidades e competências relacionadas ao conteúdo de Geometria para essa fase.

O Livro Digital resultante foi organizado em sequências didáticas disponibilizadas no ambiente "Livro" da plataforma GeoGebra. Cada sequência contém folhas de trabalho virtuais com textos, imagens, vídeos explicativos e exercícios práticos, visando proporcionar

uma experiência de aprendizado rica e variada para estimular o interesse dos alunos e promover a compreensão dos conceitos geométricos.

Além disso, o Livro Digital foi dividido em duas partes. A primeira parte apresenta orientações técnicas sobre o uso da plataforma, subdividida em 7 subcapítulos: Contas de Alunos, Professor, Pais e Filhos; Recomendação de Atividades; Executando as Atividades; Utilizando o Celular para as Atividades; Análise de Relatórios; Relatório de Progresso do Painel do Professor; e Pontos, Medalhas e Avatares.

Já a segunda parte é organizada com 7 Sequências Didáticas, que possuem Planos de Aula contendo o Componente Curricular; Ano/Série; Unidade Temática; Objeto de Conhecimento; Habilidades; Conteúdos; e Objetivos. São sequências para aulas de 45 minutos de duração. A metodologia da aula é composta por textos explicativos, imagens, vídeos e exercícios.

O método de pesquisa selecionado para este estudo é a Intervenção Pedagógica, uma abordagem que implica o planejamento e a implementação de intervenções intencionais no contexto educacional, com o objetivo de promover mudanças específicas e avaliar seus impactos (Damiani *et al.*, 2013).

A pesquisa contou com a participação de 26 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental da Escola de Educação Básica Pedro Américo, os quais participaram de 7 aulas presenciais com duração de 45 minutos cada. No primeiro encontro, a professora/pesquisadora apresentou e explicou a proposta da pesquisa. Antes de utilizar o Livro Digital, os alunos realizaram uma atividade em folhas impressas para identificar conhecimentos prévios e possíveis dificuldades.

A implementação das intervenções ocorreu com a utilização do Livro Digital e incluiu a recomendação de atividades específicas para os estudantes. Para tanto, foram criadas turmas virtuais, e os alunos foram integrados à plataforma *Khan Academy*, na qual puderam acessar as atividades e exercícios propostos. Os estudantes realizaram as atividades individualmente ou em duplas, com supervisão do professor/pesquisador, tanto pelo acompanhamento por meio da plataforma quanto presencialmente na sala de informática. O docente interagiu com os alunos e forneceu explicações durante a execução das atividades.

O método de avaliação da intervenção, no que tange aos procedimentos e instrumentos, foi cuidadosamente selecionado para coletar dados e avaliar os efeitos da intervenção pedagógica. Para tanto, foram coletados dados a partir das atividades realizadas pelos estudantes na plataforma *Khan Academy*, além de gravações das telas dos alunos enquanto

interagiam com a plataforma, registrando suas respostas e reações. Na análise dos dados, buscou-se avaliar os seguintes pontos:

- Eficácia dos vídeos da *Khan Academy*;
- Manifestação da teoria dos Registros de Representação Semiótica;
- Compreensão dos enunciados dos exercícios e das dicas da plataforma *Khan Academy*;
- Impacto dos elementos de *gamificação*;
- Utilidade das sequências didáticas do livro digital.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

