

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO – CEUNES  
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**KATIELI LUDUVICO DELFINO**

**CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA PARA A COMPREENSÃO DO TEOREMA DE TALES**

São Mateus

2022

KATIELI LUDUVICO DELFINO

**CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA PARA A COMPREENSÃO DO TEOREMA DE TALES**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Metodologia de Pesquisa/Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Espírito Santo – Campus São Mateus - CEUNES.

Orientador: Prof. Dr. Valdinei Cezar  
Cardoso.

São Mateus  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me fortalecido até aqui e me dado coragem para enfrentar todas as dificuldades encontradas ao longo de minha jornada acadêmica...

À minha mãe, Maria Augusta, meu pai Valtuir e minha irmã Jéssica, por me apoiarem, acreditarem nos meus sonhos e não medirem esforços para me ajudar realizá-los. Vocês são a razão para eu não desistir...

Aos meus queridos amigos Arina, Claudio, Jefferson, Lorena, Melissa, Paloma e Thaylon, que conquistei na universidade e levarei pelo resto da minha vida. Vocês foram essenciais nessa caminhada, seguraram a minha mão, me deram força e tornaram essa experiência mais especial. Vocês são minha segunda família e sem vocês, eu não teria chegado até aqui...

Aos meus demais amigos de vida, em especial a Ana Clara e Laís, que sempre acreditaram em mim, que comemoraram cada conquista minha e estiveram sempre ao meu lado, quando eu mais precisei...

Aos membros do grupo de pesquisa MIDMAT, por sempre contribuírem com minha pesquisa, de forma enriquecedora. Aprendi muito com vocês e levarei todas as experiências trocadas por toda a minha vida...

Ao professor Dr. Valdinei Cezar Cardoso, por ter acreditado no meu projeto e aceitado me orientar. O senhor sem dúvidas foi uma inspiração para a escolha do tema desta pesquisa e sou muito grata por tudo que me ensinou. Sua sabedoria e profissionalismo são admiráveis...

À toda equipe da E.E.E.F.M. Dr. Emilio Roberto Zanotti, em especial a Elizalti, Leydiane e Néviton, pela confiança em me deixar realizar a aplicação da pesquisa na escola e a todos os alunos que participaram voluntariamente e contribuíram de maneira significativa...

Às professoras Fernanda Capucho Cezana e Leydiane Rodrigues, por aceitarem o convite para compor a banca de defesa e pelas relevantes contribuições...

À todos os meus professores, desde a educação infantil até a graduação, que ao longo desses anos contribuíram para minha formação como profissional e ser

humano, em especial ao professor Hélio Muniz da Cunha, que foi a minha maior inspiração para ter escolhido este caminho profissional.

Muito obrigada.

*“Se o sonho nasceu em seu coração, ele pode ser realizado em suas mãos.”*

(Marianna Moreno)

## RESUMO

Esta pesquisa tem caráter qualitativo, que por sua vez teve como fonte direta de dados o ambiente escolar. Teve por objetivo analisar quais as contribuições dos vídeos criados baseados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) para a compreensão do teorema de Tales, para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública no município de São Mateus-ES. Nela estudamos a aplicação da TCAM em vídeos animados e discutimos as possibilidades do uso destes recursos para o ensino e a aprendizagem. Assim, mostraremos o processo de construção dos vídeos, produzidos na plataforma *Animaker*, destacando os princípios da teoria que foram utilizados de modo que favorecesse a aprendizagem. Descrevemos detalhadamente a experiência vivenciada no ambiente escolar, que ocorreu em quatro encontros. Analisamos os resultados obtidos por meio de atividades de verificação, das quais foram aplicadas antes e depois do uso da metodologia de ensino proposta. Ao final da pesquisa, aplicamos um questionário de satisfação para compreender as concepções dos alunos acerca do uso de vídeos animados no ensino e aprendizagem. Diante das análises feitas, a pesquisa mostrou resultados satisfatórios no que concerne a compreensão do teorema de Tales.

**Palavras-chave:** Vídeos; Teorema de Tales; Animações, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

## ABSTRACT

This research has a qualitative character, which in turn had the school environment as a direct source of data. It aimed to analyze the contributions of videos created based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) for the understanding of Thales' theorem, for students of the 9th grade of Elementary School, in a public school in the city of São Mateus-ES. In it, we studied the application of TCAM in animated videos and discussed the possibilities of using these resources for teaching and learning. Thus, we will show the process of construction of the videos, produced on the Animaker platform, highlighting the principles of the theory that were used in a way that favored learning. We describe in detail the experience lived in the school environment, which took place in four meetings. We analyzed the results obtained through verification activities, which were applied before and after the use of the proposed teaching methodology. At the end of the research, we applied a satisfaction questionnaire to understand the students' conceptions about the use of animated videos in teaching and learning. In view of the analyzes carried out, the research showed satisfactory results regarding the understanding of Thales' theorem.

**Keywords:** Video; Thales' theorem; Animations; Cognitive Theory of Multimedia Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 2	27
Figura 2 – Captura da tela inicial do Animaker.	28
Figura 3 – Captura da tela de personagens do Animaker	28
Figura 4 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 1	29
Figura 5 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 1	30
Figura 6 – Captura de tela vídeo Teorema de Tales - parte 2	30
Figura 7 – Aluno assistindo aos vídeos produzidos	37
Figura 8 – Alunos assistindo aos vídeos produzidos	37
Figura 9 – Alunos assistindo aos vídeos produzidos por meio de	39
Figura 10 – Recorte do pré-teste	40
Figura 11 – Recorte do pré-teste	41
Figura 12 – Respostas por categoria da turma 9ºM01 das questões de 1 a 4	41
Figura 13 – Recorte do pré-teste	42
Figura 14 – Respostas por categoria da turma 9ºM01 da questão 5	43
Figura 15 – Respostas por categoria da turma 9ºM02 das questões de 1 a 4	44
Figura 16 – Respostas por categoria da turma 9ºM02 da questão 5	44
Figura 17 – Recorte do pré-teste	45
Figura 18 – Recorte do pós-teste	45
Figura 19 – Recorte do pós-teste	46
Figura 20 – Recorte do pós-teste	46
Figura 21 – Respostas por categoria da turma 9ºM01 das questões do	47
Figura 22 – Respostas por categoria da turma 9ºM02 das questões do	48
Figura 23 – Recorte do questionário	49
Figura 24 – Recorte do questionário	49
Figura 25 – Recorte do questionário	50
Figura 26 – Recorte do questionário	51



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	13
1.1 USO DE VÍDEOS NO ENSINO	13
1.2 USO DE ANIMAÇÕES NO ENSINO	16
1.3 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO TEOREMA DE TALES	18
1.4 A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA	20
<b>2. METODOLOGIA</b>	28
2.1 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DOS VÍDEOS	28
2.2 SUJEITOS DA PESQUISA	33
2.3 INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	34
2.4 A PESQUISA	35
2.4.1 ENCONTRO COM OS ALUNOS	<b>35</b>
<b>2.4.2 Encontro I: Apresentação do projeto e convite para participação</b>	<b>36</b>
<b>2.4.3 Encontro II: Aplicação do pré-teste</b>	<b>37</b>
<b>2.4.4 Encontro III: Exibição do vídeo e aplicação do pós-teste</b>	<b>38</b>
<b>2.4.5 Encontro IV: Aplicação do questionário</b>	<b>40</b>
<b>3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b>	42
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	54
<b>REFERÊNCIAS</b>	57
<b>APÊNDICES</b>	60
APÊNDICE A: FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO	61
APÊNDICE B: PRÉ-TESTE	62
APÊNDICE C: PÓS-TESTE	63
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO APLICADO AOS ALUNOS	64
APÊNDICE E: ROTEIRO DO VÍDEO 1	65
APÊNDICE F: ROTEIRO DO VÍDEO 2	67

## INTRODUÇÃO

Ao longo da minha jornada, no curso de Licenciatura em Matemática, estive em contato com a sala de aula, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), dos estágios obrigatórios e não obrigatórios. A partir deste contato com o ambiente escolar, pude perceber a dificuldade dos professores em despertar o interesse dos alunos em aprender e a dificuldade dos alunos em matemática, principalmente se tratando de assuntos relacionados à geometria.

No começo do ano de 2020, iniciei um estágio não obrigatório em uma escola estadual do município de São Mateus-ES, mas poucas semanas depois, com o avanço da COVID-19 no Brasil, as escolas se fecharam com o intuito de evitar a propagação do vírus. Com isso, toda a equipe escolar precisou desenvolver novas estratégias para dar continuidade ao ensino, passando a utilizar os mais variados recursos tecnológicos. Vídeos digitais, atividades disponibilizadas *online* e aulas por vídeo conferência, foram alternativas encontradas pelos profissionais da educação, para que o vínculo entre os alunos e a escola não fosse rompido.

A utilização de mídias digitais no ensino de matemática está sendo cada vez mais frequente, devido tanto a sua necessidade de uso, quanto pela sua presença na realidade dos estudantes. A presença delas no contexto educacional traz outras possibilidades de interação e comunicação, que podem contribuir para o ensino e a aprendizagem, se usadas da maneira adequada (KENSKI, 2003). Há ainda quem prefira a metodologia de ensino tradicional<sup>1</sup>, pois no geral ações inovadoras causam estranhamento.

Cientes da presença das mídias no cotidiano e das diferentes possibilidades que elas podem permitir em situações de ensino, esta pesquisa tem por finalidade utilizar a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) na produção de vídeos digitais educativos relacionados ao teorema de Tales, que será abordado

---

<sup>1</sup> Aulas expositivas sem utilização de recurso tecnológico ou outros materiais didáticos.

com uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, visando a compreensão do conteúdo, por meio de aulas de matemática mais lúdicas.

Para isto, foram desenvolvidos dois vídeos animados, sendo o primeiro deles, introdutório, com duração de 2 minutos e 57 segundos, expondo a história de Tales de Mileto, abordando conceitos abrangidos pelo teorema de Tales (razão e proporção) e apresentando exemplos cotidianos em que é possível visualizar a utilização de tais conceitos. O segundo vídeo, que tem duração de 5 minutos e 49 segundos, contempla uma demonstração intuitiva do teorema, a partir da sua história de origem, a sua demonstração formal e um exemplo de aplicação. A partir da experiência com estes vídeos, buscamos responder ao seguinte problema de pesquisa:

**Quais as contribuições dos vídeos criados baseados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia têm para a compreensão do teorema de Tales dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental?**

Vale destacar que, existem diversas teorias que objetivam contribuir para uma melhoria da aprendizagem, como por exemplo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer, dentre outras. Dessa forma, acreditamos que se os aspectos de algumas dessas teorias forem levados em consideração, durante a produção de um vídeo educativo, teremos como resultado um material com maior potencial de ensino.

Dentre tais teorias iremos nos dedicar ao estudo da TCAM e utilizá-la para construir vídeos educativos. Isto se sucedeu devido ao interesse da pesquisadora em estudar possibilidades da utilização das mídias digitais no ensino, pois se trata de uma ferramenta aplicável tanto presencialmente, como à distância, que favorece o exercício da criatividade, possibilitando ao telespectador o uso dos sentidos da audição e da visão (CARDOSO, 2014). A escolha do teorema de Tales como objeto de estudo para esta pesquisa, é devido às suas possibilidades de aplicação na vida cotidiana e por se tratar de um conceito importante da Geometria Plana.

Se fizermos uma busca na plataforma *YouTube*<sup>2</sup> a respeito desse tópico de Geometria, teremos à disposição uma infinidade de vídeos. Mas isso não significa que qualquer um deles vai proporcionar ao aluno a compreensão do assunto. Por essa razão, é importante estudar algumas teorias de aprendizagem, inclusive as que envolvam o uso de mídias na educação, pois tais teorias nos fornece ferramentas que possibilitam a construção de vídeos, aulas, sequência didáticas dentre outros recursos que tem por propósito a compreensão dos conteúdos, minimizando as dificuldades e acentuando o interesse e atenção dos discentes (PAZZINI; ARAÚJO, 2013).

Nosso objetivo geral é investigar os possíveis efeitos que vídeos criados baseados nos princípios da TCAM têm no ensino do teorema de Tales para uma turma de 9º do ensino fundamental. Os objetivos específicos são: descrever quais os princípios descritos na TCAM, que devem ser utilizados na construção de vídeos digitais educativos do teorema de Tales; identificar as possíveis contribuições dos vídeos no ensino do teorema de Tales e verificar a receptividade dos alunos quanto à nova metodologia aplicada.

---

<sup>2</sup> [https://www.youtube.com/results?search\\_query=teorema+de+tales](https://www.youtube.com/results?search_query=teorema+de+tales)

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 USO DE VÍDEOS NO ENSINO

Pensando em uma geração que possui acesso às tecnologias desde muito cedo, como por exemplo vídeo games, jogos *online* em geral, vídeos da internet e vários outros recursos tecnológicos, é de grande importância o trabalho com tais recursos para o ensino e a aprendizagem, de maneira que, possa atrair os estudantes para o estudo de diversos conteúdos.

De acordo com Moreira (2006) a aprendizagem pode ser classificada entre mecânica ou significativa, sendo a primeira um processo onde os alunos memorizam informações avulsas e sem muito significado e na segunda a aprendizagem ocorre quando novos conceitos se conectam a outros que já existem de maneira substantiva<sup>3</sup>, sendo essa a aprendizagem proporcionada pelos vídeos quando estes são utilizados com objetivo didático.

Analisando a pesquisa de Pazzini e Araújo (2013), observamos que a utilização do vídeo como ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem, pode contribuir para o desenvolvimento da linguagem, da criatividade e da imaginação, o que além de ser fundamental para atrair o interesse dos estudantes, é importante para o desenvolvimento deles em Matemática.

No entanto, ao utilizar o vídeo na educação, deve haver planejamento para que ele não seja visto apenas como entretenimento. Por isso, a participação do professor é fundamental, ele deve fazer com que aqueles que assistem ao material didático, tenham um olhar crítico a respeito do conteúdo apresentado (PAZZINI; ARAÚJO, 2013).

No que se refere a produção de vídeos didáticos, Souza (2020) acredita que:

(...) o ato de elaborar atividades e propostas pedagógicas com vídeos digitais não se resume a decidir se ele vai ser usado no início ou no fim de uma aula, mas sim, envolve um pensar criticamente, discutir e elaborar questões que permitam que o aluno, ao assistir ao vídeo, busque por informações relevantes que possam ser articuladas aos conceitos matemáticos abordados no vídeo, para assim produzir

---

<sup>3</sup> "Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra" (MOREIRA, 2011, p. 13)

sentido e favorecer a produção de conhecimento (SOUZA, 2020, p. 477).

