



### ESTÉTICAS SENSORIAIS E NÃO SENSORIAIS PARA DIVULGAR A MATEMÁTICA

Marcos Henrique de Paula Dias da Silva<sup>1</sup> – Unicamp

#### Resumo:

Uma pergunta comum nas aulas de matemática, especialmente quando novos conceitos são apresentados, é: “Quando isso será utilizado na vida real?” A resposta esperada geralmente envolve a explicação de algum fenômeno físico no qual essa propriedade, ou uma derivação dela, é aplicada. O projeto “Desafios de Matemática da Unicamp” foi inicialmente concebido com o objetivo de ajudar os estudantes a desenvolver habilidades matemáticas necessárias em avaliações curriculares. As composições de formas geométricas coloridas foram percebidas como um alívio para a tarefa de realizar os cálculos necessários para resolver cada desafio. No entanto, ao longo do tempo, percebemos que era possível atribuir significados e sentidos às combinações de formas e cores, criando assim estéticas sensoriais relacionadas aos desafios. Da mesma forma, o crescimento do projeto e a interação com o público destacaram as estruturas de resolução dos desafios. Isso nos fez perceber que havia uma estética não sensorial relacionada à apreciação das soluções, baseada em qualidades como simplicidade, engenhosidade e relações geométricas e algébricas. Esses aspectos foram percebidos por meio da interação com o público, que compartilha e interage por meio de comentários nos canais em que o projeto é divulgado, fornecendo resoluções, questionamentos e dúvidas. Dessa forma, ambas as estéticas identificadas são consideradas motores para promover a divulgação da matemática e o engajamento nas redes sociais.

**Palavras-chave:** Redes sociais. Divulgação da matemática. Estética sensorial. Estética não sensorial. Desafios de Matemática.

#### Abstract:

A common question in math classes, especially when introducing new concepts, is: “When will this be used in real life?” The expected answer usually involves explaining a physical phenomenon in which this property, or a derivation of it, is applied. The “Desafios de Matemática da Unicamp” project was initially conceived with the goal of helping students develop the mathematical skills necessary for curriculum assessments. The compositions of colorful geometric shapes were perceived as a relief from the task of performing the necessary calculations to solve each challenge. However, over time, we realized that it was possible to attribute meanings and significance to the combinations of shapes and colors, thus creating sensory aesthetics related to the challenges. Similarly, the project's growth and interaction with the audience highlighted the resolution structures of the challenges. This made us realize that there was a non-sensory aesthetic related to the appreciation of solutions, based on qualities such as simplicity, ingenuity, and geometric and algebraic relationships. These aspects were perceived through interaction with the audience, who share and engage through comments on the channels where the project is disseminated, providing resolutions, questions, and doubts. In this way, both identified aesthetics are considered drivers for promoting the dissemination of mathematics and engagement on social media platforms.

**Keywords:** Social media. Dissemination of mathematics. Sensory aesthetics. Non-sensory aesthetics. Math Challenges.

---

<sup>1</sup>Licenciado em Matemática pela USP (2015), Mestre e Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela UNESP (2018) e Unicamp (2023) respectivamente, e docente do IFRJ, e-mail: [arrasta.o.x@gmail.com](mailto:arrasta.o.x@gmail.com).



### 1. Introdução

Neste artigo, estendemos as reflexões do resumo homônimo apresentado na 9ª edição do Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura (Silva, 2022), levando em consideração as discussões realizadas durante o evento. Iniciaremos a discussão abordando o termo “estética”, que deriva da palavra grega “aisthesis” e significa “a capacidade de sentir o mundo” (Almeida, 2015, p. 134). Embora o verbo “sentir” pareça estar associado aos órgãos sensoriais, como é sugerido pela primeira definição do dicionário Michaelis online, que é “perceber por meio de qualquer um dos órgãos dos sentidos”, ele também pode ter uma conotação não sensorial, conforme a segunda definição do mesmo dicionário: “experimentar uma sensação física no corpo ou na mente”.

A ideia de um “sentir” que não dependa dos órgãos sensoriais pode ser um conceito complexo de aceitar ou até mesmo suscitar objeções. Embora os sentimentos sejam considerados abstratos e originados internamente, eles podem estar associados a uma combinação de aspectos captados pelos órgãos sensoriais, como aromas, texturas, sensações físicas, sons, formas, cores e outros elementos percebidos sensorialmente. No entanto, a matemática, como uma construção abstrata, surge no domínio do sensorial apenas como representações dos conceitos. Isso fica evidente quando observamos que mesmo uma forma simples como a circunferência, definida como um lugar geométrico dos pontos de um plano que equidistam de um ponto fixo, não existe concretamente no mundo físico, mas é, na verdade, uma representação desse conceito.