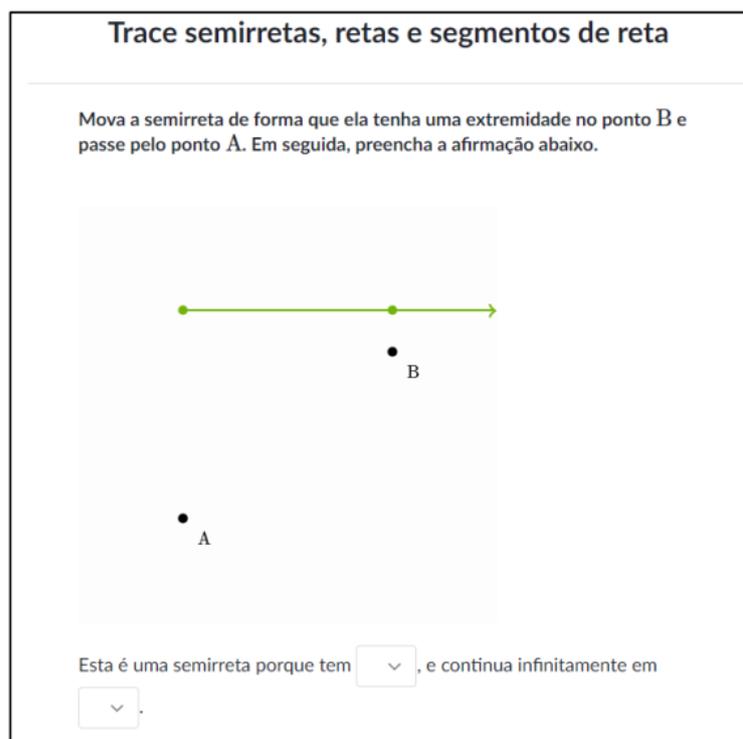
Para acompanhamento dos resultados, dentre os 26 alunos que utilizaram o Livro Digital, foram selecionadas três duplas: MR, GC e AP. A escolha de tais duplas se deu pelo fato de terem se destacado pelos debates realizados na resolução das questões, oferecendo uma variada gama de comentários e respostas para a análise em foco. Esse destaque proporcionou uma visão abrangente do impacto do livro na autonomia dos estudantes e em seu engajamento com o conteúdo.

Nesta seção, são apresentadas as aulas que resultaram em análises mais aprofundadas e nas quais pode-se perceber a utilização das apreensões por parte dos alunos.

Aula 1

A atividade da Aula 1 (Figura 8) envolveu o traçado de semirretas, retas e segmentos de retas, na qual os alunos tinham a tarefa de mover a semirreta e ligar os pontos A e B, garantindo que a extremidade estivesse no ponto B e que passasse pelo ponto A. Ao final da atividade, os alunos ainda precisaram completar uma resposta discursiva sobre a definição de semirreta, a fim de mostrar sua compreensão do conceito por meio da prática e da reflexão.

Figura 8 - Atividade proposta na Aula 1



Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Na atividade, os estudantes M e R foram desafiados a usar o *applet* para traçar uma semirreta, o que envolveu a conversão entre os diferentes registros de representação. Isso exigiu que os alunos manipulassem a representação figuras e a associassem ao registro linguístico. Nesta situação, observou-se na dupla MR indícios das apreensões operatória e sequencial. A manipulação da semirreta através do *applet* está relacionada à apreensão operatória posicional, pois os alunos precisaram movimentar a semirreta e ligar os pontos A e B.

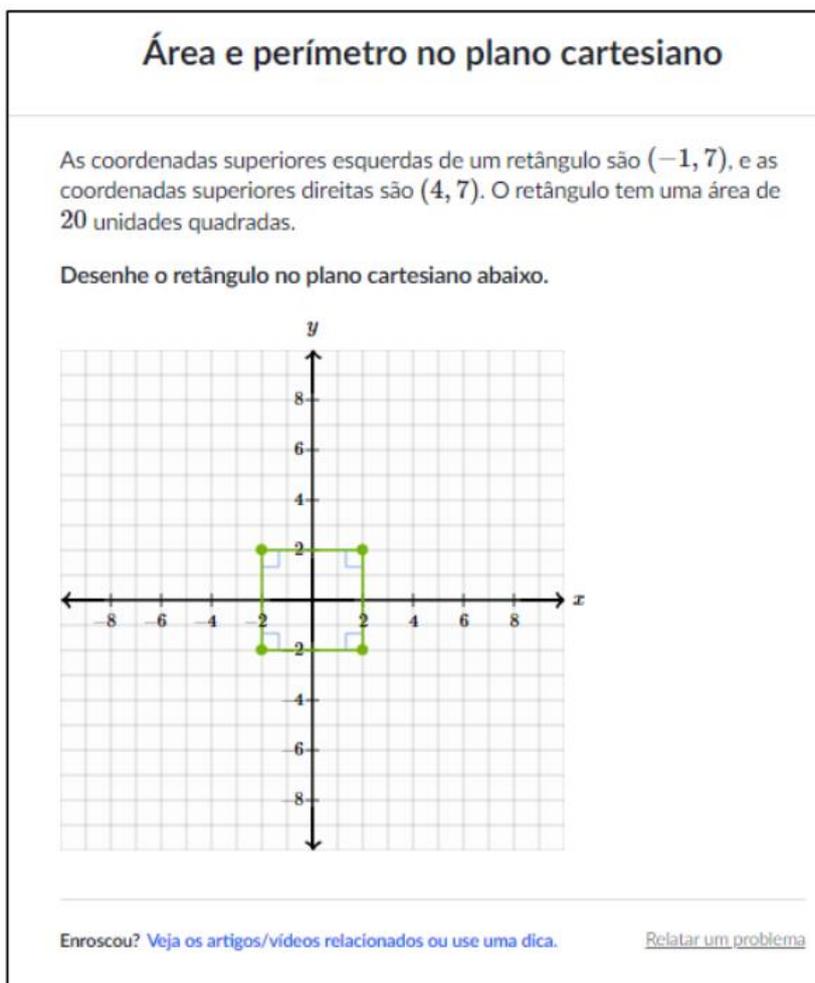
Os alunos M e R acertaram a resposta da atividade na primeira tentativa. Dessa forma, a plataforma *Khan Academy* forneceu um retorno positivo, permitindo que eles prosseguissem com as atividades. Os alunos C e G também obtiveram um bom desempenho nesta atividade, não demonstrando dúvidas na interpretação do recurso discursivo e figural, acertando a resposta, também, na primeira tentativa.

