



## ARTIGO

**doi** <https://doi.org/10.47207/rbem.v5i1.19572>

### A visualidade no ensino de Geometria no Ensino Médio

**MACIEL, Clara de Mello**

Escola Estadual de Ensino Médio Ruy Barbosa. Mestre em Educação Matemática. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8620-0094>. E-mail: [macielclara2@gmail.com](mailto:macielclara2@gmail.com).

**GRÜTZMANN, Thaís Philipson**

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Doutora em Educação. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6015-1546>. E-mail: [thaisclmd2@gmail.com](mailto:thaisclmd2@gmail.com).

**Resumo:** A pesquisa aqui apresentada é uma síntese da dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas. É uma pesquisa qualitativa e possui como objetivo geral investigar a potencialidade da visualidade na aprendizagem da Geometria, a partir de uma sequência de atividades. A fundamentação teórica está alicerçada nas ideias de Boaler sobre Mentalidades Matemáticas e os aspectos visuais. O público-alvo foi uma turma do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública na cidade de Ijuí-RS. As atividades foram aplicadas nos meses de agosto e setembro de 2021, a partir de uma sequência didática com oito questões. Os dados foram produzidos e coletados por intermédio do Google Formulário e foram analisados a partir da Análise de Conteúdo. A partir das questões definiram-se três categorias: “Imagem necessária”; “Imagem desnecessária” e “Sem imagem”. Como resultados, obteve-se que é necessário trabalhar mais com abordagens da matemática visual, instigando os alunos a um pensamento visual e que a escola é um local potencializador para este tipo de abordagem. Ainda, que é preciso estimular e incentivar os estudantes a desenvolverem uma mentalidade de crescimento em relação a Matemática. Conclui-se que esta abordagem ainda é recente na área do ensino da Matemática, carecendo de novas pesquisas.

**Palavras-chave:** Ensino de Matemática. Mentalidades Matemáticas. Geometria. Ensino Médio.

### Visuality in teaching Geometry in High School

**Abstract:** The research presented here is a synthesis of the dissertation defended in the Postgraduate Program in Mathematics Education at the Institute of Physics and Mathematics at the Federal University of Pelotas. It is a qualitative research and its general objective is to investigate the potential of visuality in learning Geometry, based on a sequence of activities. The theoretical foundation is based on Boaler's ideas about Mathematical Mentalities and visual aspects. The target audience was a 3rd year high school class from a public school in the city of Ijuí-RS. The activities were applied in the months of August and September 2021, based on a didactic sequence with eight questions. The data was produced and collected using Google Form and was analyzed using Content Analysis. Based on the questions, three categories were defined: “Necessary image”; “Unnecessary image” and “No image”. As a result, it was obtained that it is necessary to work more with visual mathematics approaches, encouraging students to think visually and that the school is a place that enhances this type of approach. Furthermore, it is necessary to stimulate and encourage students to develop a growth mindset in relation to Mathematics. It is concluded that this approach is still recent in the area of Mathematics teaching, requiring new research.

**Keywords:** Teaching Mathematics. Mathematical Mindsets. Geometry. High school.

## Visualidade na Enseñanza de la Geometría en la Escuela Secundaria

**Resumen:** La investigación que aquí se presenta es una síntesis de la disertación defendida en el Programa de Posgrado en Educación Matemática del Instituto de Física y Matemática de la Universidad Federal de Pelotas. Es una investigación cualitativa y tiene como objetivo general investigar el potencial de la visualidad en el aprendizaje de la Geometría, a partir de una secuencia de actividades. La fundamentación teórica se basa en las ideas de Boaler sobre Mentalidades Matemáticas y aspectos visuales. El público objetivo fue un curso de 3º año de secundaria de una escuela pública de la ciudad de Ijuí-RS. Las actividades se aplicaron en los meses de agosto y septiembre de 2021, a partir de una secuencia didáctica con ocho preguntas. Los datos se produjeron y recopilaron mediante el formulario de Google y se analizaron mediante análisis de contenido. A partir de las preguntas se definieron tres categorías: “Imagen necesaria”; “Imagen innecesaria” y “Sin imagen”. Como resultado se obtuvo que es necesario trabajar más con enfoques de matemáticas visuales, incentivando a los estudiantes a pensar visualmente y que la escuela es un lugar que potencia este tipo de enfoques. Además, es necesario estimular y animar a los estudiantes a desarrollar una mentalidad de crecimiento en relación con las Matemáticas. Se concluye que este enfoque aún es reciente en el área de la enseñanza de las Matemáticas, requiriendo nuevas investigaciones.

**Palavras-Clave:** Enseñanza de Matemáticas. Mentalidades matemáticas. Geometría. Escuela secundaria.

### Introdução

Este artigo originou-se da dissertação defendida em 2022, no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, vinculado ao Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Percebe-se, cada vez mais na sociedade, o latente valor da educação, e que, através dela, desenvolva-se a criticidade e a reflexão, na busca pelo tornar-se um cidadão de direito. Portanto, a educação é um dos instrumentos que auxilia na formação de indivíduos capazes de exercer cidadania, compreender o contexto e a sociedade, refletir e mudar o meio em que vivem.

Atualmente, a educação é permeada por transformações, seja nos currículos, nas políticas educacionais ou associada às tecnologias que potencializam o ensino. Salientamos a potencialidade das tecnologias no ensino da Matemática, com a intencionalidade de auxiliar o aluno na sua aprendizagem e autonomia.

Igualmente, ao pensar o uso das tecnologias para auxiliar no processo de aprendizagem, é pertinente levar em consideração algumas ideias da neurociência, as quais podem potencializar a aprendizagem, pelo fato de que o cérebro recebe estímulos constantemente e a



memória de trabalho obtém informações do que temos consciência naquele determinado momento. Já a memória de longo prazo encontra-se no córtex cerebral, conecta-se em diferentes possibilidades com o ambiente externo e com os sentidos e também contribui no processo (Boaler, 2018).

Por conseguinte, nosso cérebro absorve as informações novas, e as antigas começam a se conectar. Ressaltamos que, quanto mais se repete o processo, mais fácil fica para transformar a nova informação em aprendizagem, sobretudo, se ela faz parte da nossa memória de longo prazo (Boaler, 2018).

Portanto a utilização de sequências didáticas no ensino de Matemática, voltadas ao estudo de Geometria, não consiste apenas no desenvolvimento de habilidades de cálculo ou resolução de problemas, para a fixação de conceitos, pela memorização ou pela realização de exercícios, mas também em atribuir sentido às ideias matemáticas, tendo em vista estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar.

Para tanto, é importante trabalhar com a visualidade na Educação Matemática, através do uso das mídias e das imagens, no sentido de auxiliar no desenvolvimento visual dos alunos, possibilitando que eles desenvolvam suas capacidades quando trabalhadas em diferentes atividades.

Assim, o presente artigo está estruturado da seguinte forma: após a introdução apresenta-se o referencial teórico base da pesquisa, a metodologia utilizada e a análise dos resultados, a partir das três categorias que emergiram. Por fim, tem-se as considerações finais e as referências.

### **Visualidade: um artifício para o ensino da Matemática**

Num primeiro momento, queremos trazer o conceito do termo visualização, que se relaciona à percepção visual, ao mecanismo físico, e de visualidade, referente à construção desse mecanismo. Como exemplo, o “visual” é dado pelo espaço e a luz projetada nele, sem leitura e interpretação. Já a “visualização” é a capacidade de ler, interpretar e analisar as informações apresentadas (Flores; Wagner; Buratto, 2012).