### 2. Estéticas matemáticas

Dessa forma, a matemática pode ser vista como um campo do conhecimento capaz de gerar estéticas sensoriais por meio de suas representações, assim como estéticas não sensoriais a partir de seus conceitos. Um exemplo de estética sensorial desenvolvida por meio das representações matemáticas é a exposição “Matemática, Arte e Tecnologia”, composta por 23 quadros criados a partir de funções de uma variável complexa e organizada pelos docentes da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru, Emília de Mendonça Rosa Marques e Aguinaldo Robinson de Souza.

Nessa exposição, a estética está relacionada às formas geradas pelos domínios das funções complexas no plano, representadas em telas bidimensionais que exibem gráficos com mais de duas dimensões. Isso se torna possível porque os autores levaram em consideração não apenas a posição dos pontos no plano (duas dimensões), mas também a

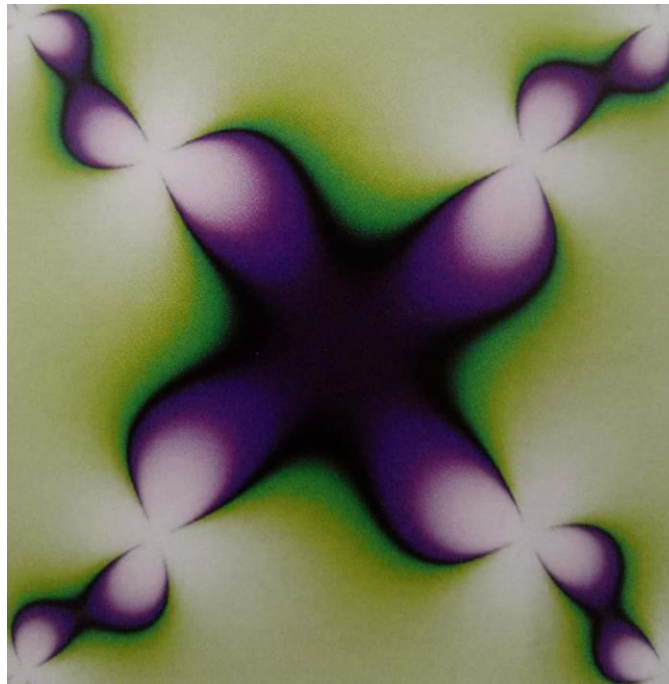


# (Re)ocupar e (re)existir

## 9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

variação de suas cores dentro de um espectro de dimensões adicionais. A Figura 1 apresenta a representação de uma função de variável complexa e sua expressão geradora correspondente.

**Figura 1: Representação de uma função de variável complexa e sua expressão**



$$f(z) = \left[ (1-i) \left( 2 \left( \operatorname{tg}^2 \left( z \left( \frac{1+i}{10} \right) \right)^2 - \operatorname{Im} \left( \operatorname{tg}^2 \left( \frac{1+i}{10} \right) \right)^2 \right) - i \operatorname{Re} \left( \operatorname{tg}^2 \left( z \left( \frac{1+i}{10} \right) \right)^2 \right) \right) \right] - \frac{i}{5}$$

Fonte: <<https://www2.fc.unesp.br/matematicaearte/>>. Acesso em: 16 Fev. 2023

Uma estética não sensorial, como mencionamos anteriormente, está relacionada a aspectos discutidos no livro “Charming Proofs: A Journey into Elegant Mathematics”, de Alsina e Nelsen (2010), no qual são apresentadas diversas qualidades estéticas relacionadas às demonstrações matemáticas, um processo lógico que garante a veracidade de uma afirmação a partir de um conjunto finito de axiomas. Essas características surgem de uma investigação mais aprofundada desse processo lógico, envolvendo refinamento e sofisticação, o que pode torná-lo mais simples, engenhoso ou generalizável. Esse trabalho é chamado por Schattschneider (2006) de “elegância da demonstração” e, como mencionado anteriormente, envolve qualidades não relacionadas aos sentidos.