Ambas as duplas conseguiram, ainda, completar a resposta discursiva corretamente. Desta forma, demonstraram domínio da apreensão discursiva, pois, não somente compreenderam o enunciado da pergunta, como também puderam explicar os conceitos utilizados.

Aula 3

Na Aula 3, as alunas C e G foram solicitadas a marcar as coordenadas superior esquerda $(-1,7)$ e superior direita $(4,7)$ de um retângulo (Figura 9). Também foram informadas que o retângulo tem uma área de 20 unidades quadradas. Nesta atividade, depararam-se com a apreensão operatória posicional, pois puderam manipular o *applet* no plano cartesiano para marcar as coordenadas solicitadas no registro discursivo da atividade.

Figura 9 - Atividade proposta na Aula 3



Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

A dupla CG conseguiu, inicialmente, demarcar as coordenadas exigidas, demonstrando domínio da apreensão posicional. Na sequência, para conseguir montar o retângulo, levando em consideração as coordenadas superiores, os estudantes foram contando os quadrados de cinco em cinco (distância entre as coordenadas superiores já estabelecidas), até chegarem nos 20 quadrados de área solicitados. Assim, obtiveram as

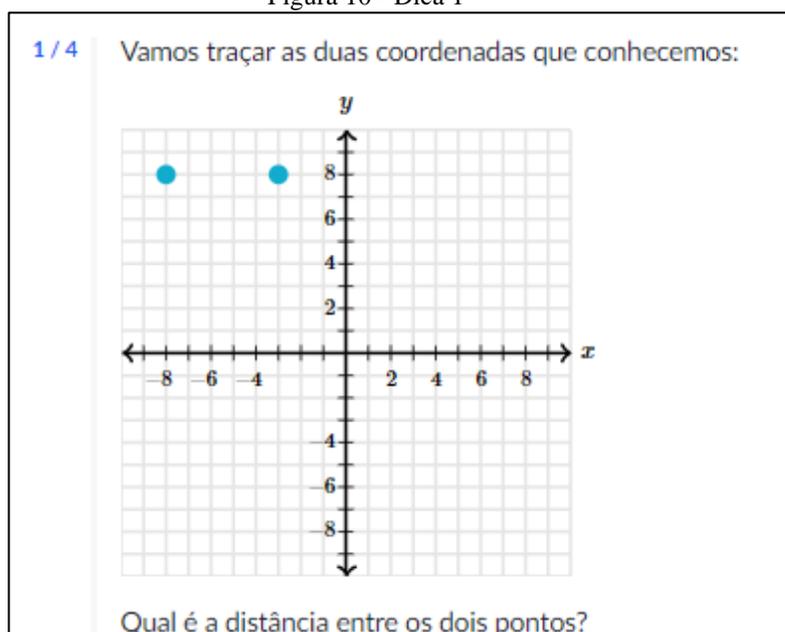
coordenadas inferiores e demonstraram conhecimento de habilidades relacionadas à apreensão sequencial, de formação de figuras.