De acordo com Lima *et al.* (2021), a matemática visual utiliza o raciocínio aliado a precisão e a criatividade, em que o estudante consegue construir distintas maneiras lógicas para

determinar um resultado na resolução de um problema, em que ele utiliza a imagem como recurso, interligando a matemática ao seu cotidiano.

Novaes (2009) aponta que a visualização abre infinitas possibilidades para trabalhar o pensamento matemático e linguístico, pois com uma “vasta possibilidade de exposições visuais, a visualização vem se destacando como área de interesse de muitos pesquisadores em Educação Matemática, que ressaltam sua importância na aprendizagem da matemática” (Novaes, 2009, p. 33). Flores, Wagner e Buratto (2012) apontam que o termo visualidade se preocupa com a aprendizagem, já que aborda os aspectos visuais no ensino e na aprendizagem em Matemática,

[...] problematizando o visual enquanto percepção natural e fisiológica e articula-se com práticas visuais no âmbito da história e da cultura. O tratamento do visual associado a uma prática histórica permite criar atividades que busquem refletir sobre a constituição de nosso olhar moderno, bem como o papel da matemática na formação do olhar (Flores; Wagner; Buratto, 2012, p. 43).

Podem ser analisados os “conceitos de visualidade como estratégia de análise em trabalhos da linha de visualização em Educação Matemática” (Flores; Wagner; Buratto, 2012, p. 42). Desta forma, o uso das mídias e das imagens auxilia no desenvolvimento visual do aluno, isto é, os estudantes possuem a possibilidade de desenvolver a capacidade de visualizar as diferentes atividades na Matemática.

Devemos pensar em novos exercícios de visualização em Educação Matemática, no sentido de compreender e valorizar o visual, com ligações da Matemática e seus domínios, “para acentuar cultura visual e visualidade como estratégia teórica e metodológica e como uma dimensão importante que abrange práticas do olhar na constituição de formas e experiências do olhar em matemática” (Flores, 2010, p. 291).

Por fim, a visualização nas diferentes atividades auxilia em uma das competências previstas na Base Nacional Comum Curricular, a BNCC (Brasil, 2018), na qual os recursos de imagem e vídeo permitem exposições de informações, o que possibilita comunicação e otimização do tempo.

Percebe-se o estigma criado sobre pessoas com habilidade matemáticas, que se banalizou com a ideia de “sou de humanas ou sou de exatas”. Sabe-se, hoje, que temos habilidades e competências diferentes, e que todas têm sua importância na formação humana.

Contudo, os indivíduos não nascem com um tipo de cérebro específico que define se podem ou não entender conteúdos matemáticos. No decorrer do texto, apresenta-se a ideia central de Boaler (2018) sobre o processo da aprendizagem.

Ressalta-se a importância de compreender o processo da aprendizagem para se beneficiar dela, potencializando as aulas, para que elas sejam produtivas e que permitam ao aluno aprender no seu ritmo. Boaler (2018), em suas pesquisas, destaca três fatos que podem acontecer no cérebro ao aprender:

1. Conexão entre os caminhos: trata-se da maneira como o nosso cérebro organiza, ou reorganiza informações para acontecer a aprendizagem.

2. Novo padrão mental: quando aprendemos algo novo, o cérebro cria uma onda, isto é, um caminho muito delicado, porém, se for estimulado algumas vezes, esse caminho se fortalece.

3. Um caminho fortalecido: fortalece o que sabemos e/ou conhecemos. Essa possibilidade se dá pela consolidação do estímulo dessa conexão com os conhecimentos prévios.

A autora traz a ideia de que o cérebro se transforma e cresce ao longo da vida, conforme se pode encontrar no livro: *Mente sem barreiras: as chaves para destravar seu potencial ilimitado de aprendizagem* (Boaler, 2020). Nele, consta que todos possuem capacidade de aprender Matemática, desde que exercitem seus cérebros de maneira adequada.

Para Boaler (2018), a teoria das Mentalidades Matemáticas procura uma abordagem ativa do conhecimento de Matemática, na qual os estudantes veem seu papel como o de compreensão e busca de sentido. É preciso experiências para que se possa articular os conhecimentos (saberes). Por meio da prática, do exercício, consegue-se desenvolver o máximo possível dos quatro lobos cerebrais: frontal, temporal, parietal e occipital. Apresenta-se uma versão resumida das funções dos quatro lobos cerebrais, relacionada ao objetivo da pesquisa:

- Frontal → Responsável por processar, sistematizar e organizar os pensamentos;
- Temporal → Responsável pela audição e por algumas emoções;
- Parietal → Responsável pelo tato, dor, temperatura e sistema gustativo;
- Occipital → Responsável pela visão.

Diante disso, para compreender como os estímulos afetam os sujeitos, bem como os

lobos cerebrais atuam, Boaler (2018) vincula um exemplo ao processo de alfabetização, quando a criança está criando o primeiro contato com a letra e a associação da imagem às letras (psicogênese). Por exemplo, em uma aula para ensinar o alfabeto, pensando na letra “M”, pode-se sugerir que as crianças cheirem uma maçã, criem histórias sobre ela, e, após, degustem a fruta, pois, assim, poderão envolver os quatro lobos cerebrais na aprendizagem da letra “M”.

Esse despertar ocorre pela criança visualizar a maçã, estimulando o lobo occipital, através da formação de imagem. Já pelo parietal, ao pegar a maçã, sentir o cheiro, faz com que estimule o processo de reorganizar o pensamento, logo, lobo frontal. Esse exemplo retrata que o professor pode aproveitar a situação e, a partir dela, instigar os lobos cerebrais para ocorrer processo de aprendizagem na sala de aula.

A autonomia do sujeito dá-se pela potencialização da sua capacidade, isto é, proporcionar ao aluno que supere as suas limitações. Quando a aprendizagem Matemática se dá relacionada a conexões e pistas cerebrais, os alunos são respeitados no seu desenvolvimento.

Para Boaler (2018), a Matemática deve ser vista não apenas como um amontoado de métodos e regras, pois ela é muito mais que isso. E quando os estudantes são incentivados com recursos visuais, eles podem alcançar mais que uma região do cérebro, proporcionando a aprendizagem acontecer com maior compreensão.

No momento em que os alunos veem a Matemática como uma ampla paisagem de quebra-cabeças inexplorados, eles entendem que seu papel é pensar, fazer sentido e crescer. Quando eles percebem que a Matemática é um conjunto de ideias e relações, tudo começa a fazer sentido, assim poderão desenvolver uma mentalidade matemática (Boaler, 2019a).

Então, a mentalidade matemática reflete uma abordagem ativa do conhecimento matemático, em que os alunos precisam compreender o processo e fazer sentido, logo, a mentalidade matemática irá surgir através desta compreensão profunda, possibilitando que um determinado estudo tenha significado (Boaler, 2019b).

Assim, nesta pesquisa, salientamos que uma sequência didática envolvendo diferentes atividades de Matemática, aliada ao conceito de mentalidade matemática, são importantes para a investigação desta matemática visual. Ou seja, o objetivo é investigar a potencialidade da visualidade na aprendizagem da Geometria, a partir de uma sequência de atividades.

## Metodologia

A produção e coleta dos dados ocorreu em dois ambientes, por intermédio das aulas síncronas virtuais e das aulas síncronas presenciais. Além disso, uma ferramenta importante durante o processo foi o *Classroom*, que é um recurso do Google Apps, sendo uma plataforma de aprendizagem virtual, cujo sistema de gerenciamento é voltado às escolas, no sentido de contribuir para a educação, proporcionando uma maior interação entre professor e aluno (Google For Education, 2021).