Um exemplo dessa estética que vai além dos órgãos sensoriais, apresentado no livro de Alsina e Nelsen (2010), é a demonstração da existência de infinitos números primos positivos, conhecido como Teorema de Euclides. Esse resultado recebe esse nome em referência à primeira demonstração registrada, realizada pelo matemático grego Euclides de Alexandria, que viveu no século III a.C. Embora uma nova demonstração não altere o resultado já estabelecido, o desenvolvimento de novas demonstrações é objeto de estudo e apreciação entre os matemáticos. Por exemplo, no século XVIII d.C., o matemático suíço Leonhard Paul Euler apresentou outra demonstração baseada em uma estratégia da teoria dos números, diferente das conhecidas. Além disso, em 1955, o matemático israelense Hillel Fürstenberg publicou uma demonstração desse mesmo resultado, usando um campo diferente da matemática, a topologia. Nessas demonstrações, a estética mencionada não pertence aos campos sensoriais, pois, como mencionado anteriormente, qualquer forma tangível será apenas uma representação do conceito original. Assim, a estética surge independentemente dos órgãos sensoriais, relacionada à compreensão do raciocínio envolvido no argumento da respectiva demonstração.

### **3. Origem do projeto desafios de matemática da Unicamp**

O projeto “Desafios de Matemática da Unicamp” surgiu de maneira orgânica no início do segundo semestre de 2020, como um material didático virtual recém-criado destinado ao ensino remoto de frações para o 7º ano do Ensino Fundamental (Gibim, Silva, 2022). Inicialmente, os desafios eram adaptações de uma atividade conhecida como “fraction-strips” ou tiras de frações, amplamente utilizada por professores de matemática.

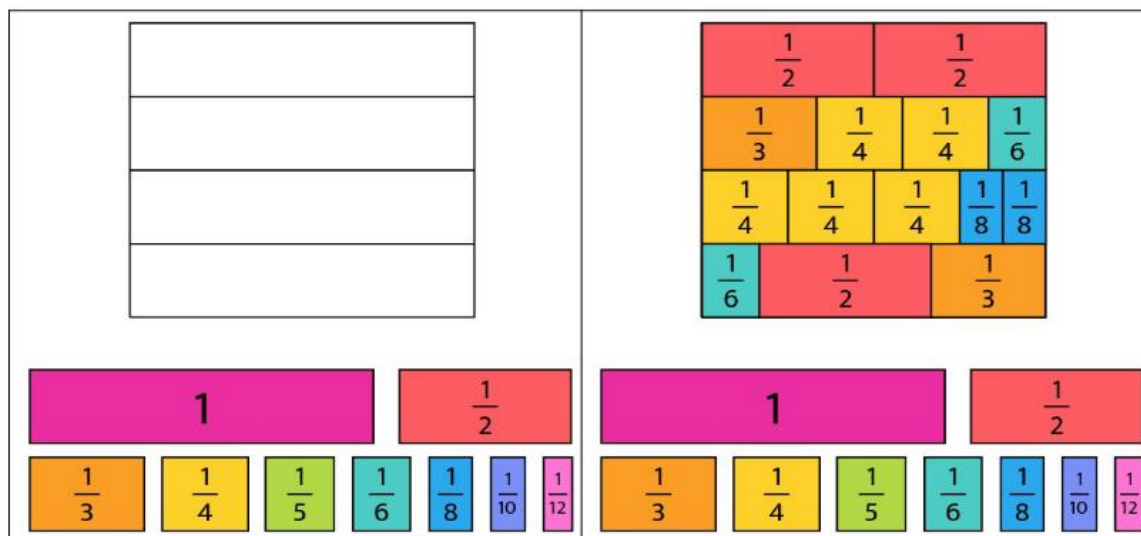
Nas tiras de frações tradicionais, são utilizados retângulos com alturas iguais e cores diferentes, variando de acordo com suas larguras. Os retângulos de uma cor específica correspondem a uma unidade, enquanto os demais representam frações proporcionais a esse valor. A atividade envolve o preenchimento de linhas com esses retângulos, de modo que seja possível visualizar as equivalências entre seus comprimentos e compreender melhor a adição dessas frações, como exemplificado na Figura 2.



# (Re)ocupar e (re)existir

## 9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

Figura 2: Exemplo da atividade Fraction Strips



Fonte: <<https://toytheater.com/fraction-strips/>>. Acesso em: 15 Fev. 2023.