Os alunos M e R receberam outro exercício sobre o mesmo tema, "Área e perímetro no plano cartesiano". A tarefa envolveu a localização das coordenadas do retângulo, com as coordenadas superiores sendo $(-8,8)$ e $(-3,8)$, de maneira análoga à Figura 3. O retângulo tem uma área de 15 unidades quadradas e solicitou-se o desenho do retângulo no plano cartesiano. Esta atividade requereu a conversão do registro linguístico para o registro figural, afinal, os estudantes tinham a descrição de como elaborar o retângulo e precisaram utilizar do *applet* para representar o que foi solicitado em uma ilustração.

Ao observarem a descrição da atividade e o gráfico, M e R, contudo, interpretaram que deveriam apenas marcar os pontos isolados no gráfico, mas ao clicarem no botão de confirmar, perceberam que a resposta estava incorreta, demonstrando a dificuldade em fazer a conversão, pois não conseguiam localizar as coordenadas no plano cartesiano a partir dos pares ordenados. Desta forma, marcaram isoladamente os números -8 , 8 , -3 e 8 nos eixos x e y , sem conseguirem fazer dos pares as coordenadas superiores.

Diante das dificuldades encontradas ao tentar solucionar a atividade, os alunos optaram por solicitar uma dica para auxiliá-los no processo (Figura 10). Ao recorrer às dicas oferecidas, os alunos perceberam que estas são progressivas, ou seja, destinadas a orientar progressivamente os estudantes na resolução do problema.

Figura 10 - Dica 1



Fonte: Plataforma *Khan Academy*

Inicialmente, tentaram aplicar a primeira dica, porém, sem obter sucesso na resolução da atividade. Diante disso, reconhecendo a necessidade de mais orientação, pediram a segunda, a terceira e a quarta dicas, na tentativa de avançar na compreensão do problema e encontrar a solução adequada. Mesmo após recorrer a essas orientações adicionais, os alunos ainda encontravam dificuldades na resolução da atividade.

A principal hipótese para esta situação é a de que os alunos não sabiam como utilizar os eixos x e y para identificar coordenadas e também não lembravam como determinar a área de um retângulo. Neste sentido, depreende-se que a primeira dificuldade foi referente à compreensão discursiva, isto é, a compreender o que deveria ser feito – considerando que a primeira tentativa feita por eles foi apenas de marcação dos pontos isolados. Na sequência, partindo do obstáculo inicial de leitura da atividade, a representação visual da primeira dica não foi suficiente para elucidar qual era a tarefa pedida, nem como deveria ser realizada a utilização dos pontos em pares para encontrar as coordenadas solicitadas. Além da dificuldade com o registro visual, ficam evidentes as falhas nas apreensões posicionais e sequenciais, bem como a não-compreensão acerca do conceito de área e do cálculo realizado para tal. Os estudantes apresentaram confusão quanto aos pontos demarcados pela dica 1, pois não compreenderam o sistema de coordenadas entre os eixos x e y – o que indica falha na apreensão posicional. Ainda, não montaram a figura de um retângulo a partir das dicas que receberam, não dando sequência ao proposto – o que estaria relacionado à apreensão sequencial.

Aula 4

Nesta aula, a dupla CG precisou identificar o número de vértices de uma figura (Figura 11), realizando a transição do registro figural para o discursivo. Durante a análise do áudio gravado, foi observada a manifestação dos alunos em relação à necessidade de uma figura interativa, a qual pudessem manipular usando um *applet*. Esse aspecto caracterizaria a apreensão operatória posicional, como definida por Duval, que está relacionada às modificações e rearranjos que uma figura possibilita e às percepções geradas por essas mudanças.

Figura 11 - Atividade proposta na Aula 4: contando vértices

Identifique partes de formas 3D

Quantos vértices a forma a seguir tem?