Portanto, destacamos a importância de uma formação de professores voltada para o ensino tecnológico, para que estes estejam aptos a produzir um material didático atrativo, capaz de atender a sensibilidade e afetividade dos alunos envolvidos no processo, tal como dar sentido aos conteúdos abordados. Os educadores também poderiam levar em consideração as aptidões dos alunos, o que pode ser observado na convivência em sala de aula.

A respeito dos vídeos, Moran afirma que:

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços (MORAN, 1995, p. 28).

Assim, podemos observar que existem diversas vantagens do uso do vídeo na educação, mas devemos nos ater ao seguinte fato, que os vídeos por si só não garantem resultados, eles devem ser planejados e executados de modo que os efeitos obtidos após o seu uso sejam satisfatórios.

No que se refere ao uso do vídeo para ensinar matemática, Pazzini e Araújo (2013) apontam que é necessário a apresentação de objetos gráficos e a combinação de diversas imagens, pois tem por objetivo fazer com que as crianças sejam capazes de estabelecer relações e resolver situações problemas.

Os autores ainda relatam que durante a aula com vídeo, os alunos se mostraram empolgados com o recurso utilizado. Para eles, quanto mais os estudantes utilizavam os vídeos com objetivos pedagógicos, interagindo, explorando e experimentando o recurso, melhores foram os resultados, cumprindo com os objetivos que os educadores visam ao utilizar essa ferramenta no ensino.

Assim, observando como o vídeo era pouco explorado em sala de aula como recurso didático, Amaral (2013) buscava apresentar as possibilidades do uso do vídeo na sala de aula para ensinar Matemática. A autora destaca que este recurso vem sendo utilizado na educação há algum tempo, como por exemplo os documentários informativos e filmes, com ou sem objetivos didáticos, dos quais são utilizados e exibidos nas escolas.

No entanto, não faz muito tempo que os vídeos educativos vêm sendo vistos pelos educadores como um poderoso recurso educacional. Muitos alunos buscam aprender ou reforçar conceitos já estudados em sala de aula por meio de vídeos educativos da internet. Amaral (2013) ressalta a importância de discutir a respeito de alguns aspectos que podem favorecer ou atrapalhar a aprendizagem dos alunos ao utilizarem esta ferramenta com objetivos didáticos.

Por conseguinte, Amaral (2013) levanta um questionamento a respeito dos vídeos. Seriam eles formativos ou informativos? A autora salienta que essa classificação depende do que está sendo abordado em cada vídeo, como por exemplo, um vídeo que apresenta situações problemas identificadas no cotidiano, pode ser classificado como formativo.

No entanto, essa classificação pode ser equivocada se o uso do vídeo não for mediado pelo professor, de modo que o aluno compreenda os objetivos didáticos do material e seja capaz de ampliar a resolução matemática do problema, levando-a para seu cotidiano. Se isso não ocorrer, o vídeo terá sido apenas um objeto informativo, não contribuindo para a formação do aluno, o que não quer dizer que não seja importante.

Outro ponto importante discutido por Amaral (2013) é a respeito da maneira de se utilizar o vídeo para abordar um assunto. Introduzir o conteúdo com o vídeo ou utilizar este recurso de maneira que reforce os conceitos que foram explicados pelo professor por meio de uma aplicação? A autora deixa claro que uma possibilidade não está mais correta que a outra, mas destaca os pontos de vista de Moran (1995), Wood e Petocz (1999), que consideram introduzir um determinado conteúdo por meio do vídeo mais eficaz.

Destaca-se o papel fundamental do professor na escolha do método que ele acredita ser mais eficaz, para que consiga cumprir com os objetivos que ele estipulou para a sua aula e respeitando as particularidades de cada turma em que o recurso será utilizado.

Uma possibilidade apresentada por Amaral (2013) é que os educadores pensem em como integrar as diferentes metodologias de ensino, como por exemplo, buscar apresentar a modelagem matemática por meio dos vídeos ou retratar a

história da matemática, apresentando os métodos matemáticos utilizados pelos povos antigos em determinadas regiões do mundo nos vídeos. Dessa forma, eles podem estar potencializando a ferramenta.

Outra vantagem de utilizar os vídeos digitais para a aprendizagem, é que os alunos, ao usarem este recurso no seu computador ou outro dispositivo eletrônico, tem o controle sobre suas ações, podendo voltar o vídeo em um momento em que ele não compreendeu, antes de avançar para os próximos pontos abordados e assim não prejudicar a sua aprendizagem.

Portanto, o uso do vídeo e de outros recursos tecnológicos no ambiente escolar, proporciona a realização de atividades não rotineiras, além de exigir do educador um planejamento maior, quando ele é quem cria o material de apoio. É preciso atenção aos detalhes que influenciam na aprendizagem do conteúdo, pois deles dependem, o sucesso ou fracasso da utilização da mídia (PAZZINI; ARAÚJO, 2013).

## 1.2 USO DE ANIMAÇÕES NO ENSINO

Visto que um dos intuitos da pesquisa será a produção de vídeos abordando o teorema de Tales, que serão apresentados por meio de animações audiovisuais, vale conhecer um pouco mais a respeito dessa técnica e como ela pode contribuir para a aprendizagem, pois além de um instrumento de ensino, elas são uma manifestação artística que permite que os sentidos sejam estimulados (ABRANTES et al., 2016).

O uso de animações no ensino e aprendizagem pode ser algo novo, mas a arte da animação não é, pois, as primeiras noções de animação surgiram no século XVIII. Além disso, a ideia de animação passou por diversas fases até chegar ao que temos hoje (SANTOS; SANTOS, 2018).

De acordo com Fossati (2009), Walt Disney revolucionou o conceito de animação a partir da exibição do clássico infantil “Os três porquinhos”, no ano de 1933, onde passou a utilizar a técnica de *stop motion*<sup>4</sup> representada em duas dimensões (2D), com desenhos pouco diferentes um dos outros, esboçados

---

<sup>4</sup> Consiste em uma sequência de fotografias do mesmo objeto ou pessoa que se movimenta levemente a cada foto tirada.



quadro a quadro. Lucena Junior (2011), diz que as animações digitais em duas ou três dimensões começaram a surgir apenas em 1970.

Pensando no estudante da educação a distância (EAD), Santos e Santos (2018), analisaram como o uso de animações no ensino superior podem fazer a diferença na realidade desses alunos. No entanto, considerando que as animações de filmes ou séries agradam a um público bastante heterogêneo, o mesmo pode ocorrer na educação ao utilizarmos esse recurso com objetivo didático, aplicando-o na produção de mídias audiovisuais educativas.

Os autores consideram que, ao animar uma imagem que antes era estática, uma expectativa para o que vai acontecer posteriormente é criada em quem a vê e dessa forma a animação acaba sendo um objeto de atração, que pode fixar a atenção do estudante na mídia.

De forma geral, é possível perceber que em uma mesma sala de aula, os alunos não aprendem todos da mesma forma, pois a aprendizagem é um processo individual e interno que ocorre no sistema cognitivo, dependente das experiências vivenciadas por cada indivíduo e conhecimentos prévios adquiridos por eles ao longo da vida (THEES, 2019).

Essa dificuldade de compreensão fica ainda mais evidente no Ensino à distância (EAD), sem a presença física do professor. Por essa razão, é importante proporcionar aos estudantes um ensino autônomo e os vídeos animados podem suprir essa necessidade, sendo utilizados não para substituir o papel do professor, mas sim como um material didático complementar para potencializar a aprendizagem (SANTOS; SANTOS, 2018).

Ao utilizar as animações no ensino, o papel do professor é produzir ou buscar por algo que associe o interesse do seu público-alvo com o conhecimento que se deseja passar. Incorporar os conteúdos na animação, não é um papel fácil, pois os objetivos precisam estar bem definidos e claros, para aqueles que utilizarão do recurso para compreender um assunto.

Outra sugestão interessante para ser desenvolvida pelo professor quando este utiliza animações audiovisuais no ensino, é comunicar aos seus alunos quais pontos devem ser observados com atenção. Isto pode ser feito por meio do

levantamento de alguns questionamentos antes da exibição do material didático. Dessa forma, o professor conduzirá seus alunos para o caminho que se pretende seguir.

Vale ressaltar que existem diversos recursos didáticos e até mesmo materiais de baixo custo que contribuem para a aprendizagem. As animações audiovisuais possuem características que evidenciam seu potencial educativo, pois como destaca Penteado (2011, p. 30):

o cinema de animação educa, instiga a criatividade, desenvolve a imaginação, fascina. Envolve os sentidos, o olhar, o sentir, o ouvir, mexe com o corpo. É uma ferramenta pedagógica poderosa [...].

Dessa forma, buscamos utilizar as animações nos vídeos sobre o teorema de Tales, incorporando os doze princípios da aprendizagem multimídia intitulados por Mayer (2009), que estão apresentados adiante.

### 1.3 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO TEOREMA DE TALES

Pensando em como proporcionar aos estudantes do Ensino Fundamental a aprendizagem do teorema de Tales, buscamos investigar a importância da tecnologia para a abordagem deste tema e como ela pode ser utilizada no desenvolvimento de atividades práticas que despertem o interesse do aluno em aprender. Buscamos conhecer quais as dificuldades dos professores com o tema ou na abordagem tecnológica, além disso, pretendemos conhecer um pouco mais a respeito de como o conteúdo é abordado no livro didático, para assim termos base para a criação dos vídeos educacionais.

Os diversos recursos tecnológicos, possibilitam aos educadores o desenvolvimento de atividades dinâmicas referentes ao teorema de Tales, que aproximam o estudante do conteúdo, pois são capazes de relacioná-lo com a realidade cotidiana (OLIVEIRA; SANTOS, 2013). Um software como o *Geogebra* por exemplo, permite a construção e a visualização do objeto, contribuindo com a demonstração algébrica do teorema. Desse modo, o aluno compreende o assunto, para que posteriormente seja capaz de identificar situações do seu cotidiano em que este conteúdo será útil.

Atividades que possibilitam a construção da figura que representa o teorema de Tales tornam as aulas deste conteúdo mais dinâmicas e levam os estudantes a refletirem a respeito do que foi construído. Esse tipo de abordagem é importante no ensino do tema pois incentiva a experimentação e a análise investigativa, o que proporciona o desenvolvimento da autonomia do aluno envolvido neste processo (OLIVEIRA; SANTOS, 2013).

De acordo com Oliveira e Santos (2013), alguns professores de matemática, mesmo aqueles com mais anos de experiência na profissão, apresentam dificuldades relacionadas aos conteúdos abrangidos pelo teorema de Tales, como por exemplo o tópico razão e proporção, o que pode prejudicar o ensino do tema. Conhecer o conteúdo é fundamental para que seja possível desenvolver estratégias para a sua abordagem.

Por essa razão, buscamos compreender mais a respeito do tema se baseando na pesquisa de Almeida (2013), em como o teorema de Tales é demonstrado nos livros didáticos do 9º ano. Por meio das análises feitas pelo autor, percebemos quais erros deveriam ser evitados e quais especificidades deveriam ser levadas em consideração na apresentação, demonstração e exemplificação do tema.

Alguns erros observados foram a não apresentação de determinados conteúdos preliminares ao teorema de Tales nos capítulos anteriores do livro, o que poderia comprometer a construção do conhecimento dos alunos, a abordagem direta do conteúdo, sem nenhuma motivação precedente e a não apresentação de exemplos de aplicação após a demonstração do teorema (ALMEIDA, 2013).

Percebemos por meio das análises que é importante revisar os demais conteúdos contemplados pelo teorema de Tales. No livro didático, a falta de abordagem desses conteúdos pode fazer com que os alunos apresentem mais dificuldade na compreensão da demonstração algébrica do objeto. Além disso, é importante conectar a parte algébrica com a geométrica no que se refere ao teorema, assim como de qualquer outro conteúdo matemático, para que os estudantes percebam que não se trata de coisas diferentes e que uma representação contribui para o desenvolvimento da outra.

Dessa forma, acreditamos que uma maneira de tratar o conteúdo por meio dos vídeos seria com a criação de um vídeo introdutório, abordando os principais conceitos relacionados com o tema e apresentar aos alunos participantes do desenvolvimento desta pesquisa.

Tendo revisado os assuntos relacionados ao conteúdo, partimos para a apresentação e a demonstração do teorema, primeiramente de maneira intuitiva e posteriormente de maneira mais formal. Por fim, mostramos exemplos de aplicação do teorema de Tales no cotidiano.

O teorema de Tales pode ser enunciado de diversas formas nos diferentes países do mundo, mas seu enunciado mais popular é “Se um feixe de retas paralelas é interceptado por duas retas transversais então os segmentos determinados pelas paralelas sobre as transversais são proporcionais” (BONGIOVANNI, 2007, p. 94). Por muitos séculos, este enunciado era conhecido como teorema dos segmentos proporcionais e apenas no final do século XIX, ele passou a ser chamado de teorema de Tales.

A origem do teorema de Tales está relacionada às situações que envolvem as relações de paralelismo e proporção, conectando a geometria com os números. Além disso, este teorema é relevante para a teoria da semelhança, para a trigonometria e geometria espacial (HOLANDA; SILVA, 2020), reforçando como é importante que os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental compreendam este conteúdo, pois além de necessário para situações do cotidiano, é base para outros conteúdos que serão vistos posteriormente.

O filósofo e matemático Tales de Mileto, viveu aproximadamente entre 624-548 a.C. e apesar de ser considerado como “primeiro homem da história a quem foram atribuídas descobertas matemáticas específicas” (BOYER, 2019, p. 55), criador da geometria dedutiva, dentre outras atribuições, pouco se sabe sobre sua história de vida e suas obras.

#### 1.4 A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

A TCAM é uma teoria que tem como base experimentos realizados por Richard Mayer, ao longo de mais de duas décadas (THEES, 2019). Utilizando os pressupostos desta teoria, podemos proporcionar aos estudantes ferramentas

de estudo interativas por meio de recursos multimídias, como por exemplo: apresentação oral acompanhada de imagens ou vídeos no *Power Point*, vídeos educativos e jogos digitais com objetivos didáticos (CARDOSO, 2014).

Mayer acredita que o processo de aprendizagem pode ser baseado em três premissas, provenientes do campo das ciências cognitivas, sendo elas o canal duplo, a capacidade limitada de processamento das informações captadas e o processamento ativo. Para o autor, existem dois canais (o auditivo e o visual) que, respectivamente, processam sons e imagens.

Dessa forma, essa teoria pode ser utilizada na produção de qualquer material didático que utilize som e imagem, uma vez que a aprendizagem ocorre principalmente por esses dois canais (THEES, 2019).

No entanto, é necessário cautela para não sobrecarregar um desses canais, principalmente quando se trata de aprendizagem, pois eles possuem capacidade limitada de processamento na memória de trabalho<sup>5</sup>. Ao ouvir as palavras, narrações ou qualquer outro som, um indivíduo armazena tais informações na memória de trabalho, o mesmo ocorre com as imagens e os textos escritos (THEES, 2019).

