UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

L HÓNER GOMES DE BARROS

O USO DE CELULARES E COMPUTADORES COMO MEIOS DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA A COMPREENSÃO DO TEOREMA DE PITÁGORAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

LAVRAS – MG
2026

L HÓNER GOMES DE BARROS

O USO DE CELULARES E COMPUTADORES COMO MEIOS DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA A COMPREENSÃO DO TEOREMA DE PITÁGORAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em processos de ensino e aprendizagem para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Prof.ª Drª. Renata Reis Pereira

LAVRAS – MG
2026

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Barros, L Hóner Gomes de.
O uso de celulares e computadores como meios de construção de significados para a compreensão do teorema de Pitágoras em uma sequência didática / L Hóner Gomes de Barros. - 2026.
142 p.

Orientadora: Renata Reis Pereira

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Teorema de Pitágoras. 2. Sequência investigativa. 3. Recursos tecnológicos no ensino de matemática. 4. Aprendizagem significativa. I. Pereira, Renata Reis. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

L HÓNER GOMES DE BARROS

O USO DE CELULARES E COMPUTADORES COMO MEIOS DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA A COMPREENSÃO DO TEOREMA DE PITÁGORAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

THE USE OF CELLPHONES AND COMPUTERS AS MEANS OF CONSTRUCTING MEANINGS FOR UNDERSTANDING THE PYTHAGORE THEOREM IN A DIDACTIC SEQUENCE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em processos de ensino e aprendizagem para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de março de 2026.

Dra. Renata Reis Pereira	UFLA
Dr. Mário Henrique Andrade Cláudio	UFLA
Dra. Juliana de Andrade Santiago	EXTERNA

Orientadora
Prof.ª Drª. Renata Reis Pereira

LAVRAS – MG
2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras – UFLA, ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UFLA e ao Programa Trilhas de Futuro Educadores da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais – SEE/MG, pela estrutura oferecida e pela oportunidade de realização do Mestrado.

Agradeço à minha esposa Karine e minhas filhas Paula e Eduarda, que participaram de cada etapa deste trabalho, obrigado pelo carinho, paciência e atenção.

Ao meu sobrinho Leo, obrigado por sempre me lembrar que sou capaz.

À minha mãe, sogra, irmãs, sobrinhas e sobrinhos que me apoiaram nesta caminhada.

Aos colegas e amigos de trabalho, que estavam ao meu lado me incentivando e vibrando a cada etapa concluída.

À minha orientadora pelo apoio, discussões, ensinamentos e orientações durante todo o percurso.

RESUMO

A utilização de tecnologias digitais em atividades escolares tem se intensificado nas últimas décadas, especialmente no contexto pandêmico e pós-pandêmico em que ferramentas como celulares e computadores tornaram-se recursos recorrentes no ambiente educacional. Diante desse cenário, esta pesquisa teve como objetivo investigar de que maneira o uso de celulares e computadores, por meio de uma sequência didática orientada por uma situação problema, pode contribuir para a construção de significados relacionados ao Teorema de Pitágoras. A pesquisa resultou no Produto Educacional intitulado “A construção do Teorema de Pitágoras com o uso de recursos tecnológicos”, caracterizado como uma sequência didática composta por cinco aulas, destinada a 27 estudantes do 9º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, tendo sido aplicado em uma escola pública estadual de Minas Gerais. Para o desenvolvimento deste Produto Educacional foi necessária a disposição de laboratórios de informática e a utilização de celulares como recurso pedagógico. Os referenciais teóricos adotados fundamentam-se na perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000), destacando os conceitos de mediação; a educação como função social de acordo com Zabala (1998); a utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem defendida por autores como Kaleff (2011), Pocinho e Gaspar (2012). A pesquisa, de natureza qualitativa utilizou como instrumentos de coleta de dados registros escritos, anotações de campo, produções dos estudantes e áudios gravados pelo pesquisador durante as aulas. Os dados foram organizados e analisados com base na Análise de Conteúdo, conforme proposta de Bardin (2016). A análise buscou identificar indícios de construção de significados, conforme os ensinamentos de Ausubel (2003), sobre o conteúdo matemático, assim como as formas de apropriação dos recursos tecnológicos pelos estudantes ao longo das etapas da sequência. Os resultados evidenciaram que, ao longo da sequência didática, os estudantes não apenas mobilizaram conceitos matemáticos, mas avançaram na apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras, articulando teoria e prática na resolução da situação-problema proposta. Observou-se que as tecnologias digitais atuaram como meios mediacionais na construção de significados, favorecendo a interação entre pares, o desenvolvimento da linguagem matemática e a consolidação de aprendizagens potencialmente significativas, em consonância com os referenciais teóricos adotados.