Conteúdo relacionado


3:47

Contar faces e arestas de formas 3D

Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Na atividade seguinte, do mesmo conteúdo, a gravação de áudio revela que uma das alunas expressou preocupação, questionando como poderiam responder sem a figura, pois o exercício contava apenas com a descrição da forma geométrica (Figura 12); a outra aluna admitiu não reconhecer a forma em questão. Assim observa-se a necessidade das estudantes em converter informações do registro linguístico para o figural.

Figura 12 - Atividade proposta na Aula 4: contando arestas

Tipos de pirâmides

Quantas arestas possui uma pirâmide de base triangular?

arestas

Enroscou? [Usar uma dica.](#) [Relatar um problema](#)

Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Em seguida, surgiu a dúvida sobre como contar as arestas na figura, o que caracteriza a apreensão perceptiva, podendo também estar associada à apreensão operatória posicional, caso pudessem manipular a figura através de um *applet*. Diante da dificuldade, decidiram buscar ajuda da professora, que as lembrou sobre a opção de solicitar dicas progressivas

disponíveis na plataforma. Com o auxílio de duas dicas, elas conseguiram identificar a figura da pirâmide de base triangular, contar as arestas e responder corretamente à pergunta. Entretanto, é notável que conseguiram obter êxito após visualizarem a imagem na tela, demonstrando dificuldade em transpor a descrição da figura para a sua visualização.

A Dupla AP enfrentou a mesma dúvida, uma vez que as atividades apresentam o discurso, mas não a figura correspondente. Nestes casos, os alunos precisaram realizar a conversão do registro discursivo para o figural, imaginando e visualizando mentalmente as arestas da figura, tendo por base as informações que estão descritas na pergunta apresentada. AP também precisou visualizar a forma na tela, conseguindo responder à pergunta após a segunda dica oferecida pela plataforma.

Aula 7

Na atividade desta aula (Figura 13), os alunos A e P precisaram identificar as figuras planas e semelhantes em situações de ampliação e redução, o que caracteriza a apreensão operatória mereológica. Os alunos não tiveram dificuldades na compreensão do enunciado; eles simplesmente leram e releeram as alternativas algumas vezes, discutiram entre si e descartaram as opções incorretas.

Figura 13 - Atividade proposta na Aula 7

Identificar figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução

Observe as figuras abaixo:

Figura 1	Figura 2
	

Assinale a alternativa correta.

Escolha 1 resposta:

- (A) A figura 2 é a redução da figura 1
- (B) A figura 2 é a ampliação da figura 1
- (C) A figura 1 é a redução da figura 2
- (D) A figura 1 é igual à figura 2

Fonte: Plataforma *Khan Academy*.

Ao longo de todas as atividades desta sequência, as duplas CG e MR apresentaram respostas semelhantes às da dupla AP. Eles dedicaram tempo para discussões detalhadas, leram e releeram atentamente as alternativas a fim de responder corretamente. Desta forma,

foi possível perceber que a apreensão mereológica é uma das mais desenvolvidas pelos estudantes. A comparação entre os tamanhos das imagens não demonstrou ser um obstáculo para os alunos, sendo, pelo contrário, a de maior facilidade para resolução.

Foi possível também perceber que os estudantes, nesta última aula, já acostumados ao uso da plataforma *Khan Academy* e à realização das atividades, demonstraram maior conforto. Este também pode ser um fator relevante para a tranquilidade da turma quanto à realização das atividades propostas.

Discussão

As análises principais se concentraram nas gravações de tela de algumas duplas de estudantes. No entanto, também foram utilizados outros dados obtidos através dos arquivos armazenados na plataforma *Khan Academy* e do diário de bordo. Estas informações também revelaram que os alunos, ao interagirem em duplas, demonstravam estar motivados para o desenvolvimento das atividades propostas.

Durante a aplicação, foi observado que as atividades com *applets* incentivaram os estudantes a se engajarem no processo de aprendizagem, assim como aquelas com figuras e gráficos. Já nas atividades que envolviam reflexões e não incluíam figuras, foi percebido um maior questionamento por parte das duplas. Além disso, ao oferecer atividades com alternativas para resposta, foi notado que os estudantes se sentiam mais tranquilos para responder, do que quando precisavam dar uma resposta aberta.

Em relação aos elementos de *gamificação* na plataforma, como medalhas, pontos e avatares, não nos pareceu que eles de fato contribuíram para motivar os estudantes durante as atividades. O que mais engajou os estudantes foi a “estrela” no *feedback* positivo das respostas.