No *Classroom*, ocorriam as aulas de reforço de Matemática, em horários programados pela escola. Esses encontros eram compostos por questões retiradas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem,) vestibulares e processos seletivos das Universidades Federais.

A aula síncrona virtual aconteceu por meio da ferramenta *Google Meet*<sup>1</sup>, de forma interativa, com auxílio da mesa digital. Neste ambiente, os alunos tinham aula expositiva e dialogada, como uma sala de aula tradicional, com auxílio de *softwares* e aplicativos para a visualização dos sólidos geométricos e seus volumes. Utilizou-se o *Google Forms*<sup>2</sup> para a coleta das informações, ou seja, a apresentação das questões e a resolução das atividades por parte dos estudantes. A ferramenta também possibilitava observar um vídeo informativo em cada questão, organizado pela própria pesquisadora, caso o aluno tivesse dificuldade na resolução.

A aula síncrona presencial ocorreu na escola, onde os alunos tiveram a oportunidade de manipular material lúdico, construindo pirâmides com palitos de churrasco e isopor, viabilizando a discussão, a reflexão e a sistematização para a resolução das questões.

O auxílio presencial também ocorreu para aqueles que possuíam dificuldades em resolver as questões no Google Formulário, já que o período estava estipulado para a execução das tarefas. Cabe ressaltar que não era obrigatório ir à escola em virtude da pandemia. A aplicação das atividades ocorreu no período de agosto e setembro de 2021, com a participação de 17 dos 26 alunos da turma 304, sendo oito meninos e nove meninas.

---

<sup>1</sup>É um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google.

<sup>2</sup> É um aplicativo de gerenciamento de pesquisas lançado pelo Google, em Português Google Formulário.

Para a produção dos dados, foi considerado o retorno das resoluções das atividades disponíveis no Google Formulário, num total de oito, e os materiais impressos daqueles que possuíam dificuldade na sua execução via on-line.

Nesse formulário, as questões foram intercaladas com e sem imagens, em que o aluno, após a realização da atividade, obtinha dois caminhos: se escolhesse a alternativa correta, aparecia o termo “acertou” e um vídeo explicativo sobre a resolução daquela atividade. E, na sequência, o aluno tinha que responder à pergunta: “*A figura apresentada no texto auxiliou para a sua resolução?*”, com as alternativas “sim” e “não”, e logo se abria espaço para justificar a sua resposta, independente da escolha. Caso o aluno tivesse errado a questão, a ferramenta disponibilizava um vídeo com a apresentação de uma questão semelhante e sua resolução e, na sequência, o aluno novamente realizava a questão, sendo que esse ciclo se repetia até a conclusão da atividade.

No final do formulário, os alunos precisavam anexar fotos das atividades feitas. O combinado era de que as folhas de rascunho também deveriam ser enviadas e o aluno não poderia apagar nenhum registro, e todo o desenvolvimento deveria ser feito a caneta.

A sequência didática foi uma proposta baseada em uma investigação, com atividades relacionadas ao tema da Geometria, sendo dividida em três momentos, com o intuito de proporcionar um melhor aproveitamento e possibilitar a aprendizagem dos sujeitos envolvidos. A sequência didática foi aplicada em um total de cinco horas-aula (Quadro 1).

Quadro 1: Momento programado.

<b>Encontro</b>	<b>Momento 1</b>	<b>Momento 2</b>	<b>Momento 3</b>
Dia 1 – 1 h/aula	Revisão	Questões	Correção
Dia 2 – 3 h/aulas	Aplicação	Aplicação	Aplicação
Dia 3 – 1 h/aula	Análise	Correção	Análise

Fonte: A pesquisadora, 2021.

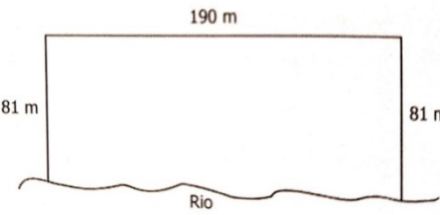
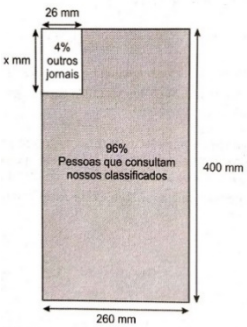
Como foram feitas as atividades? Inicialmente, ocorria a explicação do conteúdo por videoaula explicativa, disponibilizada para os alunos no *Classroom*, em que a professora se encontrava *on-line* toda segunda-feira, no horário escolar. Também se utilizou como assessoria



aos alunos o *Telegram*<sup>3</sup> e *Google Meet*, com duas horas de antecedência e de forma síncrona.

As atividades eram disponibilizadas aos alunos pelo Google Formulário, em que algumas questões necessitavam da apresentação da imagem, pois, caso não tivessem, dificultaria ou impossibilitava a sua resolução, sendo, em outras, utilizadas apenas como um complemento. A maior parte das questões foi extraída de provas do Enem. Destaca-se que as questões foram escolhidas a partir do interesse dos alunos, as quais são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Questões aplicadas.

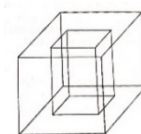
<p>1. (Enem 2013) Para o reflorestamento de uma área, deve-se cercar totalmente, com tela, os lados de um terreno, exceto o lado margeado pelo rio. Cada rolo de tela que será comprado para confecção da cerca contém 48 metros de comprimentos.</p>  <p>A quantidade mínima de rolos que deve ser comprada para cercar esse terreno é:</p> <p>a) 6      b) 7      c) 8      d) 11      e) 12</p>
<p>2. (Enem 2010 - Adaptado) A siderúrgica “Metal Nobre” produz diversos objetivos maciços utilizando o ferro. Um tipo especial de peça feita nessa companhia tem o formato de um paralelepípedo retangular, de acordo com as dimensões respectivamente: 2,5 m x 0,5m x 1,3 m. O produto das três dimensões indicadas na peça resultaria na medida da grandeza:</p> <p>a) Massa.    b) Volume.    c) Superfície.    d) Capacidade.    e) Comprimento</p>
<p>3. (Enem 2010) O jornal de certa cidade publicou em uma página inteira a seguinte divulgação de seu caderno de classificação. A folha inteira tem medida de 260 mm largura e 400 mm de comprimento.</p> <p>Para que a propaganda seja fidedigna à porcentagem da área que aparece na divulgação, a medida do lado do retângulo que representa 4% deve ser de aproximadamente:</p> <p>a) 1 mm                      d) 160 mm b) 10 mm                    e) 167 mm c) 17 mm</p> 
<p>4. A altura de um prisma triangular regular é igual a 8 cm. Calcule a área total desse prisma sabendo-se que a aresta da base mede 4 cm.</p> <p>a) <math>4\sqrt{3}</math>    b) <math>104\sqrt{3}</math>    c) <math>32\sqrt{3}</math></p>
<p>5. (Enem 2010) Um porta-lápis de madeira foi construído no formato cúbico, seguindo o modelo ilustrado a seguir. O cubo de dentro está vazio. A aresta do cubo maior mede 12 cm a do cubo</p>

<sup>3</sup>O *Telegram* é um serviço de mensagens instantâneas baseado na nuvem. Foi utilizado como um recurso complementar de comunicação entre a pesquisadora e os alunos.

menor, que é interno, mede 8 cm.