Palavras-chave: Teorema de Pitágoras; sequência investigativa; recursos tecnológicos no ensino de matemática; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The use of digital technologies in school activities has intensified in recent decades, especially in the context of the pandemic and post-pandemic period, standards, where tools such as cell phones and computers have become recurring resources in the educational environment. Given this scenario, this research aimed to investigate how the use of cell phones and computers, through a didactic sequence guided by a problem situation, can contribute to the construction of meanings related to the Pythagorean Theorem. The research resulted in the Educational Product entitled "The Construction of the Pythagorean Theorem with the Use of Technological Resources," characterized as a didactic sequence composed of five lessons, intended for 27 students in the 9th grade of the final years of elementary school, and was applied in a public state school in Minas Gerais. The development of this Educational Product required the availability of computer labs and the use of cell phones as a pedagogical resource. The theoretical framework adopted is based on Vygotsky's (2000) historical-cultural perspective, highlighting the concepts of mediation; education as a social function according to Zabala (1998); and the use of technological resources in the teaching and learning process advocated by authors such as Kaleff (2011), Pocinho and Gaspar (2012). The qualitative research used written records, field notes, student work, and audio recordings made by the researcher during classes as data collection instruments. The data were organized and analyzed based on Content Analysis, as proposed by Bardin (2016). The analysis sought to identify evidence of meaning construction, according to Ausubel's (2003) teachings, regarding mathematical content, as well as the ways in which students appropriated technological resources throughout the stages of the sequence. The results showed that, throughout the teaching sequence, students not only mobilized mathematical concepts but also advanced in the conceptual appropriation of the Pythagorean Theorem, articulating theory and practice in solving the proposed problem situation. It was observed that digital technologies acted as mediating means in the construction of meanings, favoring interaction between peers, the development of mathematical language, and the consolidation of potentially significant learning, in accordance with the adopted theoretical frameworks.

Keywords: Pythagorean Theorem; investigative sequence; technological resources in mathematics education; meaningful learning.

INDICADORES DE IMPACTO

A pesquisa qualitativa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras (UFLA) apresenta os impactos nas dimensões social, tecnológica, educacional e cultural, com efeitos concretos e diretos sobre os sujeitos envolvidos e a comunidade escolar, além de impactos em potencial para a cidade de Governador Valadares, Minas Gerais. Ao utilizar como ponto de partida uma situação problema real, relacionada à construção das rampas de acesso ao palco do ginásio poliesportivo da escola, o trabalho promoveu uma reflexão sobre acessibilidade, inclusão e cidadania, despertando nos estudantes a consciência da importância de espaços educacionais acessíveis. Simultaneamente, proporcionou aos estudantes o desenvolvimento de habilidades com recursos tecnológicos, como o uso de e-mails institucionais, plataformas de pesquisa e armazenamento em nuvem, além da utilização de ferramentas como o GeoGebra e a calculadora de Pitágoras. A relevância deste estudo reside na possibilidade de contribuir com práticas pedagógicas que tornem o ensino de matemática mais significativo, contextualizado e alinhado às realidades dos estudantes, além de explorar as potencialidades das tecnologias digitais como recursos mediadores no processo de ensino-aprendizagem. Esta pesquisa teve impacto direto para 27 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, a equipe pedagógica e gestora da escola, beneficiando também, de forma indireta, as famílias dos estudantes e a comunidade escolar. A proposta deste trabalho visou estimular práticas educativas colaborativas, críticas e contextualizadas, que valorizam o protagonismo dos estudantes vinculando os saberes matemáticos, os recursos tecnológicos e as demandas sociais. Ao trabalhar a matemática a partir de um problema real, os estudantes perceberam seu papel na construção de uma sociedade mais justa e inclusiva, desenvolvendo não apenas habilidades acadêmicas, mas também competências socioemocionais. A utilização dos computadores e aparelhos celulares, como meios mediacionais, no processo de ensino e aprendizagem, proporcionou o estímulo à criatividade, à colaboração e à apropriação das ferramentas digitais pelos estudantes. Para além dos impactos sociais e educacionais, a presente pesquisa apresenta reflexos acadêmicos e científicos. Os resultados obtidos podem apoiar a produção de artigos e eventos da área de Ensino de Matemática, bem como contribuir para reflexões sobre práticas pedagógicas ativas.
O Produto Educacional desenvolvido intitulado “A construção do Teorema de Pitágoras com o uso de recursos tecnológicos” pode ampliar as discussões acerca do uso de tecnologias digitais no ensino de matemática.