Os pesquisadores (Gibim, Silva, 2022) propuseram adaptar essa atividade, exibindo apenas o valor de um dos retângulos, e desafiaram os estudantes a encontrar a fração correspondente a partir das relações geométricas. Eles estavam interessados em avaliar a interação do público e se o problema apresentado nessa estrutura seria facilmente compreendido.

Essa preocupação surgiu principalmente devido à percepção do material virtual como um artefato no modelo MDA (Mechanics, Dynamics, Aesthetics) de Hunicke, Leblanc e Zubek (2004). Nesse modelo, os desenvolvedores partem de uma mecânica de uso (conceitos de frações), passando para uma dinâmica de interação (a forma como o desafio pode ser resolvido) e chegando a uma estética (a maneira como ele é apresentado ao público). Por outro lado, pressupõe-se que o público siga na direção oposta, atribuindo significados distintos. A estética é percebida como “diversão” ou algo que chame sua atenção, a dinâmica é entendida como a forma de interagir com o objeto e a mecânica são as restrições para atingir o objetivo.

Com base nesses conceitos e intenções, foram desenvolvidos e compartilhados uma série de desafios nessa proposta nas redes sociais universitárias, nas quais os pesquisadores tinham acesso e interação constante. O objetivo era identificar aspectos que pudessem ser corrigidos antes de serem aplicados em uma sala de aula remota com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental. A Figura 3 apresenta os seis primeiros desafios publicados nessas redes sociais.





# (Re)ocupar e (re)existir

## 9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

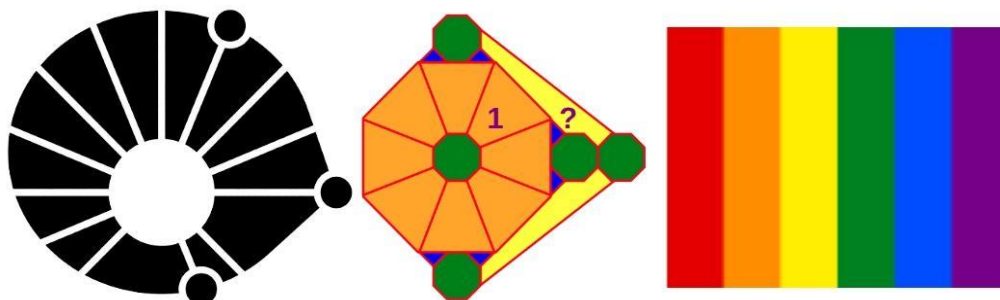
Figura 3: Primeiros desafios de matemática do projeto

Desafio 1	Desafio 2	Desafio 3	Desafio 4	Desafio 5	Desafio 6

Fonte: Gibim e Silva (2022, p. 4)

A resposta positiva da interação dos testes com a rede social frequentada por grande parte do público da instituição levou o projeto a manter uma frequência semanal de publicações, resultando atualmente em mais de 400 desafios disponibilizados. Conforme o perfil dessa rede social permitia, a complexidade dos desafios passou a variar, permitindo explorar situações mais desafiadoras. A longevidade do projeto contribuiu para a formação de sua identidade, resultando no título “Desafios de Matemática da Unicamp”. Além disso, o projeto expandiu sua presença para outros grupos, apresentando um logotipo que, ao mesmo tempo, representa um desafio matemático, faz referência ao logotipo da Unicamp e utiliza as seis cores da bandeira arco-íris para destacar seu apoio ao movimento LGBT. Na Figura 4, é possível observar como o logotipo do projeto, localizado no centro, se relaciona com o logotipo da Unicamp, incorporando as mencionadas cores da bandeira arco-íris.

Figura 4: à esquerda logo da Unicamp, ao centro logo do projeto, à direita bandeira arco-íris