Quando um vídeo é apresentado, por exemplo, em uma situação de aprendizagem, um aluno não é capaz de reter todos os sons e imagens contidas no material. Isso porque, de acordo com Mayer (2009), a aprendizagem multimídia ocorre por meio de um processamento ativo, baseado na seleção de sons e imagens relevantes, que se agrupam com os conhecimentos prévios de um aluno para darem origem a um novo conhecimento.

A TCAM apresenta algumas orientações que devem ser levadas em consideração no momento de se desenvolver uma mídia educativa. Uma delas é que estes materiais sejam precisos na abordagem do conteúdo, apresentando somente as ideias principais inerentes a ele e as representações visuais. As

---

<sup>5</sup> “A memória de trabalho é utilizada para manter e manipular conhecimentos de maneira ativa e consciente” (THEES, 2019, p. 131).

imagens e os textos devem estar conectados, possuírem qualidade visual, serem de fácil compreensão e relacionados com a realidade do aluno.

As representações correspondentes às vias auditiva e visual simultaneamente, ajudam a dar sentido ao conteúdo representado, fazendo com que a mídia utilizada nessa situação favoreça a compreensão do conceito a ser ensinado (CARDOSO, 2014).

Um exemplo cotidiano que apresenta a importância de não sobrecarregar o canal visual é quando uma pessoa assiste a um filme ou série com um idioma que ela não compreende. Geralmente ela ativa a legenda com um idioma compreensível, mas dependendo da velocidade das cenas e das falas, esta pessoa pode não conseguir acompanhar a cena ou a legenda e provavelmente perderá algum detalhe importante da história (CARDOSO, 2014).

Um ponto importante destacado por Cardoso (2014) é que apesar do fato de a TCAM defender a ideia de que a aprendizagem ocorre pelas vias auditiva e visual simultaneamente, não quer dizer que indivíduos que possuem algum tipo de deficiência em uma destas duas vias, não sejam capazes de aprender ou tenham seu desenvolvimento escolar prejudicado. Isso porque o cérebro desses indivíduos se adapta à condição deles, desenvolvendo outras estratégias para compreender os conteúdos que eles estudam.

Mayer (2009) apresenta doze princípios que possibilitam facilitar a aprendizagem e orientar na produção de uma mídia educativa (Quadro 1).

Quadro 1 – Os doze princípios propostos por Mayer (2009)

<b>Princípio</b>	<b>Categoria</b>
Coerência	Princípios para reduzir o processamento supérfluo
Sinalização	
Redundância	
Contiguidade Espacial	
Contiguidade Temporal	

Segmentação	Princípios para gerenciar o essencial
Pré-treino	
Modalidade	
Multimídia	Princípios para promover a generalização
Personalização	
Voz	
Imagem	

Fonte: Os autores.

Os princípios da primeira categoria (Quadro 1), visam o processamento de informações que, possuem pouca relevância para a compreensão dos conteúdos a serem apresentados por meio do recurso multimídia. A presença de informações superficiais pode sobrecarregar o sistema cognitivo do sujeito e desviar a sua atenção daquilo que realmente é importante para a sua aprendizagem.

A respeito dos princípios para reduzir o processamento supérfluo, podemos destacar que, a coerência propõe que informações irrelevantes sejam omitidas do material, ainda que sejam interessantes, pois se não forem o que realmente se espera que seja aprendido, não é necessário expor naquele momento. Da mesma forma, imagens que tem por intuito apenas enfeitar a mídia, podem chamar mais a atenção do aluno do que aquilo que realmente é relevante e prejudicar o aprendizado dele (THEES, 2019).

A sinalização é um princípio que está voltado para dar ênfase nas informações mais importantes da apresentação multimídia, por meio de elementos de destaque. Este princípio pode ser empregado de diferentes formas, seja por meio de setas indicativas, alteração no tom de voz, de maneira que destaque uma palavra ou conceito, sublinhando, colocando em negrito, indicando com cores, dentre diversas outras possibilidades (ALMEIDA, 2014).

O princípio da redundância admite que “As pessoas aprendem melhor a partir de imagens e narração do que a partir de imagens, narração mais texto escrito” (THEES, 2019, p. 136). A adição deste último elemento sobrecarrega o canal

visual, pois faz com que o indivíduo compartilhe a sua atenção entre as imagens e o texto. No entanto, quando são utilizados sons e imagens, este último elemento serve para dar significado às narrativas, promovendo a compreensão do assunto.

Outro princípio referente à primeira categoria é o da contiguidade espacial, que ressalta a importância da inserção do texto escrito próximo a imagem correspondente a ele, principalmente em situações em que o texto é fundamental para a compreensão da imagem, devido a sua complexidade (THEES, 2019). De acordo com Mayer (2001), ao situar os textos e imagens correspondentes próximos um do outro, permitimos que o sujeito que acessa a mídia, evite utilizar seus recursos cognitivos para buscar visualmente ambas as informações (texto e imagem) no material.

O último princípio da primeira categoria, denominado de contiguidade temporal, como o próprio nome sugere, diz respeito à localização das representações no tempo. Mayer (2009) profere que o aprendizado é mais efetivo quando as narrações e imagens são apresentadas simultaneamente e não de maneira sucessiva (THEES, 2019).

No grupo dos princípios para gerenciar o essencial, destacamos: que o princípio da segmentação apresenta a ideia de que “As pessoas aprendem melhor quando a mensagem multimídia é apresentada em um ritmo determinado pelo usuário e não em uma sequência contínua automática” (THEES, 2019, p. 137). Ou seja, estaremos facilitando a aprendizagem a partir do momento que apresentamos uma mensagem em etapas, facilitando o trabalho da memória operacional (MAYER, 2005).

O princípio do pré-treino, também correspondente a segunda categoria, diz que quando os indivíduos estão familiarizados com algumas informações apresentadas no recurso multimídia, eles são capazes de aprender com mais facilidade. Ter esse conhecimento prévio sobre o que será estudado, evita o esforço cognitivo que o aluno poderia fazer para relacionar as representações (THEES, 2019).



Mayer (2009) comprovou que quando é realizado um pré-treino, no qual os alunos têm o primeiro contato com algumas informações que integram o conteúdo que será apresentado posteriormente, resultados positivos são alcançados na aprendizagem.

O último princípio da categoria de princípios para gerenciar o essencial é a modalidade. Ele sugere que exibir imagens acompanhadas de sons que as complementam, é mais eficaz para promover a aprendizagem do que apresentar imagens e palavras escritas agregadas, isso porque nesse segundo caso, o canal visual fica sobrecarregado. Integrar palavras expressas oralmente e imagens, distribui as tarefas de processamento entre os dois canais (auditivo e visual) e evita que um deles seja sobrecarregado (THEES, 2019).

A terceira e última categoria é destinada aos princípios para promover a generalização. Os princípios pertencentes a ela buscam o aprendizado ativo, que depende não apenas da capacidade cognitiva do indivíduo, mas de elementos que proporcionem motivação e aproximem ele do material didático (THEES, 2019). São quatro princípios que compõem esta categoria, completando assim os doze princípios intitulados por Mayer.

O princípio multimídia evidencia que a utilização combinada de palavras e imagens é mais eficaz do que apenas palavras, principalmente para alunos em níveis de aprendizado inicial, uma vez que estes possuem dificuldade de relacionar as representações sonoras com os visuais. Estudantes de níveis mais avançados, geralmente não possuem esta dificuldade, sendo capazes de associar as duas representações, dado apenas a representação sonora (THEES, 2019). Um exemplo de mídia que vem sendo empregada na educação e que usa apenas o recurso sonoro, são os *podcasts*<sup>6</sup>.

O segundo princípio contemplado nesta terceira categoria é o da personalização. Ele propõe que as pessoas tendem a aprender com mais eficácia, se o autor da mídia apresentada se direcionar ao público de maneira informal, em uma narrativa direta que o envolve (THEES, 2019).

---

<sup>6</sup> Conteúdo em áudio, disponibilizado através de um arquivo ou streaming, que conta com a vantagem de ser escutado sob demanda, quando o usuário desejar.

O princípio da voz remete ao uso da voz humana e amigável para narrar o conteúdo apresentado na mídia. A sensação que esta humanização do material didático causa no aluno, pode contribuir para o aprendizado dele.

O último princípio da terceira categoria é o da imagem, que apresenta a ideia de que “não necessariamente, as pessoas aprendem melhor quando uma representação visual do narrador é apresentada junto com a narração” (THEES, 2019, p. 140). Entretanto há dois pontos de vista para este princípio, pois de forma análoga ao princípio da voz, a apresentação da figura humana do narrador pode aproximar o estudante da mídia.

Todavia, se pensarmos nos princípios para reduzir o processamento supérfluo, a adição de uma imagem que não está relacionada com aquilo que se pretende ensinar, pode desviar atenção do que realmente é relevante, podendo prejudicar o aprendizado (THEES, 2019). Uma possibilidade seria inserir este elemento de forma moderada, para não causar efeitos negativos na aprendizagem.

Contudo, todos os doze princípios propostos por Mayer (2009), são importantes para proporcionar um material multimídia didático com potencial de ensino e atrativo e assim promover a aprendizagem do teorema de Tales e demais conceitos contemplados nele. Nos vídeos criados, buscamos aplicar todos os princípios da maneira proposta por Mayer (2009), levando em conta que o público-alvo dos vídeos são os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Existem diversos softwares disponíveis para *download* e alguns *applets*<sup>7</sup> que possibilitam a criação de materiais educativos, em que é possível abordar os pressupostos da TCAM, respeitando os doze princípios descritos por Mayer. Dentre essas ferramentas destaco o *Animaker*<sup>8</sup>, que foi utilizado na confecção dos vídeos.

O *Animaker* é uma ferramenta de manuseio simples que possibilita a criação de animações, é possível inserir personagens animados, sons, diferentes cenários

---

<sup>7</sup> Pequenos programas feitos em Java, que se transferem com as páginas web e que o navegador executa no espaço da página.

<sup>8</sup> <https://www.animaker.co/>

e objetos. Ele permitiu a produção dos vídeos animados e seguindo as orientações da TCAM.

A seguir, serão apresentadas as etapas da pesquisa, detalhes a respeito da confecção dos vídeos, os métodos e materiais utilizados na aplicação da pesquisa no ambiente escolar, informações referentes ao público-alvo e uma análise dos dados coletados, buscando verificar quais os resultados alcançados após o uso da metodologia de ensino que envolve animações audiovisuais para ensinar o teorema de Tales.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DOS VÍDEOS

Atendendo aos objetivos desta pesquisa, dois vídeos foram desenvolvidos, respeitando os princípios da TCAM. O primeiro vídeo<sup>9</sup>, intitulado de *Teorema de Tales - parte 1*, aborda os conceitos de razão e proporção, necessários para a compreensão do teorema de Tales.

Inicialmente apresentamos a história de Tales de Mileto como forma de despertar o interesse do aluno a respeito do conteúdo que viria a ser abordado posteriormente. Logo após, introduzimos as definições de razão e proporção, seguidas de exemplos que podem ser observados no cotidiano.

No segundo vídeo<sup>10</sup>, intitulado de *Teorema de Tales - parte 2*, buscamos apresentar inicialmente, uma demonstração intuitiva do respectivo teorema, a partir da história de que Tales teria descoberto a altura das pirâmides utilizando elementos básicos da natureza, como a sombra projetada pelo sol e um graveto (Figura 1). Em seguida, apresentamos o enunciado do teorema, uma demonstração mais formal dele e um exemplo aplicável no cotidiano.

Figura 1 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 2



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Para a produção dos vídeos, foi necessário a criação de roteiros, que serviam como base para a elaboração de cada cena. A partir da construção do roteiro do

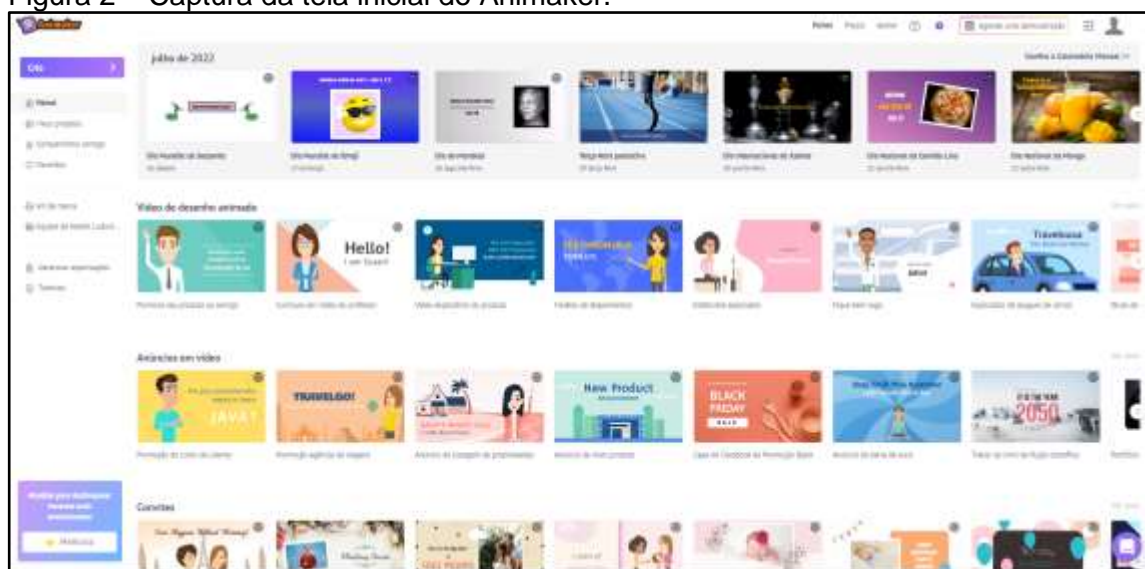
<sup>9</sup> <https://youtu.be/LmMS-EKY71Q>

<sup>10</sup> [https://youtu.be/rZq3QH\\_t8gY](https://youtu.be/rZq3QH_t8gY)

primeiro vídeo (APÊNDICE E), demos início ao seu desenvolvimento. Somente após concluirmos o primeiro vídeo, produzimos o segundo roteiro (APÊNDICE F) e o segundo vídeo.

Como citado anteriormente, utilizamos o *Animaker* para produzir os vídeos. A ferramenta possui diversas funções disponíveis gratuitamente, mas oferece alguns pacotes de assinatura, no entanto, nos limitamos a versão gratuita. Na página inicial do *Animaker*, estão disponíveis diversos modelos de vídeos que podem servir como base para a criação de novos vídeos animados (Figura 2), entretanto é possível criar animações do zero.

Figura 2 – Captura da tela inicial do Animaker.