O volume de madeira utilizado na confecção desse objetivo foi de:

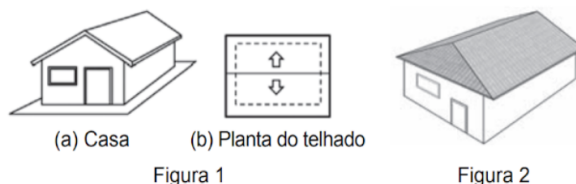
- a)  $12 \text{ cm}^2$     b)  $64 \text{ cm}^2$     c)  $96 \text{ cm}^2$   
 d)  $1216 \text{ cm}^2$     e)  $1728 \text{ cm}^2$



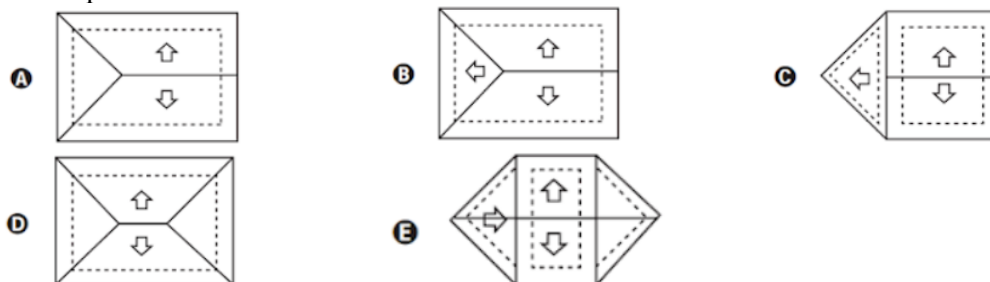
6. Dois cubos, um de aresta 2 cm e outro de aresta  $x$  e m, foram fundidos de modo a formar um paralelepípedo com 5 cm de largura, 7 cm de comprimento e 1 cm de altura. Calcular o  $x$ .

- a) 3    b) 6    c) 7    d) 9

7. (Enem 2020) A Figura 1 apresenta uma casa e a planta do seu telhado, em que as setas indicam o sentido do escoamento da água de chuva. Um pedreiro precisa fazer a planta do escoamento da água de chuva de um telhado que tem três caídas de água, como apresentado na Figura 2.



A figura que representa a planta do telhado da Figura 2 com o escoamento da água de chuva que o pedreiro precisa fazer é



8. Quantos litros de água são necessários para encher uma caixa-d'água cujas dimensões medem 1,20 m por 0,90 m por 1 m? (Lembre-se:  $1000 \text{ L} = 1 \text{ m}^3$ )

- a) 1080 l    b)  $1080 \text{ m}^3$     c) 0,1080 l    d)  $0,10 \text{ m}^3$

Fonte: A pesquisadora, 2021.

Na primeira aula, focamos na discussão sobre área e volume dos sólidos, com questões de revisão do que foi estudado. Na segunda aula, aplicou-se as atividades no Google Formulário, utilizando questões com e sem imagem (Quadro 2) e, em seguida, um questionário sobre elas. Por fim, na última aula, ocorreu a correção das atividades.

## Análises e resultados

Para a análise dos dados coletados, utilizamos a Análise de Conteúdo, conforme apresentado por Bardin (1977), dialogando com as ideias de Boaler (2018; 2019b, 2020). As

categorias foram definidas depois da coleta de dados, porém a partir da estrutura das questões e não da resolução dos estudantes.

*Categoria 1: Imagem necessária.* Esta categoria foi assim nomeada, pois no enunciado da questão existe uma imagem fundamental para a resolução, ou seja, o desenvolvimento depende da figura apresentada, uma vez que contém informações necessárias para que o problema possa ser interpretado e resolvido. Nesta categoria estão as questões 1, 3 e 7.

*Categoria 2: Imagem desnecessária.* Nesta categoria, a imagem é apresentada apenas como complemento para a resolução, ou seja, existe a possibilidade de o estudante resolver a mesma caso a imagem fosse omitida, por isso o termo “desnecessária”. Esta é a menor categoria, formada somente pela questão 5.

*Categoria 3: Sem Imagem.* Esta última categoria apresenta questões em que não constam imagens para o seu desenvolvimento, ou seja, todas as informações estão apresentadas no enunciado. Nesta categoria, estão as questões 2, 4, 6 e 8.

Neste sentido, para analisar os dados coletados, separados nas três categorias, utilizamos as concepções de Boaler (2018; 2019b; 2020), considerando que a capacidade cognitiva dos sujeitos não é algo fixo, imutável e inato, mas algo a ser desenvolvido através de experiências e treinamentos adequados, uma vez que o cérebro se modifica, ou seja, o músculo se molda a partir das situações de esforço, quando exercitado.

Foram aplicadas oito questões, já apresentadas no Quadro 2. Após cada questão, os alunos deveriam responder: “Caso não possuísse a figura, conseguiria resolver do mesmo jeito? Justifique”. A partir da resposta do aluno, “sim” ou “não”, o mesmo tinha uma segunda questão.

Se a resposta fosse “sim”: “Se respondeu sim, gostaríamos de saber como iria resolver”, buscando identificar quais os argumentos e estratégias que os alunos iriam utilizar. Se a resposta fosse “não”: “Se respondeu não, gostaríamos do porquê”. Buscava-se analisar se os alunos compreendiam a importância do visual na questão como essencial ou complementar.

Desta forma, seguem as análises separadas em três categorias: Imagem necessária, Imagem desnecessária e Sem Imagem, como descritas na metodologia. Para analisar as questões e preservar as identidades dos estudantes, optamos por usar números romanos para identificá-los.

### **Categoria 1: Imagem necessária**

A primeira categoria, denominada “Imagem necessária”, é composta pelas questões 1, 3 e 7. Denomina-se “Imagem necessária”, pois no enunciado das questões existem imagens indispensáveis para o seu desenvolvimento, ou seja, depende da figura apresentada. Por exemplo, na primeira pergunta, esperávamos que os estudantes percebessem que o terreno é margeado pelo rio e, também, a ideia de que apenas são vendidos rolos inteiros. Assim, as questões 3 e 7 também utilizam imagens para auxiliar na interpretação. Então, iremos apresentar o resultado para cada uma das questões, destacando os elementos mais interessantes, a partir da resolução dos estudantes.

Nessa primeira questão, todos os 17 alunos chegaram ao resultado correto, os quais receberam um *feedback* da professora escrito: “*Parabéns pela dedicação!!*”. Conforme Boaler (2018), é importante que o professor valorize os alunos, que acredite neles e deixe que eles saibam disso, pois o resultado é extremamente poderoso para a aprendizagem dos mesmos.

Referente às justificativas da resolução, nem todos os alunos tiveram a mesma opinião sobre a necessidade da figura da maneira em que foi apresentada, visto que, quando questionados: “*Caso não possuísse a figura, conseguira resolver do mesmo jeito?*”, nove alunos (53%) responderam que não e oito (47%) que sim, porém, destes que responderam “sim”, todos deixam explícito que somente conseguiriam resolver se as informações constantes na figura estivessem escritas no enunciado.

Assim, analisando o retorno dos formulários, concordamos com Boaler (2018), no sentido de que esta é uma oportunidade para que os alunos reflitam, que auxilia na aprendizagem, fornecendo ao professor informações valiosas em relação ao que aprenderam e às ideias para as próximas aulas.

O estudante “X” afirma que seria impossível saber em qual das margens estaria o rio (Figura 1), conforme apresenta sua justificativa.

Figura 1: Comentário Estudante X.

Se respondeu não, gostaríamos do por quê? \*

Ao realizarmos o cálculo do espaço que será coberto e dividirmos pelo tamanho do rolo que será utilizado, chegamos na dízima periódica de 7,3... Sabendo assim que apenas 7 rolos não bastariam, por isso usamos 8, teremos uma sobra de rolo porém é melhor sobrar do que faltar.