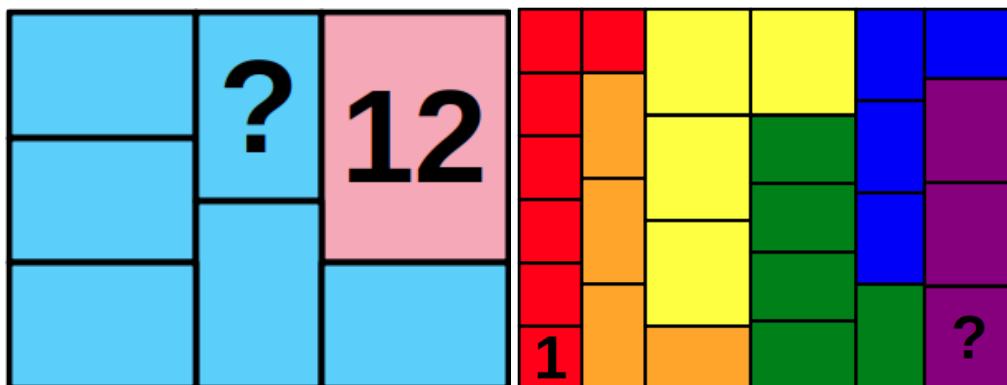
Fonte: elaborado pelo autor



#### 4. Estéticas dos desafios

Nos desafios que se assemelham aos fraction-strips (compostos apenas por retângulos), encontramos uma semelhança com as produções artísticas do período do Neoplasticismo, que valorizava as linhas perpendiculares nas obras de Piet Mondrian. Na Figura 5, apresentamos o desafio 367 à esquerda e o desafio 380 à direita como exemplos dessa semelhança. O desafio 367 faz parte de uma série de 10 desafios (desafios 364 a 374) que utilizam apenas as cores Azul e Rosa, nas mesmas tonalidades da bandeira do movimento trans (HEX: 5BCEFA e F5A9B8, respectivamente), publicados continuamente entre 10 de dezembro de 2022 e 6 de janeiro de 2023. Já o desafio 380 utiliza as 6 cores da bandeira do arco-íris e foi desenvolvido para fazer referência direta à bandeira do arco-íris, servindo como capa para a página deste projeto nas redes sociais.

Figura 5: à esquerda o desafio 367, à direita o desafio 380.



Fonte: elaborado pelo autor

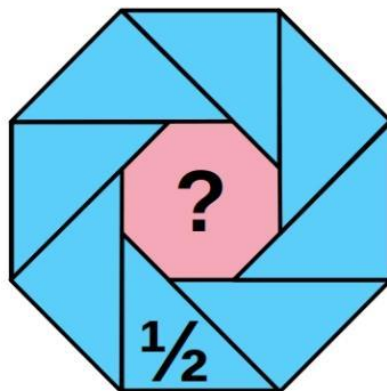
Embora os desafios matemáticos possuam semelhanças estéticas com as produções artísticas do Neoplasticismo, sua principal finalidade é ilustrar problemas matemáticos com soluções objetivas. Apesar de parecer uma limitação criativa, essa característica cria uma estética não sensorial nos desafios, que encoraja a interação e discussão entre os usuários, compartilhando soluções e explorando diferentes abordagens para o mesmo problema. Esse elemento de apreciação está diretamente ligado ao raciocínio e uso das propriedades matemáticas, como ilustrado no desafio 373, exibido na Figura 6.



# (Re)ocupar e (re)existir

## 9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

Figura 6: desafio 373



Regiões de mesma cor são congruentes;

Cada região azul é um triângulo retângulo isósceles de área  $1/2$ ;

Determine a área da região rosa.