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Com o roteiro pronto, o primeiro passo para o desenvolvimento do vídeo *Teorema de Tales - parte 1*, foi a escolha de um modelo, que ocorreu de forma aleatória, sem seguir nenhum critério. Em seguida, criamos a personagem que representaria a primeira autora deste trabalho, seguindo o princípio da imagem. Ao longo do processo, os demais personagens foram criados. O *Animaker* dispõe de uma variedade de personagens prontos (Figura 3) e permite a criação de novos, com diferentes características.

Figura 3 – Captura da tela de personagens do Animaker



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Ainda é possível determinar a expressão facial dos personagens em cada cena e o movimento que eles devem realizar. Outras funcionalidades da ferramenta são a possibilidade de inserir ícones, formas, emojis, textos, imagens, vídeos e sons.

Como o intuito era criar vídeos que respeitassem os princípios da aprendizagem multimídia, buscamos apresentar apenas o que era relevante para o aprendizado do aluno. Principalmente por se tratar de vídeos animados, é necessário ter cautela para não desviarmos a atenção do telespectador para elementos que não estão relacionados ao nosso objetivo. Assim, apesar da disponibilidade de elementos visuais, buscamos considerar o princípio da coerência.

Em todo o vídeo, tentamos representar as palavras narradas por meio de imagens, de acordo com o princípio multimídia, para minimizar a dificuldade daqueles que não conseguem associar as representações sonoras de um objeto, à visual, somente a partir da representação sonora.

Um exemplo disto pode ser observado na captura de tela do vídeo na Figura 4. Quando mencionamos que Tales de Mileto foi um filósofo, matemático e astrônomo grego, trazemos de maneira visual, elementos que representam tais características no personagem, de modo que o aluno consiga associar as representações.

Figura 4 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 1



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Em determinados momentos do vídeo, são realizadas operações matemáticas. Buscamos utilizar setas indicando o passo a passo realizado no desenvolvimento dessas operações, conforme orienta o princípio da sinalização (Figura 5).

Figura 5 – Captura de tela do vídeo Teorema de Tales - parte 1

$$\frac{2}{14} = \frac{200}{X}$$

$$2X = 200 \times 14$$

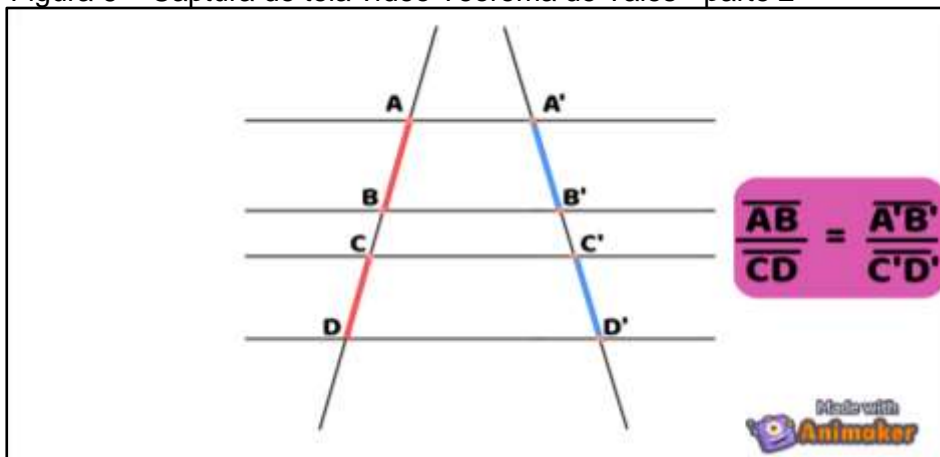
$$2X = 2800$$

$$X = 1400$$

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

O princípio da sinalização também foi aplicado no vídeo *Teorema de Tales - parte 2*. Um exemplo pode ser observado na Figura 6, onde indicamos com cores, os segmentos das retas transversais os quais nos referimos na narração.

Figura 6 – Captura de tela vídeo Teorema de Tales - parte 2



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Após concluído o desenvolvimento de cada cena proposta no roteiro, partimos para a gravação do áudio. O *Animaker* dispõe de uma função na qual é possível dar voz aos personagens de maneira computacional, entretanto, seguimos o que Mayer (2009) intitula de princípio da voz, utilizando de voz humana para narrar as cenas, a fim de aproximar os estudantes da mídia.

O áudio foi gravado com o auxílio de um microfone profissional e editado no aplicativo *Anchor*, uma ferramenta gratuita que possibilita gravar e editar áudios, permitindo até mesmo a inserção de trilhas sonoras e efeitos de transição.

Com o áudio gravado e editado, fizemos *upload* do arquivo para a plataforma *Animaker* e sincronizamos as cenas com a narração, de modo que a narração acompanhasse simultaneamente as imagens correspondentes, seguindo o que orienta o princípio da contiguidade temporal.

Consideramos o princípio da segmentação, ao dividirmos a apresentação do conteúdo em dois vídeos, um introdutório e outro de demonstração e aplicação do teorema. Com isso, evitamos que os vídeos tivessem longa duração, pois este aspecto poderia afetar o foco dos alunos (CARDOSO, 2014).

Além disso, dentro de cada vídeo, temos subdivisões em etapas. Dividimos o primeiro vídeo em algumas unidades: história do personagem; definição do conceito de razão; aplicação da razão no cotidiano; definição do conceito de proporção; aplicação da proporção no cotidiano. No segundo vídeo, separamos as seguintes unidades: demonstração informal do teorema de Tales; demonstração formal; aplicação do teorema no cotidiano.



Com a abordagem dos conceitos de razão e proporção no primeiro vídeo, ao assistirem o segundo vídeo, os alunos estavam familiarizados com estes conceitos, que são utilizados constantemente durante a resolução dos problemas propostos. Dessa forma, consideramos que o primeiro vídeo sirva como um pré-treino para facilitar a compreensão do segundo.

O único princípio que não foi considerado nos vídeos foi o da contiguidade espacial, pois não houve casos em que uma imagem essencialmente precisasse de um texto escrito ao lado para que fosse compreendida, dado o nível do público alvo dos vídeos.

## 2.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa ocorreu em uma escola localizada no município de São Mateus-ES e se trata de uma escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio. Ela dispõe de turmas de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental e turmas de 1º ano do Ensino Médio, no ano em que foi realizada a pesquisa e atende alunos de todo o município. Escolhemos esta escola, pois a primeira autora desta pesquisa tinha familiaridade com a equipe e com os alunos da instituição, devido ao período em que atuou como estagiária.

A coleta de dados aconteceu no turno matutino e o contato com os estudantes foi feito por intermédio da professora responsável pelas turmas de 9º ano, pois é a etapa de escolaridade em que o teorema de Tales está incluído no currículo do Espírito Santo<sup>11</sup>.

A coleta de dados ocorreu em quatro encontros, sendo o primeiro destinado a apresentação do projeto para as duas turmas e entrega dos formulários de autorização (APÊNDICE A). Após apresentar os objetivos desta pesquisa, foi solicitado aos alunos que se manifestassem caso tivessem interesse em participar.

Atualmente, as turmas 9ºM01 e 9ºM02 são compostas por 35 alunos. Ao todo, 33 estudantes com idade variando entre 14 e 15 anos, se propuseram a colaborar com a pesquisa, sendo 15 da turma 9ºM01, e 18 da turma 9ºM02. A

---

<sup>11</sup> [https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Curriculo\\_ES\\_Matematica.pdf](https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Curriculo_ES_Matematica.pdf)

maioria deles nunca tiveram contato com o teorema de Tales anteriormente, portanto os vídeos apresentados foram de introdução do conteúdo, que só será apresentado pela professora regente mais adiante.

Entretanto, dos 33 alunos que se voluntariaram para contribuir com a pesquisa, 31 participaram da fase inicial de verificação, sendo 14 da turma 9ºM01 e 17 da turma 9ºM02. Ao fim da pesquisa, na fase de aplicação do questionário, cada turma contava com um aluno a menos, pois estes não estavam presentes na escola no dia. Em relação ao número de alunos que participaram até o final da pesquisa, 22 eram do sexo feminino e 7 eram do sexo masculino.

A turma 9ºM01 possui alunos com menos dificuldade de aprendizagem, se comparados aos alunos da turma 9ºM02. Tal característica foi observada pela primeira autora e confirmada pela professora responsável pelas turmas, por meio de conversas informais.

### 2.3 INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A presente pesquisa é classificada como qualitativa, tendo o ambiente escolar como fonte direta de dados. Um dos objetivos desse tipo de pesquisa é “traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social; trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação” (MAANEN, 1979a, p. 520).

No desenvolvimento de nosso trabalho, utilizamos como instrumentos para a coleta dos dados, um pré-teste (APÊNDICE B) que tinha como objetivo identificar as dificuldades dos alunos participantes, a respeito do teorema de Tales e um pós-teste (APÊNDICE C) que pretendia apontar possíveis contribuições do material utilizado para a aprendizagem deste teorema.

O pré-teste foi fornecido em folha impressa para os alunos participantes, assim como toda fase experimental foi realizada somente sob permissão dos pais.

No formulário de autorização foram apresentados o título e os objetivos da pesquisa, para que os pais ou responsáveis pelos alunos interessados tivessem ciência do que se tratava a investigação. Foi solicitado ao aluno que

apresentasse a sua idade, para que junto com as demais informações (série, escola), pudéssemos caracterizar o público-alvo da pesquisa.

Dada a autorização da família para a participação dos alunos na pesquisa, iniciamos a segunda fase da aplicação, onde o conteúdo foi apresentado por meio de vídeos educativos, produzidos pela pesquisadora, que contemplavam os princípios da TCAM.

Logo após assistirem aos vídeos, foi entregue aos alunos uma lista de atividades com quatro questões discursivas, classificada como pós-teste. As atividades de verificação propostas foram semelhantes às do pré-teste e condizentes com que os alunos assistiram nos vídeos.

Por fim, foi solicitado que os alunos respondessem a um questionário (APÊNDICE D) de satisfação, para sabermos as impressões deles a respeito do material produzido e da metodologia de ensino utilizada.

## 2.4 A PESQUISA

### 2.4.1 Encontro com os alunos

Para iniciarmos a aplicação da pesquisa no ambiente escolar, foi necessário organizar os dias e horários em que seria possível realizá-la. Para isso, em um primeiro contato com a pedagoga da escola, que prontamente cedeu espaço para a aplicação da pesquisa, deixamos claro que a ideia era que a coleta de dados fosse realizada de maneira fracionada, para não interferir no trabalho dos professores em sala de aula e não prejudicar os alunos que escolheram participar.

A sugestão da pedagoga foi que utilizássemos as aulas de projeto de vida, ensino religioso e estudo orientado, pois são disciplinas em que os alunos não seriam prejudicados ao perder uma aula. Assim, ela disponibilizou o horário dos professores e com base nele, elaboramos o cronograma de aplicação da pesquisa (Tabela 1).

No entanto, como essas disciplinas só possuem uma aula na semana, foi necessário a utilização de uma aula de matemática e uma de português, concedidas pelas respectivas professoras das disciplinas, para que pudéssemos

concluir a pesquisa em um menor espaço de tempo. Como a apresentação da pesquisa e entrega dos formulários ocorreu no mesmo dia em que organizamos o cronograma, não acrescentamos essa data a ele.

Tabela 1 – Cronograma de aplicação da pesquisa.

DIAS DA APLICAÇÃO	ATIVIDADE	TURMA	AULA	DISCIPLINA
Quarta-feira - 22 de junho de 2022	Pré-teste	9ºM01	5ª aula	Português
		9ºM02	5ª aula	Matemática
Quinta-feira - 23 de junho de 2022	Aplicação do vídeo e pós-teste	9ºM01	5ª aula	Projeto de vida
		9ºM02	4ª aula	Projeto de vida
Segunda-feira - 27 de junho de 2022	Questionário	9ºM01	6ª aula	Estudo orientado
		9ºM02	4ª aula	Estudo orientado

Fonte: Os autores.

Vale ressaltar que os encontros foram realizados no refeitório da escola, de modo que não atrapalhasse os professores e os demais alunos que optaram por não participar da pesquisa. Este espaço foi escolhido por ser amplo e ventilado, de forma que os alunos pudessem se sentir confortáveis e por ser o local onde o sinal de internet da escola funciona com mais eficiência, evitando assim transtornos no momento em que os alunos fossem assistir aos vídeos.

#### **2.4.2 Encontro I: Apresentação do projeto e convite para participação**

O primeiro encontro com as turmas ocorreu no dia 21 de junho de 2022. Inicialmente foi realizada uma apresentação oral, para que os alunos tivessem noção do que se tratava a pesquisa, seus objetivos e a importância dela para os pesquisadores.

A primeira turma em que foi realizada esta apresentação foi a 9ºM01, na qual a professora de matemática cedeu alguns minutos de sua aula. O encontro durou cerca de 15 minutos, tempo suficiente para apresentação e entrega dos formulários de autorização para os alunos que manifestaram interesse em

participar. Foi solicitado aos alunos que retornassem os formulários assinados no dia seguinte, para que pudéssemos iniciar a primeira fase da pesquisa.

Os questionamentos levantados pelos alunos desta turma foram referentes ao teorema de Tales e se o conteúdo seria difícil. Alguns ainda questionaram se seria algo parecido com o que eles estavam estudando no momento, que era teorema de Pitágoras.

Logo em seguida, foi a vez de apresentar a pesquisa para os alunos da turma 9ºM02. Desta vez, a professora de ciências foi quem cedeu o tempo de sua aula, que foi equivalente ao da turma anterior. Nesta turma, os questionamentos foram semelhantes, mas mesmo assim os alunos se mostraram curiosos e interessados com o tema e com a metodologia. Neste primeiro dia, 33 alunos das duas turmas se voluntariaram para ajudar na pesquisa e levaram para casa as autorizações.

#### **2.4.3 Encontro II: Aplicação do pré-teste**

Como programado com os alunos, no dia 22 de junho de 2022, retornamos à escola para iniciarmos a pesquisa. Neste dia, os alunos da turma 9ºM01 não tinham aula de matemática, projeto de vida e estudo orientado. Mas para que a aplicação do pré-teste ocorresse em ambas as turmas neste mesmo dia, solicitamos à professora de português, que fornecesse um tempo de suas aulas, uma vez que neste dia ela teria duas aulas de 50 minutos nesta turma. Ela demonstrou total disponibilidade em ajudar cedendo um tempo da segunda aula na turma.

A turma 9ºM02, tinha aula de matemática no 5º horário e a professora permitiu que os alunos participantes da pesquisa fossem retirados da sala durante sua aula, alegando que isto não iria atrapalhar o seu planejamento.

Após reunir os alunos de ambas as turmas, foi-lhes explicado novamente como iria ocorrer a primeira fase da pesquisa. A orientação foi que eles tentassem descrever com as próprias palavras o que compreendiam dos conceitos apresentados na atividade (teorema de Tales, razão, proporção, retas, retas paralelas, feixe de retas paralelas cortadas por uma transversal) e que dessem soluções para a resolução das situações problemas propostas.