A imagem facilita na visualização da estrutura que será construída, assim, tornando mais fácil o entendimento. Sem a imagem seria impossível saber onde está o rio, logo, faltariam informações para resolver.

Fonte: A pesquisadora, 2022.

Conforme Boaler (2018), os estudantes, ao escreverem suas avaliações matemáticas, desenvolvem a criatividade em seu pensamento, pois utilizam o pensamento matemático visual e intuitivo, ligado ao raciocínio numérico, sendo uma maneira de representar ideias visuais. Sendo a Matemática uma matéria mais abstrata, existe a necessidade de se utilizar/trabalhar em sala de aula com recursos visuais, visto que alguns estudantes possuem mais dificuldade que outros e precisam utilizar o recurso dos desenhos para enfatizar o seu entendimento.

Boaler (2018, p. 72) afirma que “a compreensão visual é incrivelmente poderosa para os estudantes, acrescentando todo um novo nível de compreensão”. Com isso, percebe-se que, quando as tarefas de matemática são abertas para diferentes maneiras de se ver e resolver, possibilitando o espaço para o aprendizado, oportunizando aos estudantes assumir sua própria aprendizagem.

No entanto, os demais alunos que responderam que é possível resolver a questão sem a imagem no enunciado afirmam que apenas as informações no problema eram suficientes. Porém, os estudantes possuem uma ideia errônea de que as informações do desenho estariam descritas no enunciado e que apenas o retângulo e o traço do rio não estariam representados, pois, a ideia de retirar a figura inclui retirar também as informações presentes nela. Já os estudantes “VI”, “XIII” e “XV” indicam que se, a imagem não estivesse disponível no enunciado, iriam desenhar para resolver a questão.

De acordo com Boaler (2018), quando os alunos desenharam, eles invariavelmente possuem novas ideias, sendo que a visualização matemática é o método de construção e transformação de imagens mentais e visuais, o qual possibilita compreender e explorar os fenômenos matemáticos na mente humana.

Na questão 3, em relação ao questionamento se era possível resolver sem a imagem,

observamos que quatro (24%) alunos apontaram que sim e 13 (76%) preencheram que não. Verificamos que a maioria defendeu o uso da imagem como sendo fundamental para o desenvolvimento do problema, visto que é preciso visualizar para determinar as dimensões da área. Percebemos pelas justificativas que a imagem possuía dados importantes para o desenvolvimento do cálculo. De acordo com Boaler, Munson e Williams (2018), os neurocientistas apontam ser importante o pensamento visual e as conexões que os alunos fazem com as diferentes áreas dos seus cérebros enquanto trabalham com a matemática. A aluna “II” narra: *“Não conseguiria, por que seria mais complicado imaginar os 4% da figura são utilizados para a divulgação, e os outros 96% restante da página”*.

A visualização facilita no sentido que será formada uma imagem mental, ou seja, ocorre uma transformação de conceitos abstratos em imagem real ou mentalmente visível (Ferreira, 1999). Para Boaler (2018), o pensamento visual sobre a matemática é importante para os estudantes, já que dá acesso à compreensão e ao uso de diferentes rotas cerebrais.

A aluna “V” aponta que, sem a imagem, *“[...] teria bastante dificuldade para compreensão por se tratar de duas áreas, pois normalmente tenho dificuldade com este tipo de questão”*, e o aluno “XVI” afirma que pelo *“[...] enunciado provavelmente eu não entenderia a atividade”*. Portanto, acreditamos que esses relatos indicam a necessidade da visualização, e que, mesmo com dificuldades, conseguiram resolver o solicitado no enunciado. De acordo com Boaler (2018), as melhores oportunidades de aprender acontecem quando os estudantes acreditam em si mesmos, e que essa trajetória envolve mudanças no modo como se veem e também no modo como encaram a matemática.

É possível perceber alguns alunos em conflito consigo mesmos, como, por exemplo, o estudante “IX”, que, ao responder o questionário, aponta: *“as informações estão claras no enunciado, podendo ser respondida sem a figura, porém a figura facilita a compreensão”*. Ele se contradiz ao narrar que o enunciado é suficiente para resolver. Em razão de os dados estarem presentes, articula-se a ideia de que precisaria também ter conhecimento da equação da área do retângulo e usar as relações métricas para o desenvolvimento.

Referente aos alunos que apontaram ser possível responder sem a imagem, temos as narrativas de que eles acreditam conseguir desenvolver a questão apenas com o enunciado, a partir dos conhecimentos adquiridos até o momento. Uma vez que, quando estão diante de

novas ideias, os alunos se esforçam para encaixá-las em seus atuais modelos mentais (Boaler, 2018).

Na questão 7, a maioria dos estudantes, 88% (15), respondeu que não conseguiria resolver sem a imagem, visto que a figura é fundamental para realização da questão. Os alunos “VI” e “XI” marcaram ser possível resolver sem o uso da imagem, porém, justificam que “[...] a imagem é fundamental para raciocinar a direção que a água irá escoar”. Acreditamos que eles tenham se confundido ao ler o enunciado porque, pela justificativa, estão afirmando que a imagem é fundamental, sendo que não é possível a resolução sem ela.

Sobretudo, é notório saber que a imagem é fundamental para a resolução dessas atividades. As alunas “I”, “III”, “IV”, “V” e “XII”, em suas justificativas, associam as imagens, apontando a contextualização do dia a dia, relatando sobre o telhado e o pedreiro, já que, de fato, a questão procura aproximar os alunos a uma situação real. A aluna “I” narra: “[...] sem a imagem não teríamos a noção do telhado da casa” e a aluna “V” detalha um pouco mais, no sentido de que “[...] não teria como saber qual telhado seria o melhor, só temos a informação de que há 3 quedas de água.

Sobre o pedreiro, a aluna “III” descreve que “essa questão fala do modo em que o pedreiro precisa fazer a planta como na figura 2. A própria questão já diz que precisa de uma imagem, pois sem as figuras não teria como ter noção de qual planta ele iria fazer, não daria para analisar nada”. Para Boaler (2018), a matemática está presente em toda a natureza, devemos passar a matemática da vida real para um modelo matemático, analisando o resultado e interpretando as respostas, ela é uma matemática criativa, visual, conectada e viva.

No entanto, Boaler (2019b, p. 39), adverte que os contextos

[...] só devem ser usados quando são realistas e oferecem algo para os alunos, como aumentar seu interesse ou modelar um conceito matemático. Um realista do contexto é aquele no qual os alunos recebem situações reais que precisam de análise matemática, sendo necessário considerar (em vez de ignorar) as variáveis.

É importante os alunos perceberem que estão aprendendo uma matéria importante, a qual irá ajudá-los a entender o mundo.

Os demais alunos apontam que, sem a imagem, a informação é insuficiente. A partir das justificativas dos estudantes, podemos relacionar com o referencial teórico, no sentido de que é

preciso envolver os alunos com a matemática de maneira conceitual e visual, pois, quando a aprendizagem acontece, uma sinapse dispara, e para que ocorra a mudança cerebral estrutural, é preciso rever ideias e aprendê-las profundamente (Boaler, 2018).

A aluna “XV” refere-se que *“não conseguiria, pois sem a imagem não entenderia a questão, já que ela se faz necessária para o entendimento da questão”*, e, de acordo com Boaler (2020, p. 72), é *“importante perceber que você não precisa viver sua vida como um “perito”, que você pode discutir situações e orgulhosamente compartilhar incertezas”*.