Vale ressaltar que, embora escolhidas três duplas para análise neste artigo, de forma geral, a turma obteve um desempenho regular. Neste sentido, foi possível notar que o livro contribuiu para a autonomia dos estudantes. Em alguns momentos, os alunos pulavam a etapa do vídeo e, posteriormente, demonstravam insegurança ao ler a atividade. Algumas duplas, ao descobrirem que a dica era progressiva e revelava a resposta no final, passaram a utilizar essa estratégia em todas as atividades. Esta “tática”, contudo, logo foi “barrada” pela *gamificação* da plataforma, pois os estudantes perceberam que quanto mais dicas utilizavam, menores eram as pontuações que recebiam. Por outro lado, muitas duplas não apenas faziam perguntas como: "O que precisamos fazer?", como também chamavam a professora para

tirar dúvidas e pedir ajuda. Nesse ponto, a professora/pesquisadora explicava o procedimento aos estudantes.

Após assistir aos vídeos sugeridos na plataforma *Khan Academy*, os estudantes conseguiam responder aos exercícios solicitados com facilidade e compreensão, demonstrando a eficácia dos vídeos como ferramenta de aprendizagem. As explicações apresentadas nos vídeos da *Khan Academy* contemplam as recomendações da teoria dos registros de representações semióticas de Duval, proporcionando diferentes formas de representação do conteúdo, o que influencia positivamente a compreensão dos estudantes. As diferentes apreensões se manifestaram nas tarefas desenvolvidas pelos estudantes, evidenciando a influência positiva da variedade de representações.

Os enunciados dos exercícios sugeridos foram compreendidos pelos estudantes, e as dicas oferecidas na plataforma contribuíram para a resolução dos exercícios. Isso demonstra que as orientações fornecidas são úteis para o processo de aprendizagem. As sequências didáticas propostas no livro digital contribuíram significativamente para auxiliar o trabalho do professor na utilização da plataforma *Khan Academy*, fornecendo orientações claras e recursos complementares para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o livro digital pôde ser utilizado com os estudantes conforme planejado. No entanto, foram encontrados desafios relacionados à falta de familiaridade dos alunos com o uso do computador, o que gerou insegurança e dificuldade em assumir autonomia na navegação pelo conteúdo digital. Além disso, a adaptação ao ambiente digital demandou tempo e esforço por parte dos estudantes, impactando inicialmente a fluidez do processo de aprendizagem.

É importante mencionar que, embora o foco esteja nas contribuições do livro digital que produzimos, também foram identificadas limitações e áreas que precisam de aprimoramento. Entre essas questões, destaca-se a necessidade de melhorar a interatividade do conteúdo, oferecer suporte para diferentes níveis de habilidade tecnológica dos alunos e aprimorar a acessibilidade para garantir uma experiência inclusiva a todos os estudantes.

Por fim, ressalta-se a importância e a necessidade de desenvolver mais livros digitais de Matemática, que possam servir como ferramenta de apoio tanto para os professores quanto para os alunos em sala de aula. Acredita-se que isso contribuirá para o ensino da Matemática, promovendo aulas mais dinâmicas e reflexivas, com estudantes engajados,

autônomos e protagonistas de seu próprio aprendizado. Espera-se que este trabalho possa inspirar a criação de mais livros digitais e o aprimoramento do ensino de Matemática.