De antemão, solicitamos aos alunos que se fosse possível, eles trouxessem fone de ouvido no próximo encontro, onde lhes seriam apresentados os vídeos produzidos, de maneira individual.

Assim, durante o 5º tempo de aula, o pré-teste foi aplicado para ambas as turmas simultaneamente. Solicitamos aos alunos que respondessem às questões de maneira individual. Foi possível observar que todos eles estavam levando a sério a pesquisa e que muitos alunos tinham medo do erro e por isso, mesmo com a orientação, alguns ainda consultaram aos colegas, para confirmar se suas hipóteses estavam corretas.

Os alunos da turma 9ºM01, demoraram entre 20 e 30 minutos para responder às questões do pré-teste. Já os alunos da turma 9ºM02, utilizaram os 50 minutos de aula. Conforme eles foram terminando e entregando a atividade, orientamos que eles retornassem para a sala de aula.

#### **2.4.4 Encontro III: Exibição do vídeo e aplicação do pós-teste**

De acordo com o cronograma, no dia 23 de junho de 2022, foi realizada a fase de exibição dos vídeos produzidos e aplicação do pós-teste. No horário da 4ª aula, os alunos da turma 9ºM02 deram início a esta fase de aplicação.

Os alunos tiveram acesso aos vídeos individualmente por meio dos notebooks disponíveis na escola (Figuras 7 e 8) ou pelos próprios aparelhos de celular, de acordo com suas preferências. A utilização destes recursos de forma individual, foi pensada, de modo que os alunos pudessem voltar o vídeo quando e quantas vezes fosse necessário.

Figura 7 – Aluno assistindo aos vídeos produzidos



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Figura 8 – Alunos assistindo aos vídeos produzidos



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Foi programada uma aula de 50 minutos para cada turma, entretanto, ao fim da aula, a maior parte dos alunos da turma 9ºM02, não conseguiram concluir a atividade. Com isso, para que o fator tempo não atrapalhasse os resultados da pesquisa, conversamos com a professora de matemática, que seria a responsável pela turma no horário seguinte e ela permitiu que eles continuassem realizando a atividade.

A 5ª aula estava destinada para que os alunos da turma 9ºM01 assistissem aos vídeos e respondessem ao pré-teste, mas como o número de *notebooks* não era suficiente para as duas turmas, optamos por iniciar esta fase da pesquisa com

eles em um outro momento. Os alunos da turma 9ºM02 utilizaram então, duas aulas de 50 minutos cada nesta etapa da pesquisa.

Para que pudéssemos concluir a aplicação no prazo programado, foi necessário reformular o cronograma. No dia 27 de junho de 2022, pedimos então, à professora de ensino religioso, se poderíamos retirar os alunos da turma 9ºM01 envolvidos na pesquisa, da sala no momento de sua aula, que seria no 5º horário e ela prontamente permitiu. Assim, eles teriam mais tempo para assistir aos vídeos e responder ao pós-teste, dado que o 6º horário já estava reservado para eles responderem ao questionário.

No entanto, neste dia todos os *notebooks* da escola estavam sendo utilizados por uma professora. Questionamos então aos alunos, se todos tinham celular e a maior parte deles respondeu que sim e ainda se ofereceram de formar duplas ou trios com os colegas que não tinham acesso (Figura 9) e assim foi feito.

Figura 9 – Alunos assistindo aos vídeos produzidos por meio seus aparelhos eletrônicos



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

A turma 9ºM01 concluiu esta etapa da pesquisa com cerca de 1 hora e 10 minutos. Dessa forma, concluímos a fase de aplicação do vídeo e pós-teste, em ambas as turmas.

#### **2.4.5 Encontro IV: Aplicação do questionário**

No dia 27 de junho de 2022, estava programada a aplicação do questionário de satisfação. Na turma 9ºM02, realizamos esta fase com cerca de 30 minutos e



finalizamos a pesquisa, agradecendo aos alunos pela participação e compromisso, e lhes entregando uma lembrança simbólica.

Nesta fase, a orientação dada aos alunos é que fossem sinceros com suas opiniões, pois elas seriam importantes para a análise dos dados da pesquisa e para que pudessemos melhorar nos futuros vídeos a serem produzidos.

Após os alunos da turma 9ºM01 concluírem a segunda etapa da pesquisa, eles deram início a fase do questionário, que foi concluída em cerca de 15 minutos. Da mesma forma que procedemos com a outra turma, finalizamos com um discurso de gratidão e lhes entregamos as simbólicas lembranças.

Após recolher os questionários, os alunos fizeram algumas colocações de maneira informal, agradeceram pela oportunidade de participar da pesquisa e se colocaram disponíveis para outras pesquisas que nos propusermos a realizar. Finalizamos agradecendo a pedagoga do turno matutino, pelo espaço cedido e pela confiança em nos permitir realizar a pesquisa.

Os resultados obtidos a partir da aplicação dos pré-testes, pós-testes e questionários nos encontros descritos nesta seção, serão expostos de forma detalhada no próximo capítulo.

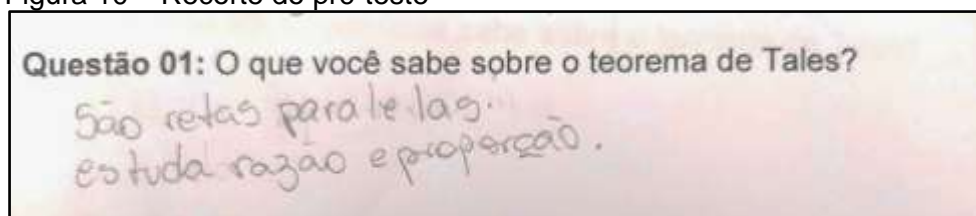
### 3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados coletados se deu por meio da observação dos resultados das atividades de verificação, realizadas antes e após o uso da metodologia de ensino. Após a aplicação do pré-teste, buscamos analisar as respostas dos alunos e categorizá-las para que fosse possível apresentar os dados obtidos por meio de gráficos, permitindo uma visualização mais sucinta dos resultados. O desenvolvimento das categorias ocorreu após a análise dos dados, de acordo com as respostas obtidas.

Para as questões de 1 a 4, consideramos as seguintes categorias: *Não responderam*; *Demonstraram conhecimento sobre o assunto*; *Responderam de forma equivocada*. Vamos chamá-las respectivamente de NR, DC e RE. Na categoria NR, a grande maioria dos alunos argumenta não saber responder as questões, pois não haviam estudado o conteúdo em sala de aula ainda.

Na categoria DC, consideramos as respostas dos alunos que apresentaram algumas noções corretas sobre o assunto. Na Figura 10 é possível observar um exemplo de resposta dada pelos alunos, que se enquadra dentro desta categoria.

Figura 10 – Recorte do pré-teste

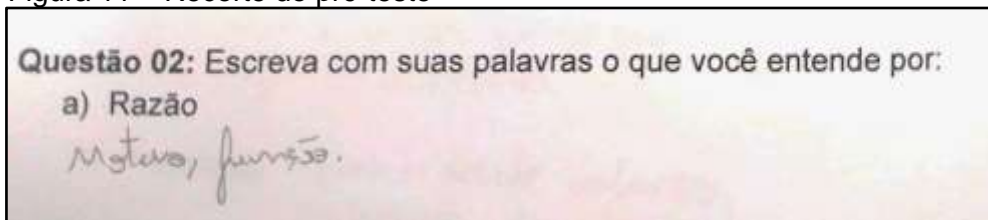


Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

O aluno citou alguns conceitos relacionados ao teorema de Tales, demonstrando que possuía algum conhecimento a respeito do assunto, mesmo que limitado. Apenas um aluno foi capaz de enunciar o teorema de maneira mais formal, pois já havia tido contato com o conteúdo fora da sala de aula.

Por fim, na categoria RE, incluímos as respostas que não condizem com o contexto do tema. Observe na Figura 11, um exemplo de resposta que foi classificada nesta categoria.

Figura 11 – Recorte do pré-teste

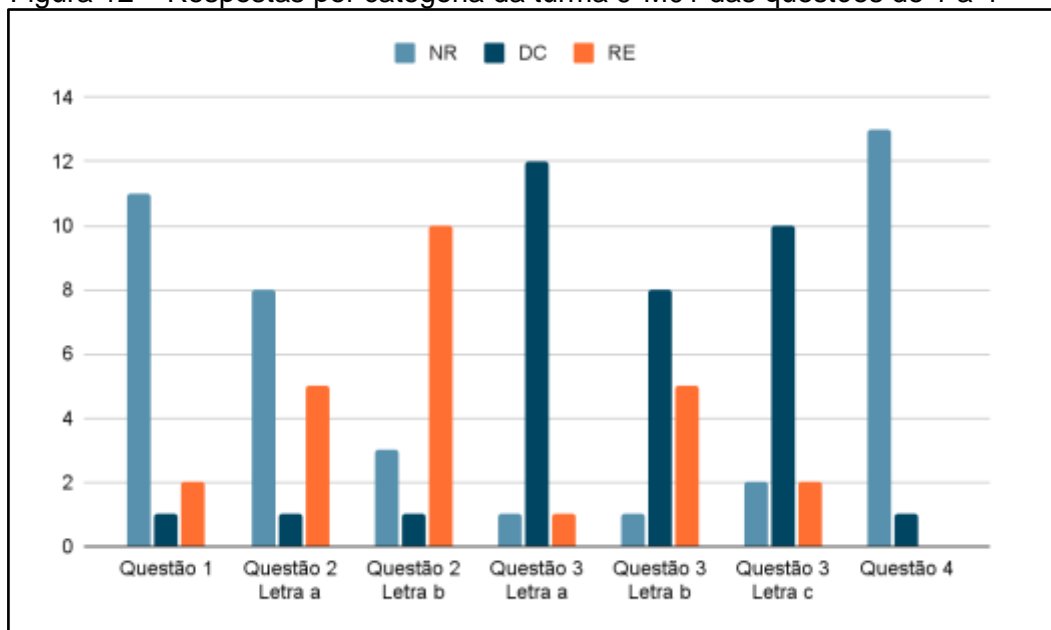


Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Note que o aluno respondeu da maneira que compreendia o conceito de razão, porém sua resposta não condiz com o contexto em que a palavra está inserida, que neste caso, é a Matemática. Muitos alunos cometeram o mesmo equívoco na hora de responder esta questão.

Observe o gráfico de colunas na Figura 12, o quantitativo de respostas da turma 9ºM01, em cada uma das categorias propostas, relativo às questões de 1 a 4 do pré-teste. Nesta fase da pesquisa, participaram 14 alunos desta turma.

Figura 12 – Respostas por categoria da turma 9ºM01 das questões de 1 a 4



Fonte: Os autores.

Podemos perceber que grande parte dos alunos desta turma não demonstraram conhecimento a respeito do conteúdo teorema de Tales e de alguns dos conceitos abrangidos por ele. No entanto, tinham noção dos conceitos básicos de reta, retas paralelas e feixe de retas paralelas cortadas por uma transversal.

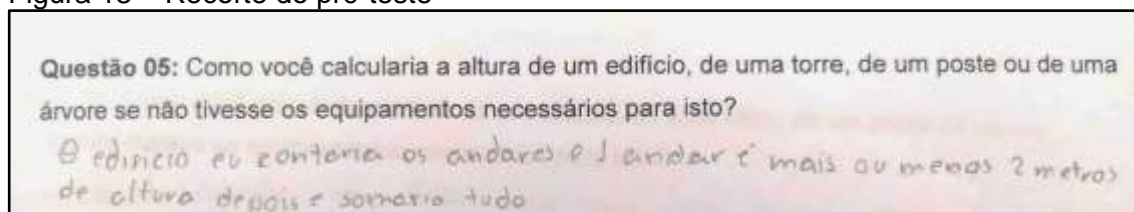
Devido à variedade de respostas possíveis e aceitáveis para a questão 5, consideramos ainda a categoria NR e outras duas novas categorias:

*Responderam que utilizariam o teorema de Tales; Apresentaram diferentes sugestões. Denotaremos as duas novas categorias, respectivamente de UT e DS.*

Estão incluídas na categoria UT, os alunos que apresentaram como resposta que, utilizariam o teorema de Tales para resolver as situações propostas. Estes alunos não sabiam como proceder com a resolução, contudo concluímos que suas respostas foram meramente intuitivas.

Na categoria DS, foram consideradas todas as respostas, mesmo que equivocadas, respeitando a lógica desenvolvida por cada aluno no processo de resolução. Observe na Figura 13 um exemplo de resposta da questão 5, referente a esta categoria, dada por um aluno da turma 9ºM01.

Figura 13 – Recorte do pré-teste

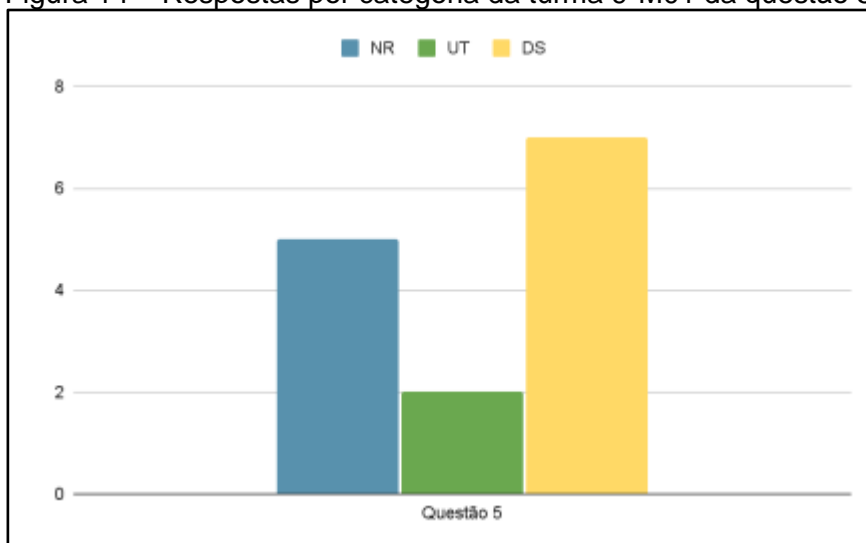


Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

O raciocínio desenvolvido pelo aluno para responder a esta questão não envolve teorema de Tales, o que é compreensível, pois ele nunca teve contato com o assunto. Todavia, não podemos afirmar que a resposta deste aluno está equivocada, pois foi a maneira que ele encontrou para estimar a altura do edifício, dado os conhecimentos que ele detinha naquele momento.

Apresentamos por meio do gráfico na Figura 14, o quantitativo de respostas dos alunos da turma 9ºM01, referentes a cada uma das categorias determinadas, relativo à questão 5 do pré-teste.

Figura 14 – Respostas por categoria da turma 9ºM01 da questão 5



Fonte: Os autores.