## **Categoria 2: Imagem desnecessária**

A segunda categoria, denominada “Imagem desnecessária”, é composta apenas pela questão 5. Denomina-se “Imagem desnecessária” pelo fato de a figura constar como complemento, ou seja, a resolução não depende da ilustração apresentada no enunciado, sendo a intencionalidade dela permitir que os estudantes observem a matemática de maneiras diferentes. Quando questionados se o desenho auxiliou na resolução, 11 (65%) alunos afirmaram que sim e seis (35%) apontaram que não.

Para aqueles estudantes que apontaram referente à imagem não ser relevante para o desenvolvimento do problema, justificam que as informações estavam detalhadas no enunciado do exercício, conforme a aluna “I”: *“por que os dados necessários para a resolução do problema já estão no anunciado”* e aluna “III” *“dessa vez se não existisse o desenho, não faria muita diferença. Todos os dados estão na própria questão, e o desenho só veio para nos dar uma noção de como era o porta lápis, mas nada que fosse necessário pois nele não tem nenhum dado”*. Estas alunas explicaram apenas a representação visual, atrelada a uma ilustração, dialogando no sentido de que a visualização não auxiliou para a exploração das informações. Para tanto, quando o aluno envolve tanto números como recursos visuais, é possível realizar conexões entre diferentes áreas do cérebro, essenciais para a aprendizagem e o êxito na matemática (Boaler; Munson; Williams, 2018).

Para os alunos que apontaram que sim, que a imagem auxiliou na resolução, a aluna “II” descreve que *“com o desenho foi mais fácil entender, porque havia um cubo maior e outro menor que estava vazio, e assim foi possível ter uma melhor visualização para realizar os cálculos”*. É possível perceber que esses alunos utilizam o pensamento visual associado às



dimensões das formas. Sendo que a compreensão visual é incrivelmente poderosa para os alunos, acrescentando todo um novo nível de compreensão como forma de crescimento (Boaler, 2018).

A aluna “V” aponta que *“da mesma maneira, calculando o volume de cada cubo e subtraindo o valor do menor”*, e, o aluno “VIII” aponta: *“eu desconsiderei primeiramente o fato do cubo interno já que levei ao pé da letra demais, mas a presença de outra figura auxilia até demais”*. Ambos utilizam, ao mesmo tempo, o pensamento visual e o numérico, eles raciocinam sobre os números, de acordo com a imagem dos cubos. Assim, as questões podem ser convertidas de tarefas matemáticas de mentalidade fixa em tarefas matemáticas de mentalidade de crescimento, abrindo espaço para o aprendizado (Boaler, 2018).

Ideias de representações tridimensionais de sólidos, no sentido de pensar na parte interna e externa dos cubos, sendo um pensamento geométrico muito importante, constroem conexões cerebrais significativas, pois, quando enfrenta a dificuldade, o cérebro se desenvolve (Boaler, 2018).

Para tanto, mesmo que a imagem traga apenas percepção visual da posição do volume, sendo que não é necessário seu uso, Boaler (2020) aponta que, quando estimulamos o ensino visual, não existe nenhum conceito que não possa ser ilustrado, pois, ao trabalharmos a criatividade e a visualização, esses sujeitos estarão mais bem preparados para o futuro do mercado de trabalho, atrelado a tecnologias de visualização de informações.

Cabe destacar que a utilização de recursos visuais é uma introdução para uma matemática mais avançada ou abstrata, visto que existem evidências neurológicas auxiliares à compreensão sobre o impacto de ver para aprender matemática, ou seja, é um movimento cerebral amplamente distribuído que estabelece o processamento mental do conhecimento matemático, no qual existem investigações apontando que os caminhos dorsal e ventral no cérebro são ativados durante a execução de tarefas matemáticas, sendo que, quando os alunos estão analisando representações visuais ou espaciais, o cérebro entra em ação (Boaler, 2019c).

### **Categoria 3: Sem imagem**

Esta categoria busca compreender a falta da visualização para tratar dos processos de ensino e aprendizagem da matemática, possibilitando o processo de construção e transformação

das informações em imagem, em outras palavras, desenhar os enunciados. As questões investigadas são: 2, 4, 6 e 8.

Na questão 2, todos justificaram, assinalando a opção não, remetendo que a apresentação da imagem no enunciado para a resolução não era importante. A estudante “VI” destaca, na justificativa, apontando a equação do paralelepípedo: *“Como sabemos que é um paralelepípedo, conseguimos identificar que possuem largura, altura, comprimento e volume.  $V=C.L.H$ , com as três dimensões utilizamos (largura, altura e comprimento) para chegar ao volume”*.

Semelhante à aluna “VI”, os estudantes “II”, “V”, “X” e “XIII” também identificaram que as três dimensões resultam no volume e que as informações estão indicadas no enunciado. A aluna “II” aponta: *“consegui resolver sem ter a figura, porque possuía no enunciado as três dimensões do paralelepípedo, que são comprimento, altura e largura, que estavam sendo multiplicadas assim possibilitando o entendimento de que seria o volume”* e o aluno “XIII” diz que *“a partir que a questão define ser um paralelepípedo, no momento a figura foi reproduzida em nossa mente, assim sabendo que a figura largura, altura e comprimento, para se descobrir o volume”*.

Podemos supor que para identificar um paralelepípedo os alunos usaram uma “memória visual”, ou seja, recordaram em sua memória qual o formato dessa figura espacial para identificar a resposta correta. Mesmo sem desenhar, o visual pode ter sido usado como um recurso, pois, de acordo com Boaler *et al.* (2016, p. 2, tradução nossa), “pesquisadores da cognição apontam que muitos de nossos conceitos matemáticos são mantidos em memórias motoras visuais e sensoriais”.

Já os alunos “IV” e “XIV” justificam, em relação ao cálculo, que multiplicando os valores será determinado o volume, a pensar que o enunciado não solicita a quantidade de volume. A aluna “IV” aponta que *“para calcular o Volume basta multiplicar os valores”*, estudante “XIV” também justifica que deve *“apenas multiplicar o x e achamos o volume”*. E o aluno “VIII” possuía o entendimento, na sua resposta, de dispensada imagem, ao afirmar não ser *“necessário de uma figura pois não envolve cálculo algum”*.

Acreditamos que os alunos estão muito atrelados a resolver – calcular – determinar um valor, pois ficou forte nos discursos o calcular. Desta forma, o professor precisa trabalhar com


“maior ênfase na matemática visual e física, no sentido de ajudar os alunos a entender a matemática” (Boaler *et al.*, 2016, p. 2, tradução nossa). Entender que a matemática vai além disso, e que podemos criar uma memória visual nos alunos, surge através de compreensões profundas dos conceitos trabalhados em sala de aula, que trarão sentido a determinados estudos verificados ao longo da caminhada escolar.

Na questão 4, percebe-se que a figura não se faz necessária, desde que os alunos consigam remeter à imagem mental e às equações que envolvem o prisma reto. Quatro (25%) alunos apontaram que a questão necessitava de figura e 12 (75%) estudantes assinalaram que não necessitava de imagem para a resolução. Uma estudante não registrou a resposta.

Com o recurso visual e os valores descritos no enunciado possibilitaria que o estudante tivesse uma melhor compreensão do que estava sendo solicitado, facilitando o desenvolvimento da resolução da atividade, já que o prisma retangular reto demanda uma melhor compreensão dos conceitos discutidos em sala de aula (Figura 2).

Figura 2: Representação do prisma triangular regular e equações.

Consideremos um prisma triangular regular com aresta da base  $a$  e altura  $h$ .