REFERÊNCIAS

- AFLITOS, O. L. D., *et al.* Khan Academy: uma ferramenta gamificada em ensino e aprendizagem de matemática. **Revista Areté**, v. 10, n. 20, p. 162-178, 2018.
- BACICH, L.; MORAN, J.. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.
- BARBOSA, F.E.; PONTES, M.M.; CASTRO, J.B.. A utilização da gamificação aliada às tecnologias digitais no ensino da matemática: um panorama de pesquisas brasileiras. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 3, p. 1593-1611, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- COQUEIRO, L. F. **O uso da plataforma khan academy como facilitador no processo de ensino-aprendizagem da matemática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2021.
- DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DANTAS, A.S. A formação inicial do professor para o uso das tecnologias de comunicação e informação. **Holos**, v. 01, p. 13/26, 2005.
- DUVAL, R. Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique. **Repères IREM**, n. 17, p. 121-138, 1994.
- DUVAL, R.. Registros de representação semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica**. Campinas, São Paulo: Papyrus, 2003. p. 11- 33.
- DUVAL, R.. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Tradução Myriam Vega Restrepo. Santiago de Cali: Ed. Peter Lang, 2004.
- DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- DUVAL, R. **Ver e Ensinar a Matemática de outra forma: Entrar no modo matemático de pensar os registros de representações semióticas**. São Paulo: PROEM, 2011. v. 1.
- DUVAL, R.. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 07, n. 2, p.266-297, 2012.
- EISERMANN, J. I.; SCHULZ, J. A. T. Khan Academy: tecnologia favorável à aprendizagem matemática. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 5, n. 2, p. 186-200, 2018.
- GOMES, S. I. A. R. **O Papel da Plataforma Khan Academy na Aprendizagem da Matemática**. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

- LEAL, M. R.. **Percepções de licenciandos a respeito da criatividade em Matemática no campo da Geometria**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília 2023.
- MASOLA, W. de J.; ALLEVATO, N.. **Matemática: o “calcanhar de Aquiles” de alunos ingressantes na Educação Superior**. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2014.
- MASOLA, W. de J.; ALLEVATO, N.. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 2, n. 1, p. 64-74, 2016.
- MASOLA, W. de J.; ALLEVATO, N. Dificuldades de aprendizagem matemática: algumas reflexões. **Educação Matemática Debate**, v. 3, n. 7, p. 52-67, 2019.
- MORAN, J. M.. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Papirus Editora, 2000.
- OTOBELLI, E. S., *et al.* O uso da plataforma Khan Academy como uma proposta diferenciada no ensino da Matemática. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 03, n. 06, p. 21-27, 2018.
- PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L.. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 38, João Pessoa (PB), 2018.
- PINTO, J. C.. **Khan academy matemática no processo de ensino e aprendizagem: limites e possibilidades**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- PONTE, J. P. da. O início da carreira profissional de professores de Matemática e Ciências. **Revista de Educação**, v. 10, n. 01, p. 31-46, 2001.
- SANTOS, Y. B. D. F. **A plataforma Khan Academy e suas contribuições para a aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.
- SOUSA, L. de F. F. **Um estudo sobre possíveis causas do desinteresse dos alunos na disciplina de matemática no ensino médio**. 2023.
- TORRES, R. G. **Livro dinâmico de geometria espacial na plataforma GeoGebra para o ensino de prismas e pirâmides**. 2023. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2023.
- VAZ, R. F. N.; NASSER, L.; LIMA, D. de O.. Avaliar para aprender: um ato de insubordinação criativa. **Revista @mbienteeducação**, v. 14, n. 1, p. 214-243, 2021.

NOTAS DA OBRA

TÍTULO DA OBRA

Explorando a Teoria Semiótica de Duval nas aulas de Geometria do Khan Academy

Yana Cameron Vieira da Rosa

Pós-Graduação

Santa Catarina, Agrolândia, Brasil

Yana_cameron@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8938-2508>

Jorge Cássio Costa Nóbriga

Doutorado

Santa Catarina, Blumenau, Brasil

j.cassio@ufsc.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5745-6610>

Endereço de correspondência do principal autor

Rua dos Pioneiros, 27, 88420-000, Agrolândia, SC, Brasil.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: ROSA, Yana Cameron Vieira.

Coleta de dados: ROSA, Yana Cameron Vieira.

Análise de dados: ROSA, Yana Cameron Vieira.

Discussão dos resultados: ROSA, Yana Cameron Vieira.

Revisão e aprovação: ROSA, Yana Cameron Vieira.

Caso necessário veja outros papéis em: <https://casrai.org/credit/>

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Número do parecer: 6.485.877, data: 06/11/2023.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à **Recem** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Sociedade Brasileira de Educação Matemática, Regional de Santa Catarina (SBEM/SC). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL

Editor-Chefe:

Dr. Julio Faria Correa

Assistentes de Editoração:

Msc. Eduardo Sabel

Msc. Lucilene Dal Medico Baerle

Msc. Adriano Moser