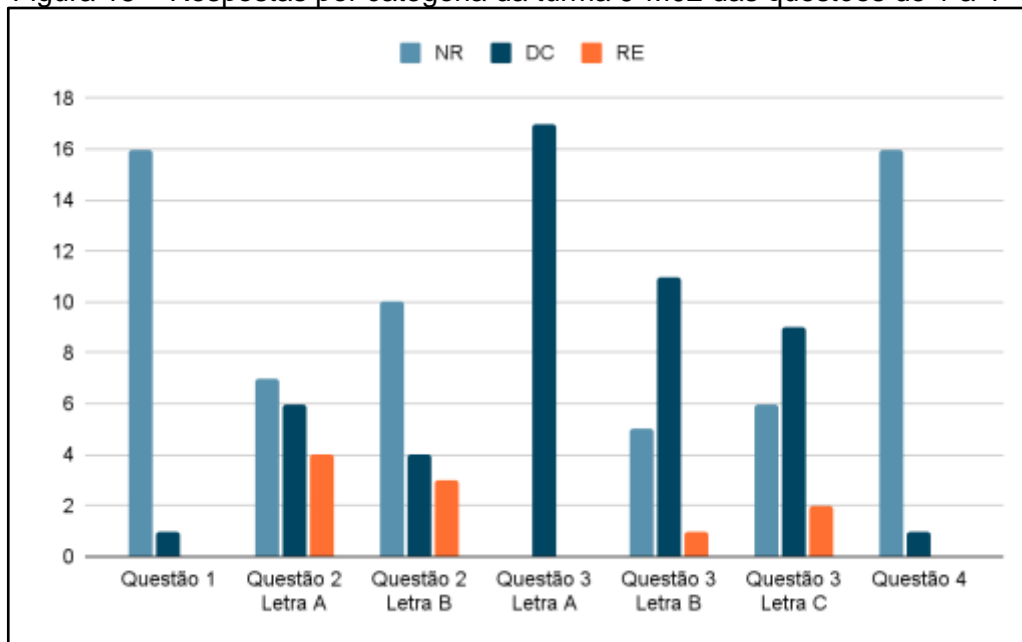
Algumas das ideias apresentadas na questão 5 do pré-teste, classificadas na categoria DS, envolvem o uso da própria altura, mas não se assemelham à ideia intuitiva utilizada por Tales de Mileto, para calcular a altura das pirâmides, que foi a base para o que conhecemos hoje por teorema de Tales.

É importante observar que, nesta turma, o número de alunos que expuseram suas ideias, mesmo que de maneira equivocada, é maior do que o quantitativo de alunos que não responderam à questão. Durante a aplicação da pesquisa foi possível perceber que os alunos se sentem inseguros de expor o próprio raciocínio, por acreditar que podem estar errados.

Na turma 9ºM02, os resultados não foram tão diferentes. Em relação aos conceitos envolvidos, a maioria dos alunos demonstram conhecimento apenas no que se refere às definições básicas de retas, retas paralelas e feixe de retas paralelas cortadas por uma transversal.

No gráfico da Figura 15, está apresentado o quantitativo de respostas dos alunos da turma 9ºM02, de acordo com cada categoria apresentada, relativo às questões de 1 a 4 do pré-teste. Nesta fase da pesquisa, 17 alunos desta turma participaram.

Figura 15 – Respostas por categoria da turma 9<sup>o</sup>M02 das questões de 1 a 4

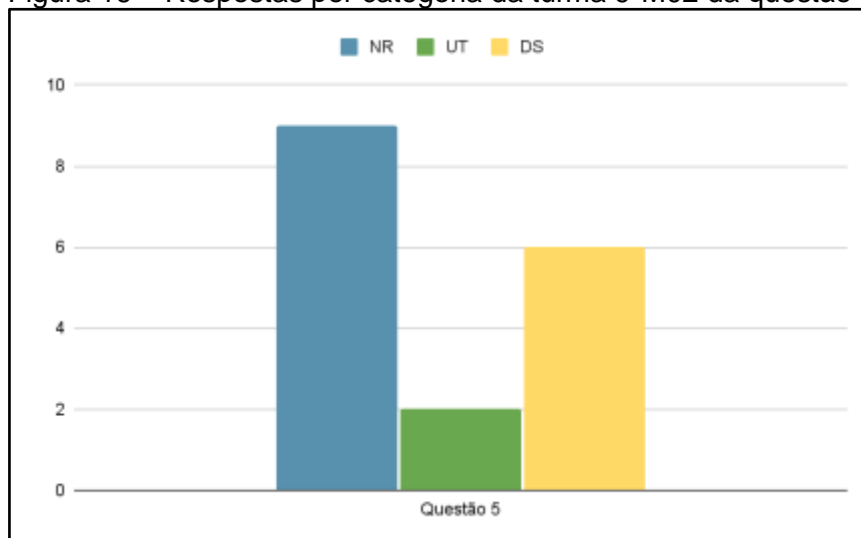


Fonte: Os autores.

Nesta turma, observamos que o quantitativo de respostas relacionadas a categoria RE é sempre menor do que o quantitativo das demais categorias e ainda que a categoria NR é a mais numerosa na maioria das questões. Isso se deve ao fato de que os alunos preferem não responder as questões do que expressar suas ideias, uma característica mais evidente na turma 9<sup>o</sup>M02 do que na 9<sup>o</sup>M01.

Na Figura 16 estão apresentadas o quantitativo de respostas da turma 9<sup>o</sup>M02, referentes à questão 5 do pré-teste, de acordo com cada categoria.

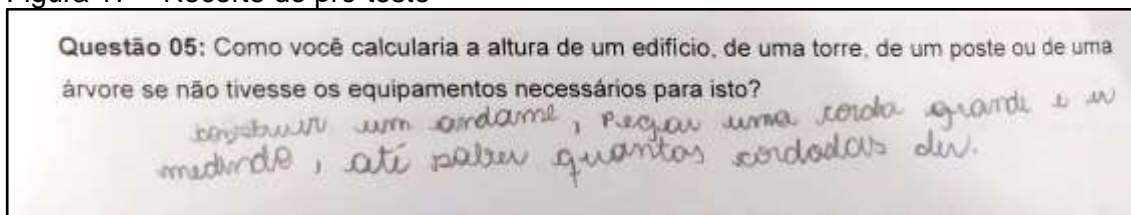
Figura 16 – Respostas por categoria da turma 9<sup>o</sup>M02 da questão 5



Fonte: Os autores.

A maior parte dos alunos da turma 9<sup>o</sup>M02 mais uma vez não soube responder ou optou por não expor seu raciocínio. Algumas respostas referentes a categoria DS, sugerem o uso de objetos como cordas e madeiras para medir a altura de edifícios, torres, postes ou árvores. Segue apresentado na Figura 17 um exemplo de resposta classificada nesta categoria, dada por um aluno desta turma. O aluno sugere uma técnica trabalhosa, dependendo do que se pretende medir.

Figura 17 – Recorte do pré-teste



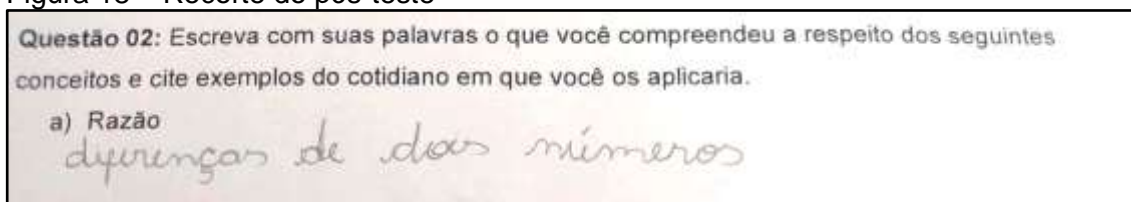
Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

De modo geral, verificamos que os resultados obtidos com o pré-teste são compreensíveis, visto que a maior parte dos alunos nunca haviam tido contato com o conteúdo anteriormente.

Analisando as respostas do pós-teste, verificamos que seria possível classificá-las em apenas duas das categorias já mencionadas, NR e DC. Dessa vez, englobamos na categoria NR, todos alunos que não souberam responder aos questionamentos ou responderam de maneira equivocada, demonstrando que não absorveram o conteúdo por meio do vídeo ou que o apenas o vídeo não foi suficiente para a compreensão do assunto.

Foi solicitado aos alunos que tentassem responder com as próprias palavras o que compreendeu a partir do vídeo, mas sem copiar a definição apresentada nele. Observe na Figura 18 uma das respostas referente à questão 2, letra a), do pós-teste, que foi classificada na categoria NR.

Figura 18 – Recorte do pós-teste

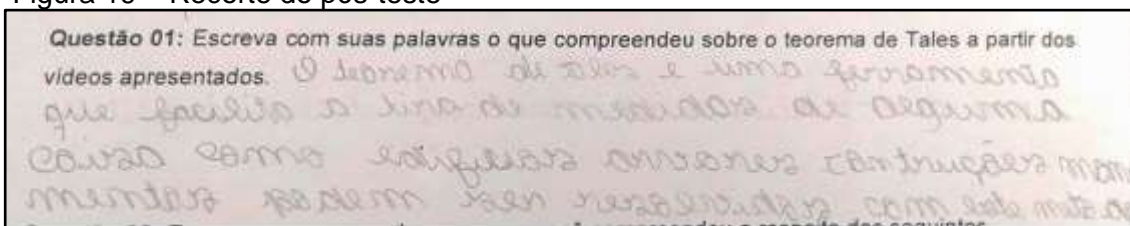


Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

A palavra “diferença”, no contexto matemático, não está relacionada ao conceito de razão, mas sim à subtração de dois números. Portanto, a resposta do aluno foi classificada como equivocada.

Na categoria DC estão incluídas as respostas dos alunos que demonstraram compreensão do assunto após assistirem aos vídeos. Na Figura 19 está apresentada uma resposta classificada na categoria DC, da questão 1 do pós-teste.

Figura 19 – Recorte do pós-teste



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

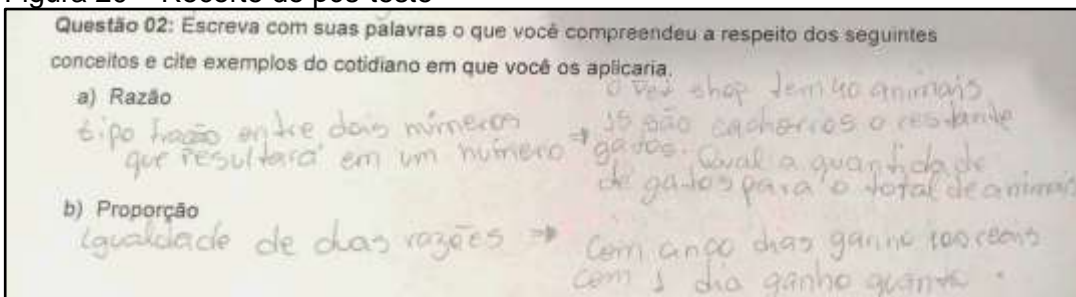
Quadro 2: Transcrição da resposta apresentada na Figura 19

O teorema de Tales é uma ferramenta que facilita a tira de medidas de algumas coisas, como edifícios, árvores, construções e monumentos podem ser resolvidos com este método.

Podemos perceber que a partir dos vídeos apresentados, o aluno compreendeu a utilidade do teorema em situações cotidianas, não havendo necessidade de se utilizar de equipamentos modernos para tal feito.

Outro exemplo dado por um aluno, que demonstra que ele compreendeu além do teorema, os conceitos norteadores (razão e proporção), pode ser observado na Figura 20. Além de escrever sua compreensão a respeito dos dois conceitos, ele ainda consegue exemplificar situações cotidianas em que eles se aplicariam.

Figura 20 – Recorte do pós-teste

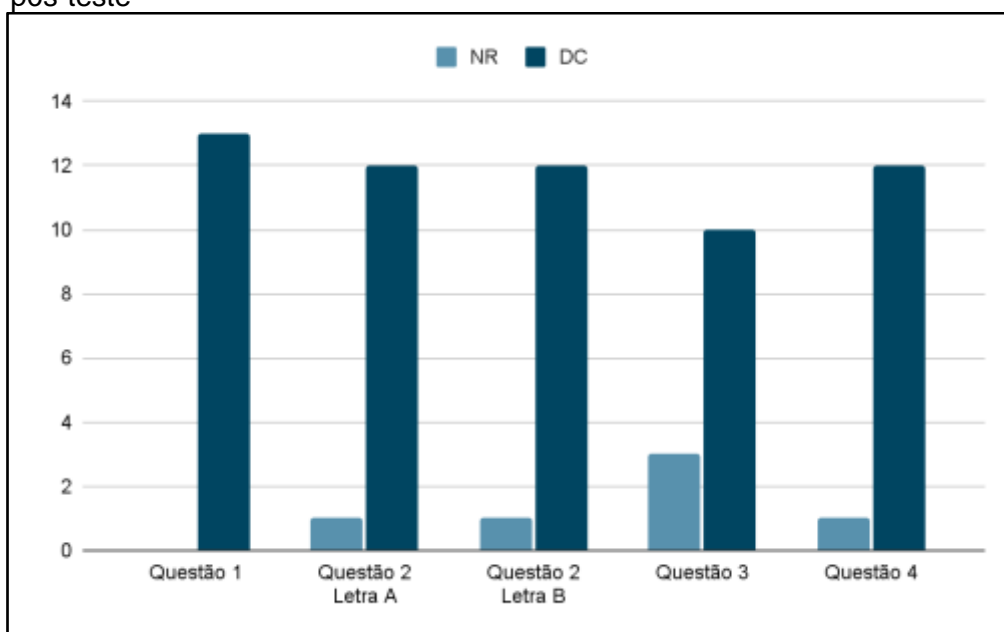


Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.



Contudo, na turma 9<sup>o</sup>M01 os resultados foram majoritariamente positivos (Figura 21). Em todas as questões do pós-teste, o número de alunos que demonstraram compreensão do assunto foi significativamente maior do que o número de alunos que não soube responder ou responderam de forma equivocada. Desta vez, participaram dessa fase da aplicação, 13 alunos desta turma, pois um aluno que participou da primeira fase da aplicação, não estava presente na escola neste dia.