<p><b>Área da base (B)</b></p> $B = \frac{a \cdot a\sqrt{3}}{2} = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$	<p><math>A_T = 3ah + \frac{a^2\sqrt{3}}{2}</math></p>
<p><b>Área lateral (A<sub>L</sub>)</b></p> $A_L = 3 \cdot A_{\text{face lateral}}$ $A_L = 3 \cdot (ah) = 3ah$	<p><b>Volume (V)</b></p> <p><math>V = S \cdot h</math></p>
<p><b>Área total (A<sub>T</sub>)</b></p> $A_T = A_L + 2B$ $A_T = 3ah + 2 \cdot \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$	<p><math>V = B \cdot h</math></p> $V = \frac{a^2\sqrt{3}}{4} \cdot h$

Fonte: Ramos, 2016.

Para tanto, apontamos relatos do aluno “VII”, o qual diz que “*com a figura, seria mais auto didática*”; o aluno “XIII” aponta que “*com a figura facilitaria o processo do cálculo*”, e o

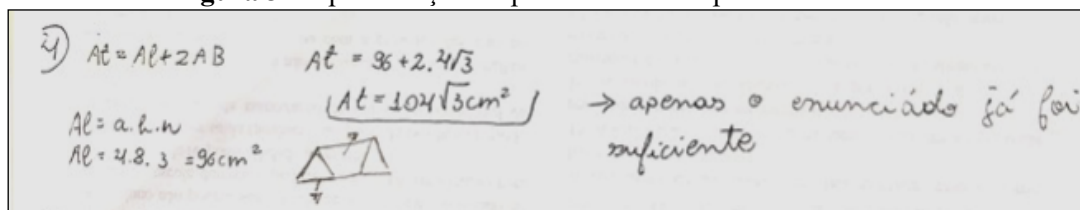
aluno “IX”, remetendo não necessitar do desenho, descreveu que com “*a figura ajudaria bastante na compreensão da questão*”. Temos indicativos de que a representação visual facilitaria na interpretação da questão. Para Boaler *et al.* (2016, p. 3, tradução nossa), “o trabalho visual, geralmente é encorajado como um prelúdio para o desenvolvimento de ideias abstratas, uma ferramenta para ver e estender ideias matemáticas e fortalecer importantes redes cerebrais”.

A estudante “II” apontou, no formulário, que a imagem não era necessária, porém, na folha de desenvolvimento, além da equação, descreveu que “*se tivesse a figura seria mais fácil a resolução*”.

Segundo Boaler *et al.* (2016, p. 4, tradução nossa), o pensamento visual provoca mudanças nos alunos, necessárias à sua inserção, pois, muitas vezes, as aulas “promovem que os alunos memorizem e calculem bem, mesmo quando esses alunos são fracos em visualizar, modelar ou pensar em conceitos visualmente”.

Dos alunos que apontaram que a imagem não era necessária, temos o estudante “VI”, que desenhou a questão para visualizar melhor (Figura 3).

**Figura 3:** Representação do prisma realizado pelo estudante VI.



Fonte: A pesquisadora, 2022.

Observa-se que o aluno “VI” se ariscou a fazer um esboço do que seria o prisma, e utilizou a equação para a resolução, apontando que “*apenas o enunciado já foi suficiente*”. E o estudante “XVII” desenha corretamente e resolve a operação, porém, podemos, ao somar a área total, ele se equivocou.

Para Boaler *et al.* (2016, p. 4, tradução nossa), “as representações visuais que eles geralmente compartilharão é o rico conhecimento que possuem, da compreensão profunda [...] das ideias matemáticas visualmente”, sendo que quando os alunos utilizam elementos visuais para pensar, esses passam a fazer sentido sobre os conceitos da matemática.

O aluno “X” remete que “*é possível realizar a atividade apenas através das fórmulas,*

considerando que temos os valores necessários torna-se desnecessária a utilização de imagem”. E, sobre conceitos discutidos em sala de aula, a estudante “II” descreve que consegue “[...] realizar sem a figura, por que são valores mais simples e formas que já vimos, então era só aplicar as fórmulas que aprendemos em aula”. A utilização da imagem torna-se desnecessária, visto que, no decorrer das atividades, os alunos desenvolvem mentalidades de crescimento produtivo, resultando em implicações para o ensino (Boaler, 2013).

Os demais tiveram respostas padrão: “o enunciado continha todas as informações necessárias” (Aluno XV). O estudante “IX” também representou essa ideia: “Não pois o enunciado continha todas as informações necessárias”.

O aluno “XVII” nos faz pensar que, mesmo tendo as informações no enunciado, os alunos podem ter dificuldade em interpretar, e que a imagem poderia facilitar essa interpretação, a partir do uso de uma segunda linguagem na questão: “porque tendo os valores e as fórmulas faz-se apenas mais demorado interpretar a questão”.

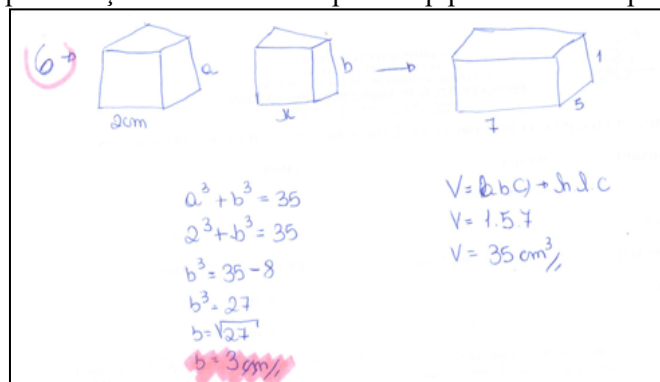
Sobretudo, ressaltamos a percepção de que a matemática, assim como outras disciplinas, é interpretativa, isto é, podemos resolver de várias maneiras para chegar ao mesmo resultado. Portanto, essa questão remete a problemas clássicos desenvolvidos no Ensino Médio, para tanto, a falta de representações visuais possibilita uma perda para o aluno, já que o uso de “atividades que incentivam a compreensão visual de fatos numéricos, permitem conexões cerebrais” (Boaler, 2015, p. 2, tradução nossa).

Ao analisar todas as respostas, pode-se perceber que está sendo oferecida aos estudantes a oportunidade de aprender de forma reflexiva, isto é, descrevendo o processo que fez e observando se a falta da figura auxiliou ou não na resolução.

Na Questão 6, foi o problema que mais gerou respostas relacionadas a importância da visualização para o desenvolvimento da tarefa, pois os alunos apontaram que, com o auxílio da imagem, ficaria mais fácil de resolver. A aluna “II” aponta que “ficaria mais fácil o entendimento dessa questão se tivesse as figuras, por que no enunciado diz que foi somado dois cubos para formar um paralelepípedo, assim poderíamos visualizar os cubos e o paralelepípedo formado podendo fazer os cálculos para descobrir o valor do  $x$ ”.

Semelhante a ela, a aluna “I” narra que: “por que desenhando a figura conseguimos ter uma melhor visualização da questão” (Figura 4).

Figura 4: Representação dos cubos e do paralelepípedo realizado pela estudante I.



Fonte: A pesquisadora, 2022.

O bom desempenho matemático não está ligado ao cálculo rápido, visto que o cálculo rápido não é o necessário em trabalhos matemáticos de alto nível, os estudantes fortes em matemática são aqueles que pensam profundamente, fazem conexões e visualizam (Boaler *et al.*, 2016).