Fonte: elaborado pelo autor

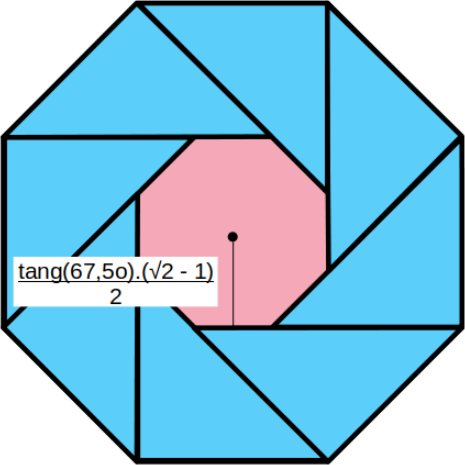
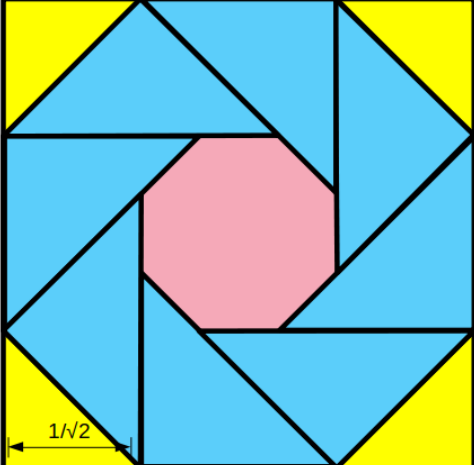
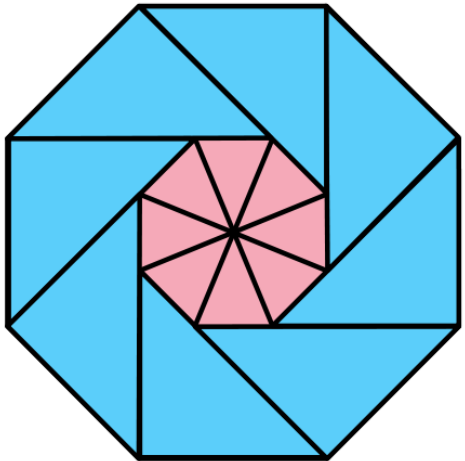
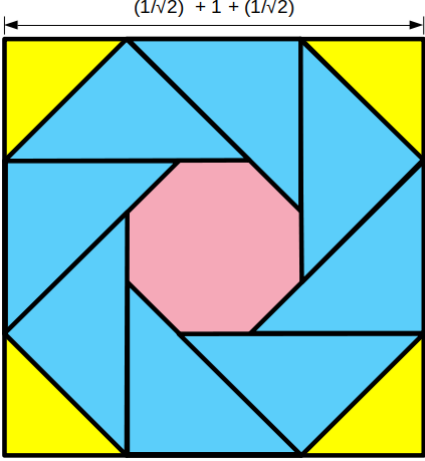
A estética visual do desafio é definida pela disposição rotacionada de oito triângulos retângulos isósceles, formando um octógono regular no centro. No entanto, a estética não sensorial desse desafio reside na capacidade de descobrir a área da região rosa, seja através de um cálculo direto ou indireto, como exemplificado no Quadro 1.

Quadro 1: Comparação das resoluções direta e indireta para o desafio 373.

Começamos descobrindo a medida do cateto e da hipotenusa de um triângulo retângulo.	
Cálculo direto	Cálculo indireto
Com a diferença destes valores obtemos o lado do octógono regular.	Imaginamos quatro triângulos retângulos isósceles de modo que a união de todas as regiões forme um quadrado.
A partir disso e do conhecimento sobre seu ângulo interno, determinamos seu apótema	Determinamos os catetos dos triângulos imaginários





	
<p>Calculamos e somamos a área dos 8 triângulos isósceles que formam o octógono</p>	<p>Calculamos a área do quadrado e subtraímos desse valor, as áreas dos 12 triângulos, o que resta é a área do octógono</p>
	

Fonte: elaborado pelo autor

## 5. Considerações Finais

Ao longo dos anos, o projeto de produzir desafios de matemática e interagir com o público revelou-se um meio eficaz de divulgação matemática, indo além do simples interesse em avaliações. Agora reconhecemos que o próprio desafio é apreciado por sua composição de formas e cores, enquanto as habilidades matemáticas são vistas como um domínio necessário para apreciar os aspectos não sensoriais envolvidos.

Esses fatores só puderam ser observados com o tempo, pois inicialmente tínhamos uma visão ingênua, focando apenas no potencial dos desafios em desenvolver habilidades matemáticas relevantes para avaliações curriculares. Hoje, percebemos que essas estéticas identificadas são impulsionadoras da divulgação da matemática, permitindo o compartilhamento e a discussão das soluções como um tema que atrai públicos diversos.



## 6. Referências

ALMEIDA, R. O mundo, os homens e suas obras: filosofia trágica e pedagogia da escolha. Tese (Livre docência) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/48/tde-15032016-143517/pt-br.php>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ALSINA, C.; NELSEN, R. B. Charming Proofs: A Journey Into Elegant Mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America, 2010.

FÜRSTENBERG, H. On the infinitude of primes. Amer. Math. Monthly, v. 62, p. 353, 1955. Disponível em: <https://www.math.auckland.ac.nz/~gauld/750-05/inftlymanyprimes.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

GIBIM, G. F. B.; SILVA, M. H. P. D. Ensino de frações por meio de desafios visuais. In: Anais do Seminário Nacional de Histórias e Investigações de/em Aulas de Matemática, Campinas (SP), UNICAMP/IFSP, 2022. Disponível em: <http://even3.com.br/anais/viiiishiam/391472/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. MDA: A formal approach to game design and game research. In: Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI, 2004. Disponível em: <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

SCHATTSCHEIDER, D. Beauty and Truth in Mathematics. In: Mathematics and the Aesthetic. New York, NY: Springer, 2006. Série: CMS Books in Mathematics.