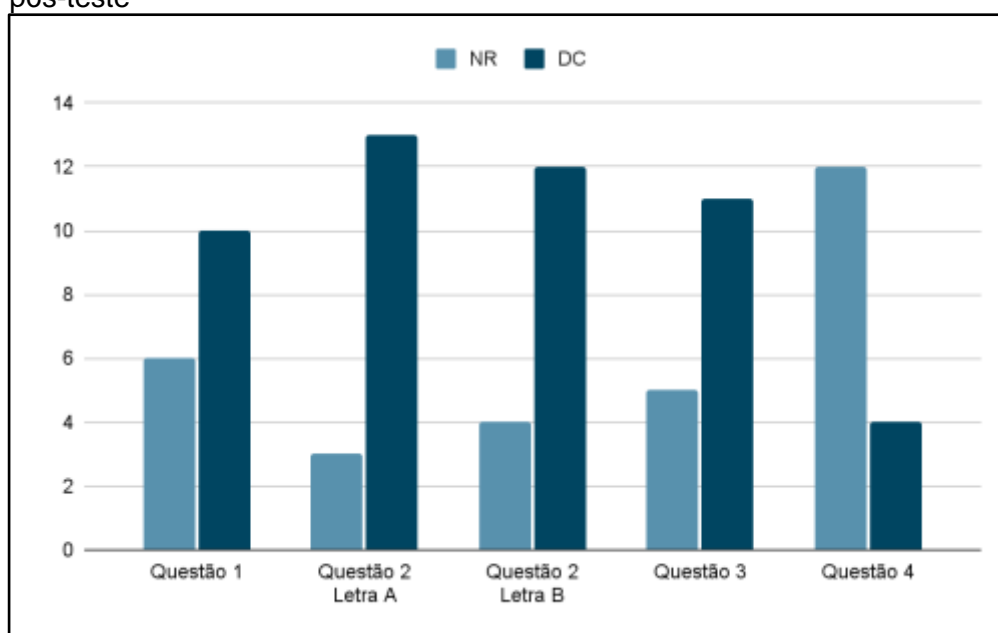
Figura 21 – Respostas por categoria da turma 9<sup>o</sup>M01 das questões do pós-teste



Fonte: Os autores.

Na turma do 9<sup>o</sup>M02, um número considerável de alunos demonstrou não ter compreendido efetivamente os conceitos, entretanto a maioria deles apresentou uma evolução se comparado com os resultados do pré-teste. Estes resultados podem ser observados no gráfico da Figura 22. Nesta fase da pesquisa, participaram somente 16 alunos desta turma, pois um aluno que havia participado da fase de pré-teste não estava presente na escola neste dia.

Figura 22 – Respostas por categoria da turma 9ºM02 das questões do pós-teste



Fonte: Os autores.

Observe que na questão 4, o número de alunos que não soube responder o problema ou resolveu de maneira errada é maior do que o número de alunos que chegou ao resultado esperado. Por se tratar da única questão que exigia interpretação de problema, acreditamos que este seja o foco da dificuldade dos alunos desta turma e que apenas os exemplos apresentados nos vídeos, não foram suficientes para a compreensão deles.

De modo geral, comparando os resultados dos testes de verificação aplicados antes e depois da exibição dos vídeos, notamos que ambas as turmas apresentaram uma evolução significativa, ou seja, foram capazes de compreender algo a partir do material produzido, entretanto, a turma 9ºM01 foi a que apresentou maior evolução.

A fim de conhecer a opinião dos alunos a respeito dos vídeos e sobre quais elementos eles consideraram favoráveis para a compreensão do conteúdo, aplicamos um questionário de satisfação com cinco perguntas.

O primeiro questionamento foi a respeito da utilização de vídeos animados para o ensino do teorema de Tales e em ambas as turmas, a metodologia obteve 100% de aprovação. Os alunos alegaram que foi uma excelente forma de abordagem do conteúdo, apesar de eles nunca terem tido contato com ele anteriormente. Observe na Figura 23, a seguinte ponderação feita por um aluno.

Figura 23 – Recorte do questionário

1. O que você achou da utilização de vídeos animados para o ensino do Teorema de Tales?

Achei bom. É mais fácil do que só ficarem lendo livros.

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Vale ressaltar, que os livros didáticos também são importantes ferramentas de apoio para o trabalho dos docentes, no entanto, possuem menos possibilidades, como por exemplo inserção de animações e sons, que tornam o material mais atraente, se comparados aos recursos multimídias, uma vez que este último permite que estes recursos citados sejam incorporados. Entretanto, uma ferramenta de ensino não exclui a outra, pois é importante lembrar que uma determinada metodologia não vai agradar a todos e que cada indivíduo aprende de uma maneira.

A segunda pergunta do questionário pedia para os alunos apontarem o que eles mais gostaram nos vídeos e a resposta mais frequente foi a respeito dos exemplos e a maneira na qual eles foram abordados. Eles consideraram que o uso das animações foi um elemento facilitador para a compreensão, conforme descreve um aluno da turma 9ºM01 (Figura 24). A representação visual da situação problema proposta favorece a compreensão uma vez que é possível associar o que está sendo dito com a animação, conforme sugere Mayer (2009) com o princípio multimídia.

Figura 24 – Recorte do questionário

2. O que você mais gostou nos vídeos apresentados?

O conteúdo foi bem explicado, foi mais fácil de aprender com a animação

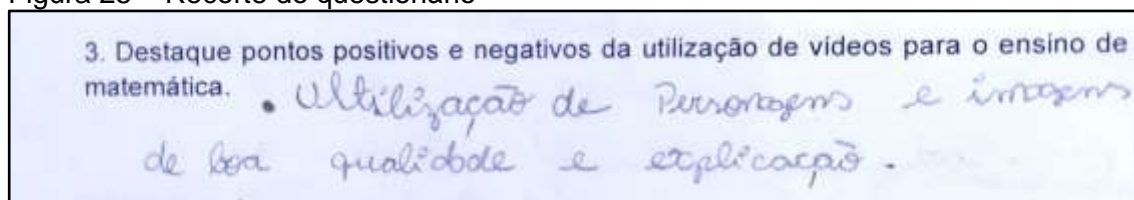
Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Buscamos retratar os exemplos por meio de imagens e animações, acompanhadas da narração, evitando a adição de textos escritos, de modo que não sobrecarregasse o canal visual, conforme orienta Mayer (2009) quando cita os princípios da redundância e da modalidade.

Outro aspecto destacado por grande parte dos alunos foi a explicação, que estava clara e detalhada, de modo que favorecesse a aprendizagem. É importante destacar que durante a explicação do conteúdo, consideramos o princípio da personalização, utilizando de um vocabulário mais simples e informal, para que os estudantes se sentissem familiarizados e compreendessem de forma clara as informações apresentadas (MAYER, 2009).

Na terceira questão solicitamos aos alunos que pontuassem os aspectos positivos e os negativos da utilização de vídeos para o ensino de matemática. Os principais pontos positivos citados por eles foram que o vídeo gera interesse, prende a atenção, é divertido, de fácil entendimento e pode ser voltado quantas vezes necessário. Um aluno ainda faz a seguinte ressalva (Figura 25).

Figura 25 – Recorte do questionário



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

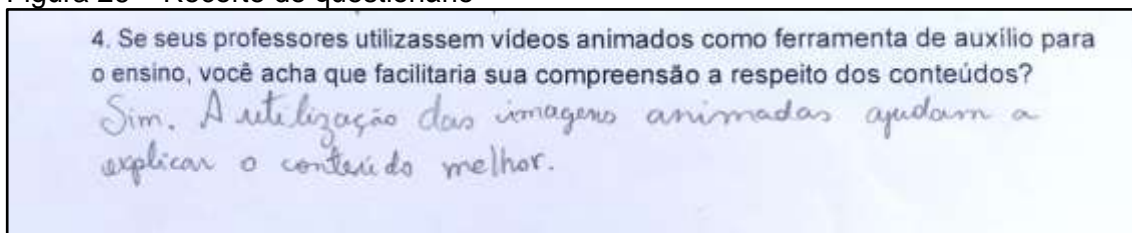
É importante destacar que a inserção dos personagens foi pensada de modo que não desviasse a atenção dos alunos do que realmente era relevante. Por exemplo, a personagem que representa visualmente a narradora do vídeo, aparece somente em momentos específicos, com o objetivo de aproximar o estudante do material, criando a sensação de humanização, em concordância com o princípio da imagem, descrito por Mayer (2009).

Dentre os pontos negativos, a principal queixa dos alunos é sobre não poderem tirar dúvidas quando o vídeo é a única fonte de informação. Assim, podemos observar a importância do professor durante o processo de aprendizagem por meio dos vídeos e a utilização do vídeo como ferramenta de apoio.

O quarto questionamento foi referente ao uso de vídeos animados como ferramenta de auxílio para o ensino como forma de facilitar a compreensão dos conteúdos. Na turma 9ºM01, 11 alunos responderam que sim, facilitaria a aprendizagem e um dos argumentos utilizados pode ser observado na Figura 26.

Os outros 2 alunos responderam que iria depender do conteúdo que estivesse sendo abordado.

Figura 26 – Recorte do questionário



Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

Na turma do 9ºM02, 14 alunos acreditam que a metodologia iria contribuir positivamente para o aprendizado se agregada à explicação do professor. Os outros 2 alunos se manifestaram contra, argumentando que os vídeos às vezes podem ser entediantes e que preferem que seja utilizado o papel.

Por fim, solicitamos aos alunos que respondessem o que eles acrescentariam e o que eles retirariam dos vídeos apresentados. Em ambas as turmas, as respostas mais recorrentes sobre o que acrescentariam foram: mais exemplos, mais detalhes e mais tempo de vídeo. Nenhum aluno respondeu o que retiraria dos vídeos.

De forma geral, observamos que a metodologia agradou aos alunos, despertou o interesse deles em relação ao tema nunca antes visto e contribuiu para a aprendizagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa adveio de um desejo em investigar as contribuições da utilização de mídias digitais no ensino e aprendizagem de matemática, quando estas seguem os pressupostos da TCAM. Diante do afastamento social, causado pela pandemia, a utilização dos recursos multimídias foi intensificada, o que nos gerou um interesse ainda maior em explorar as maneiras de se proporcionar um material didático capaz de promover a aprendizagem.

Para cumprir com os objetivos geral e específicos propostos, analisamos e descrevemos quais os princípios da TCAM são relevantes para o desenvolvimento de mídias educativas com maior potencial de ensino. Em seguida, elaboramos dois vídeos de acordo com estes princípios e realizamos uma experiência com 29 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, objetivando a compreensão do teorema de Tales.

Também desenvolvemos atividades de verificação para serem aplicadas, com o intuito de avaliar os conhecimentos dos alunos antes do contato com os vídeos e após este contato. Além disso, propomos um questionário de satisfação para saber as opiniões dos estudantes a respeito do uso de vídeos no ensino e aprendizagem e quais aspectos dos vídeos eles mais gostaram.

Com isso, após avaliarmos os resultados obtidos por meio das atividades de verificação, concluímos que os estudantes participantes no processo de desenvolvimento da pesquisa, em sua grande maioria, compreenderam o conteúdo teorema de Tales e como ele pode ser aplicado para resolver situações cotidianas.

Mesmo diante das dificuldades encontradas, devido ao vídeo ser a primeira forma de contato dos estudantes com o assunto, eles foram capazes de assimilar as informações apresentadas de maneira clara e se demonstraram aptos a identificar situações em que o teorema de Tales seria uma ferramenta para a resolução, o que demonstra a contribuição da utilização de vídeos digitais no ensino do conteúdo.

Verificamos ainda, a partir da análise das respostas dos alunos às perguntas do questionário de satisfação, que o uso dos vídeos agrada a maioria dos alunos,

desperta o interesse e entretém, conforme descreve Moran (1995). A possibilidade de permitir com que os alunos explorem os canais auditivo e visual simultaneamente, é uma característica dos vídeos que contribui substancialmente para o aprendizado.

O uso do vídeo foi apontado por grande parte dos alunos de ambas as turmas, como uma ferramenta que contribuiria significativamente para o aprendizado, se associada à explicação do professor, independente de qual fosse o conteúdo abordado. No entanto, um número menor de alunos considera que dependendo do assunto, a metodologia poderia não ser tão eficaz. Há ainda quem prefira diferentes metodologias, pois como mencionado anteriormente, nem todos os sujeitos aprendem da mesma forma, cada um possui características próprias.

A respeito das animações, podemos concluir que estas despertaram o interesse e atraíram a atenção dos alunos para o vídeo, mas sem desviar o foco do objetivo principal, que era a aprendizagem, o que fica evidente na fala dos alunos, quando eles relatam que as animações contribuíram para a compreensão do assunto. Foi possível perceber, que a utilização deste recurso nos vídeos, gerava nos alunos uma certa expectativa a cada cena exibida, o que além de reter a atenção do estudante, faz com que eles exercitem a criatividade e imaginação, conforme menciona Penteado (2011).

De modo geral, destacamos que a TCAM contribuiu para que o conteúdo fosse apresentado nos vídeos de maneira clara e objetiva, dando ênfase ao que realmente era essencial que fosse compreendido. Além disso, tornou o material didático mais humanizado, de modo que aproximasse os estudantes dele, o que favoreceu na compreensão, em concordância com Mayer (2009). Assim, diante das observações realizadas durante todo o processo de aplicação da pesquisa e dos resultados obtidos a partir dos instrumentos de coleta de dados, verificamos que nossos objetivos foram alcançados com sucesso.

Compreender as contribuições da TCAM para a compreensão do teorema de Tales é o primeiro passo para buscarmos como estender esta teoria por outros caminhos da matemática, seja por meio de vídeos digitais, ou qualquer outro recurso multimídia em que seja possível incorporar os pressupostos da teoria de maneira que o potencialize. Esperamos continuar explorando as possibilidades

da TCAM, de maneira que contribua não só para nós enquanto pesquisadores, mas para todo o público estudantil, que é o foco de todo o processo de ensino e aprendizagem.



## REFERÊNCIAS

ABRANTES, M., DE SOUZA, D. L., DE MELLO, M. M., & DE SOUZA, R. B. (2021). A Utilização de Recursos Audiovisuais, em especial, a Linguagem da Animação, como Instrumental de Ensino. *Caminho Aberto: Revista De extensão do IFSC*, (3). <https://doi.org/10.35700/ca201503%p1817> (Original work published 17º de fevereiro de 2016)

ALMEIDA, N. A. D. de. **Uma Análise da apresentação do Teorema de Tales em livros didáticos do nono ano do Ensino Fundamental**. Niterói, 2013.

ALMEIDA, R. R. et al. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação** (Bauru) [online]. 2014, v. 20, n. 4 [Acessado 12 Julho 2022] , pp. 1003-1017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400015>>. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400015>.

AMARAL, R. B. Vídeo na Sala de Aula de Matemática: Que Possibilidades? Educação **Matemática em Revista**: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano 18, n. 40, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/article/view/298/pdf>>

BONGIOVANNI, V. O Teorema de Tales: uma ligação entre o geométrico e o numérico. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 2, n. 1, p. 94-106, 2007.

BOYER, C. B.; MERZBACH, U. C. **História da matemática**. Editora Blucher, 2019.

CARDOSO, V. C. **Ensino e aprendizagem de álgebra linear**: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. Campinas, 2014. 205 f. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2014.