A aluna “VI” também aponta que “*para o melhor entendimento do cálculo é preciso desenhar os cubos para facilitar*”. A qualidade mais notável dos nossos cérebros é a sua adaptabilidade e potencial de mudança e crescimento, pois ele possui capacidade de mudar, reorganizar-se e crescer em um curto espaço de tempo (Boaler, 2018).

Já os alunos “VII” e “IX” remeteram que não era necessário o uso da imagem no enunciado da questão, apontando que “*basta um pensamento crítico*” (aluno “VII”) e o aluno “IX” aponta que “*o enunciado estava claro e fácil de compreender e responder*”. Sendo que a consciência de que a habilidade é maleável e que os alunos precisam desenvolver mentalidades de crescimento produtivo tem profundas implicações para o ensino (Boaler, 2013).

Foram importantes as colocações dos estudantes, que hora estavam concordando, hora discordando. Percebeu-se que trabalhar questões que os desafiem permite com que façam conexões, permite eles serem estimulados a pensar.

Na questão 8, os 17 estudantes assinalaram que não era necessária a inserção de imagem no enunciado, porém, poucos justificaram suas respostas. Dentre as apontadas, temos: a aluna “IV” afirma que “*com os dados e informações é fácil a resolução*”; as alunas “V” e “XII”, que disseram que “*não há necessidade*”; a aluna “XV” afirmou que “*o enunciado tinha todas as*

informações” e o aluno “XVII”, “*porque tendo os valores apresentados é só calcular o volume multiplicando estes, e fazendo a transformação de  $m^3$  para litros*”.

Mesmo que os alunos tenham apontado que o uso da imagem não era necessário, acreditamos que mentalmente eles resgataram na memória visual uma caixa d’água, visto que o desenvolvimento cerebral desta questão já foi desenvolvido visualmente em sala de aula. E, além do mais, esta questão retrata que precisamos mostrar, desmistificar, codificar questões, explorando situações e favorecendo o rompimento da mente (Boaler, 2018).

Nos relatos dos alunos, por intermédio das justificativas, as anotações são importantes para manter os registros organizados, dado que auxiliam a entender e se apropriar do pensamento matemático, proporcionando criatividade e compartilhamento de ideias (Boaler, 2018).

### **Considerações finais**

Para o desenvolvimento da mentalidade matemática, enfatizamos que, quando os alunos pensam porque algo está errado, novas conexões sinápticas são desencadeadas, fazendo com que o cérebro cresça, tendo profundas implicações para o ensino e aprendizagem. Isto remete que os professores precisam valorizar os erros e deixar de vê-los como falhas de aprendizagem para vê-los como conquistas de aprendizagem.

Para tanto, os alunos precisam trabalhar em situações desafiadoras que, caso resultem em erros, tenham esses considerados, proporcionando possibilidades para o desenvolvimento cerebral e a aprendizagem.

Sendo que nas aulas de matemática podemos dar ênfases nas abordagens da matemática visual, convidando os alunos a um pensamento visual, dado que a escola é um local de potencializar e incentivar os alunos, capacitando-os. Igualmente, que duas das competências a potencializar são a autonomia do sujeito e a criticidade. Com tudo isso, evidenciamos que a figura do professor continua sendo indispensável na sociedade contemporânea.

Queremos, com a pesquisa, demonstrar a aprendizagem pelo processo visual, em outras palavras, as figuras contribuem na resolução das atividades. Mas, também, dá-se importância, neste trabalho, ao fato de que os alunos criem seus próprios conceitos, e que o estudo da Matemática, diante disso, passe a ser para eles uma motivação.

A matemática visual pode ser usada relacionada ao mundo da tecnologia, pois, há alguns anos, o conhecimento no ambiente escolar era apenas baseado em palavras, números e repetições, e, agora, o conhecimento do mundo é baseado em imagens, que são ricas em conteúdo e informações.

Assim, como contribuição da pesquisa, fica registrada a importância do tema que envolve o ensino da Matemática e a visualidade, pois na Matemática existem muitos conceitos abstratos, que quando não trabalhados de forma adequada podem desencadear o fracasso na aprendizagem dos alunos. Portanto, através da estratégia metodológica adotada nesta investigação, a qual envolveu a visualidade, se configurou em uma contribuição para a Educação Matemática. Uma vez que a aprendizagem de geometria é um desafio em qualquer nível de ensino, pois há dificuldades na resolução de atividades envolvendo a necessidade de visualização da situação descrita no enunciado.

Assim, acreditamos que para enriquecer ainda mais a investigação e dar continuidade, temos de desenvolver trabalhos futuros, voltados ao engajamento dos alunos em relação ao pensamento visual, nos quais eles devem ser questionados sobre como veem as ideias matemáticas, além de solicitar que desenhem, no sentido de auxiliar na formulação de ideias.

## Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 1977.

BOALER, J. **Mentalidades matemática**: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

BOALER, J. Ability and Mathematics: the mindset revolution that is reshaping education. **Forum**, v. 55, n. 1, p. 143-152, 2013.

BOALER, J. Without Fear: Research Evidence on the Best Ways to Learn Math Facts. **YouCubed at Stanford University**, p. 1-28, 2015.

BOALER, J. Developing Mathematical Mindsets. **American Educator**. p. 28-40, 2019a.

BOALER, J. **O que a matemática tem a ver com isso?** Como professores e pais podem transformar a aprendizagem da matemática e inspirar sucesso. Porto Alegre, RS: Penso, 2019b.





BOALER, J. Ver para entender: A importância da matemática visual para o cérebro e o aprendizado. **Youcubed at Stanford University**. 2019c. Disponível em: <https://www.youcubed.org/wp-content/uploads/2018/05/Ver-para-Entender.pdf>. Acesso em: 29 set. 2022.

BOALER, J. **Mente sem barreiras**: as chaves para destravar seu potencial ilimitado de aprendizagem. Porto Alegre, RS: Penso, 2020.

BOALER, J.; CHEN, L.; WILLIAMES, C.; CORDERO, M. Seeing as Understanding: The Importance of Visual Mathematics for our Brain and Learning. **Journal of Applied & Computational Mathematics**, v. 5, n. 5, p. 1-6, 2016.

BOALER, J; MUNSON, J.; WILLIAMS, C. **Mentalidades matemáticas na sala de aula**: ensino fundamental. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

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

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2. ed. Curitiba, PR: Nova Fronteira, 1999.

FLORES, C. Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. **ZETETIKÉ**, v. 18, número temático, p. 271-294, 2010.

FLORES, C. R.; WAGNER, D. R.; BURATTO, I. C. F. Pesquisa em Visualização na Educação Matemática: Conceitos, Tendências e Perspectivas. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 14, p. 31-45. 2012.

GOOGLE CLASSROOM: conheça a plataforma virtual de ensino e aprendizagem. **Google For Education**. Educador do Futuro. 13 dez. 2021. Disponível em: <https://educadordofuturo.com.br/google-education/google-classroom/>. Acesso em: 13 set. 2022.

LIMA, F. O.; BRANDÃO, D. N.; SILVA, D. M.; BRITO, L. R.; VIEIRA, W. B. A Matemática Visual para o Desenvolvimento de Mentalidades Matemáticas em Alunos de uma Escola Pública. **Diversitas Jornal**, v. 6, n. 4, p. 4086-4106, out./dez. 2021.

NOVAES, R. C. N. **Uma abordagem visual para o ensino de matemática financeira no ensino médio**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

RAMOS, M. Prismas: geometria espacial para a matemática do Enem. **Blog do Enem**, 25 nov. 2016. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/prismas-geometria-espacial-para-a-matematica-do-enem/>. Acesso em: 13 out. 2022.