DE SOUZA, M. F.; DE OLIVEIRA, S. R. **Um Olhar para as Pesquisas sobre o Uso de Vídeo no Ensino de Matemática**. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 23, n. 2, p. 245-277, 2021.

HOLANDA, C. C.; DA SILVA, J. S. Uma abordagem sobre o teorema de tales. **Multidebates**, v. 4, n. 4, p. 116-132, 2020.

FOSSATTI, C. L. Cinema de animação: uma trajetória marcada por inovações. In: **VII Encontro Nacional Das Mídias**, 2009, Fortaleza, p. 1-21.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 47-56, 2003.

LUCENA JÚNIOR, A. **Arte da animação**: técnica e estética através da história. 3. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2011.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface, In **Administrative Science Quarterly**, vol. 24, no. 4, December 1979 a, p. 520-526.

MAYER, R. et al. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, R. E.. **Multimedia Learning**. New York: Cambridge University Press, 2009.

MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, [S. l.], n. 2, p. 27-35, 1995. DOI: 10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da Un. 185p. 2006.

OLIVEIRA, G. P.; SANTOS, R. P. Formação de professores de matemática: tecnologias e o teorema de Tales. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 2, n. 3, p. 1–13, 2013.

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 - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 38, p. 105-119, fev. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>>. Acesso em: 28 abr. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n38p105-119>.

PAZZINI, D. N. A.; ARAÚJO, F. V. de. **O uso de vídeo como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias da Educação) - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/729/Pazzini\\_Darlin\\_Nalu\\_Avila.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/729/Pazzini_Darlin_Nalu_Avila.pdf?sequence=1). Acesso em: 24 de abr. 2021.

PENTEADO, A. L. O. **Cinema de animação**: uma proposta de trabalho para o ensino fundamental. 2011. Monografia (Monografia para obtenção do título de Especialista no curso de Artes Visuais: Práticas Pedagógicas e Linguagens Contemporâneas) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba (Paraná). 2011. Disponível em: <<http://tcconline.utp.br/wp-content/uploads/2011/10/CINEMA-DE-ANIMACAO-UMA-PROPOSTA-DE-TRABALHO-PARA-O-ENSINO-FUNDAMENTAL.pdf>>.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais**. In: BEUREN, I. M. (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática, São Paulo: Atlas, 2003. p. 76-97.

SANTOS, A. L. P.; SANTOS, R. O. dos. **Animação como ferramenta no processo de mediação do ensino e aprendizagem de alunos da modalidade de ensino a distância**. 2018. Relatório final de pesquisa (Métodos e Tecnologias) - UNINTER, Curitiba, Paraná, 2018. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/8250.pdf>. Acesso em: 24 de abr. 2021.

SILVA, R. R. da. **A transposição com expansão do conteúdo do livro didático de matemática para o tablet na perspectiva da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2013.

THEES, A. **“Aprendi no YouTube!”: investigação sobre estudar matemática com videoaulas**. Rio de Janeiro, 2019. 260 f. Tese. (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A: FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO

Nome do aluno:	Turma:
Email institucional:	Idade:

Caros pais ou responsáveis, venho por meio desta solicitar a sua autorização para que seu filho(a) participe de uma pesquisa acadêmica, que tem como objetivo investigar a utilização da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia na produção de vídeos digitais acerca do teorema de Tales, para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

A pesquisa trata-se de um trabalho de conclusão de curso de uma aluna do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Espírito Santo, campus São Mateus, e será realizada na própria EEEFM Dr. Emilio Roberto Zanotti, no horário das aulas de matemática. Ressalto ainda que a identidade dos participantes será totalmente preservada.

Desde já, agradeço a participação.

Atenciosamente,

Katieli Luduvico Delfino.

Email: [katieli.delfino@edu.ufes.br](mailto:katieli.delfino@edu.ufes.br)

Assinatura do pai ou responsável

## APÊNDICE B: PRÉ-TESTE

Pré-teste	
Nome:	Turma:

**Questão 01:** O que você sabe sobre o teorema de Tales?

**Questão 02:** Escreva com suas palavras o que você entende por:

a) Razão

b) Proporção

**Questão 03:** Utilizando desenho e/ou palavras, responda:

a) O que é uma reta?

b) Represente um feixe de retas paralelas.

c) Represente um feixe de retas paralelas cortadas por uma transversal.

**Questão 04:** Você conhece alguma situação do cotidiano que poderia ser resolvida com o auxílio do teorema de Tales?

**Questão 05:** Como você calcularia a altura de um edifício, de uma torre, de um poste ou de uma árvore se não tivesse os equipamentos necessários para isto?

## APÊNDICE C: PÓS-TESTE

Pós-teste	
Nome:	Turma:

**Questão 01:** Escreva com suas palavras o que compreendeu sobre o teorema de Tales a partir dos vídeos apresentados.

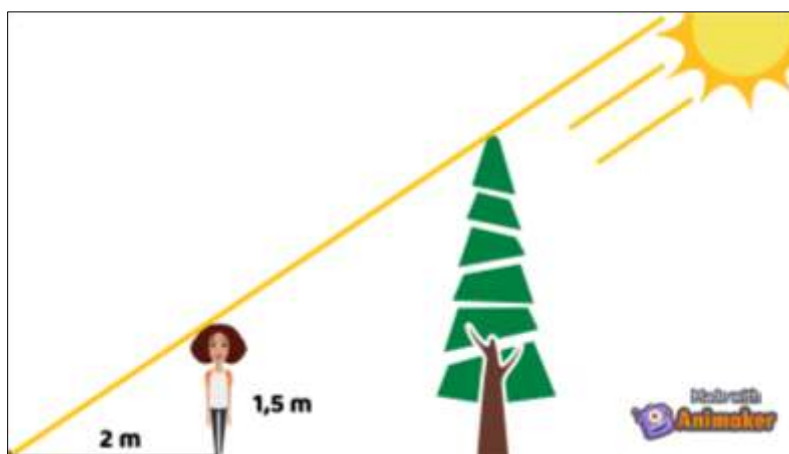
**Questão 02:** Escreva com suas palavras o que você compreendeu a respeito dos seguintes conceitos e cite exemplos do cotidiano em que você os aplicaria.

a) Razão

b) Proporção

**Questão 03:** Cite exemplos do cotidiano em que você utilizaria o teorema de Tales para resolver e explique como faria.

**Questão 04:** Seguindo a ideia utilizada por Tales de Mileto para calcular a altura das pirâmides, calcule a altura da árvore a seguir, sabendo que ela está a 3 metros de distância da menina.



## APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO APLICADO AOS ALUNOS

<b>Questionário</b>	
Nome:	Turma:

1. O que você achou da utilização de vídeos animados para o ensino do Teorema de Tales?

2. O que você mais gostou nos vídeos apresentados?

3. Destaque pontos positivos e negativos da utilização de vídeos para o ensino de matemática.

4. Se seus professores utilizassem vídeos animados como ferramenta de auxílio para o ensino, você acha que facilitaria sua compreensão a respeito dos conteúdos?

5. O que você acrescentaria e o que você retiraria dos vídeos apresentados?



## APÊNDICE E: ROTEIRO DO VÍDEO 1

Cena 01: Olá, eu sou a Katieli e hoje vou falar sobre o Teorema de Tales.

Cena 02: Mas para começar, vocês sabem quem foi Tales de Mileto?

Cena 03: Bom, Tales nasceu por volta de 624 a. C. em Mileto, antiga colônia grega da Ásia Menor.

Cena 04: Ele foi um filósofo, matemático e astrônomo grego muito importante.

Cena 05: Sua sabedoria percorreu vários territórios, chegando até ao Egito.

Cena 06: Os egípcios então, convidaram Tales para medir as alturas de suas pirâmides, o que para a época seria um grande feito, pois não existiam equipamentos que pudessem fazer isso com facilidade.

Cena 07: Tales conseguiu medir a altura das pirâmides utilizando o que conhecemos hoje como teorema de Tales.

Cena 08: Para conseguir desenvolver este teorema, ele utilizou da sombra proporcionada pelo sol.

Cena 09: Mas antes de nos aprofundarmos no teorema de Tales, precisamos relembrar alguns conceitos relacionados a ele. São eles a razão e a proporção.

Cena 10: A razão é o quociente entre dois números e pode ser escrita dessa forma (um número **A** dividido por um número **B** que resulta em um valor **D** e uma razão também pode ser chamada de fração.

Cena 11: Quer um exemplo simples de como utilizar a razão? Se na sua sala de aula tem 40 alunos

Cena 12: 25 são meninos e 15 são meninas.

Cena 13: Qual a razão entre o número de meninas e a quantidade total de alunos?

Cena 14: Bom, é só pegarmos o número de meninas dessa sala e dividirmos pelo total de alunos. Então teremos que a razão é 15 dividido por 40. Esse valor ainda pode ser simplificado, e assim teremos 3 sobre 8.

Cena 15: Já a proporção é a igualdade de duas razões e pode ser escrita dessa forma ( um número **A** dividido por um número **B** que é igual a um número **C** dividido por um número **D**).

Cena 16: Vamos a um exemplo! Um vendedor de carros ganha R\$200,00 de comissão para cada dois automóveis que vende.

Cena 17: Se em um mês ele vender 14 automóveis, quanto ele ganhará de comissão?

Cena 18: Bom, deste problema podemos observar a seguinte proporção: se a cada 2 automóveis ele ganha R\$200,00, ao vender 14 automóveis ele ganhará um certo valor, que vamos chamar de  $X$ .

Cena 19: Multiplicando cruzado teremos que  $2X = 200 \times 14$  ou seja, que  $2X = 2800$ . Agora, se dividirmos ambos os lados da equação por dois teremos  $X = 1400$ .

Cena 20: Assim, podemos concluir que o vendedor recebeu R\$1400,00 de comissão neste mês.

Cena 21: Agora que você já relembrou os conceitos de razão e proporção, podemos demonstrar o Teorema de Tales. Mas isso eu vou deixar para o próximo vídeo. Bons estudos e até mais.

## APÊNDICE F: ROTEIRO DO VÍDEO 2

Cena 01: Olá, eu sou Katieli e este é mais um vídeo sobre o Teorema de Tales.

Cena 02: E como visto anteriormente, ao chegar ao Egito, foi solicitado que Tales medisse a altura das pirâmides e assim ele fez utilizando a sombra projetada pelo sol.

Cena 03: Basicamente ele fixou um objeto, possivelmente um graveto, no chão, na ponta da sombra projetada por uma pirâmide.

Cena 04: Com seus estudos, Tales observou que os raios do sol que refletiam na Terra eram inclinados e paralelos entre si. Daí ele chegou à conclusão que existia uma relação de proporcionalidade entre as medidas do comprimento das sombras e a altura dos objetos.

Cena 05: Com isso, Tales mediu a altura do graveto e o tamanho de sua sombra em um determinado horário do dia.

Cena 06: Ele também mediu a distância do centro da pirâmide até a ponta de sua sombra, no mesmo horário.

Cena 07: E como podemos observar, foram formados dois triângulos e eles são semelhantes, pois todos os seus ângulos são iguais.

Cena 08: Com isso, vale a seguinte proporcionalidade: a altura da pirâmide, que vamos chamar de  $H$ , está para a altura do graveto, que era de 1 metro, do mesmo modo que a distância do centro da pirâmide até a ponta de sua sombra, que era de 293 metros, está para o tamanho da sombra do graveto, que neste determinado horário era de 2 metros. Agora é só resolver esta proporção. Multiplicando cruzado, teremos então que  $2H = 293$  e dividindo ambos os lados da equação por 2, temos que  $H = 146,5$ .

Cena 09: Logo, Tales descobriu que a altura da pirâmide era de 146,5 metros.

Cena 10: E foi muito aclamado por sua descoberta fantástica.

Cena 11: O problema das pirâmides foi um dos precursores do que hoje conhecemos como Teorema de Tales, que trata da proporção de segmentos em feixes de retas paralelas.

Cena 12: Este teorema pode ser enunciado da seguinte forma: Se duas retas são transversais a de um feixe de retas paralelas, então a razão entre os comprimentos de dois segmentos quaisquer determinados sobre uma delas é igual à razão entre os comprimentos dos segmentos correspondentes

determinados sobre a outra. Escrevendo algebricamente, temos que:  $\frac{AB}{CD} = \frac{A'B'}{C'D'}$

Então vamos demonstrar que isso é verdade.

Cena 13: Se eu dividir o segmento AB em 6 partes iguais de 2 cm cada, por exemplo, eu terei então que  $AB=12$ . E se eu dividir o segmento CD, de modo que eu tenha pequenos pedaços de 2 cm cada, eu terei 5 partes. Assim  $CD = 10$ . Aqui do outro lado, o segmento A'B' também está dividido em 6 partes iguais, mas elas não necessariamente têm que ter a mesma medida. Vamos supor então que cada parte tenha 3 cm. Assim,  $A'B'=18$ . Do mesmo modo, no segmento C'D', terei 5 partes de 3 cm cada, ou seja,  $C'D'=15$ .

Cena 14: Se substituirmos estes valores na fórmula inicial, teremos que  $\frac{12}{10} = \frac{18}{15}$  e podemos observar que estas razões são de fato proporcionais, ou seja ao dividirmos 12 por 10, teremos o mesmo resultado da divisão de 18 por 15.

Cena 15: Assim demonstramos que o Teorema de Tales é de fato verdadeiro.

Cena 16: Está confuso? Vamos a um exemplo para que você entenda melhor.

Cena 17: João está jogando basquete e irá realizar um arremesso a uma distância de 4,6 metros da cesta. Sabendo que a cesta está a uma altura de 3 metros do chão, e a tabela está a 14 metros do centro da quadra, determine a altura aproximada do jogador.

Cena 18: Podemos observar a formação de dois triângulos a partir destas informações, um menor e outro maior.

Cena 19: O triângulo maior possui as seguintes medidas: este lado com 3 metros e este lado com 14 metros. Já o triângulo menor possui um lado com 9,4 metros, pois esta é a diferença entre os 14 metros do triângulo maior e os 4,6 metros que é a distância de João até a cesta. O outro lado, correspondente à altura de João, é o que queremos descobrir, portanto vamos chamá-lo de X.

Cena 20: Podemos observar que estes triângulos são semelhantes, então seguindo a mesma ideia utilizada por Tales de Mileto para calcular a altura das pirâmides, vamos calcular a altura de João. Neste caso, segue que 3 está para X assim como 14 está para 9,4. Multiplicando cruzado, segue que  $14X = 3 \times 9,4$ . Ou seja, que  $14X = 28,2$ , e dividindo ambos os lados da equação por 14, temos que X é aproximadamente 2,01.

Cena 21: Assim, descobrimos que João tem aproximadamente 2,01 metros de altura.

Cena 22: Bom pessoal, por hoje é só, espero que tenham gostado de aprender sobre o teorema de Tales. Um abraço e bons estudos.