IMPACT INDICATORS

The qualitative research developed within the scope of the Postgraduate Program in Science Teaching and Mathematics Education at the Federal University of Lavras (UFLA) presents the impacts on the social, technological, educational, and cultural dimensions, with concrete and direct effects on the subjects involved and the school community, in addition to potential impacts for the city of Governador Valadares, Minas Gerais. Using a real-world problem situation as a starting point, related to the construction of access ramps to the stage of the school's multi-sports gymnasium, the work promoted reflection on accessibility, inclusion, and citizenship, raising students' awareness of the importance of accessible educational spaces. Simultaneously, it provided students with the development of skills with technological resources, such as the use of institutional emails, research platforms, and cloud storage, as well as the use of tools such as GeoGebra and the Pythagorean calculator. The relevance of this study lies in its potential to contribute to pedagogical practices that make mathematics teaching more meaningful, contextualized, and aligned with students' realities, as well as exploring the potential of digital technologies as mediating resources in the teaching-learning process. This research had a direct impact on 27 ninth-grade students, the school's pedagogical and management team, and indirectly benefited the students' families and the school community. The aim of this work was to stimulate collaborative, critical, and contextualized educational practices that value student protagonism by linking mathematical knowledge, technological resources, and social demands. By working with mathematics from a real-world problem, students perceived their role in building a more just and inclusive society, developing not only academic skills but also socio-emotional competencies. The use of computers and cell phones as mediating means in the teaching and learning process stimulated creativity, collaboration, and the appropriation of digital tools by students. Beyond the social and educational impacts, this research presents academic and scientific implications. The results obtained can support the production of articles and events in the field of Mathematics Education, as well as contribute to reflections on active pedagogical practices. The educational product developed, entitled "The Construction of the Pythagorean Theorem using Technological Resources," can broaden discussions about the use of digital technologies in mathematics education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	-	Ciclo de representação	28
Figura 2	-	Aprendizagem colaborativa abrangendo a cooperação	30
Figura 3	-	Representação de um ato complexo e mediado	34
Figura 4	-	Triângulo retângulo obtido pela corda de 12 nós	45
Figura 5	-	Triângulo retângulo da fórmula definitiva de Pitágoras	45
Figura 6	-	Mosaico com triângulos retângulos coloridos de verde	46
Figura 7	-	Demonstração geométrica do Teorema de Pitágoras	47
Figura 8	-	A mais bela prova do Teorema de Pitágoras	48
Figura 9	-	A prova mais curta do Teorema de Pitágoras	49
Figura 10	-	A demonstração do presidente	49
Figura 11	-	As quatro fases do ciclo básico da investigação-ação	58
Figura 12	-	Processo de coleta de dados na pesquisa	61
Figura 13	-	Desenho das rampas de acesso ao palco feito pela dupla 05	71
Figura 14	-	Desenho das rampas de acesso ao palco feito pela dupla 03	72
Figura 15	-	Projeção das rampas de acesso ao palco feita pela dupla 01	72
Figura 16	-	Projeção das rampas de acesso ao palco feita pela dupla 04	73
Figura 17	-	Página da situação problema entregue para os estudantes	75
Figura 18	-	Anotações feitas pelas estudantes Marina e Julia	76
Figura 19	-	Anotações feitas pelos estudantes Fabrício e Paulo	76
Figura 20	-	Campo de pesquisa do GeoGebra	80
Figura 21	-	*Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 01	83
Figura 22	-	*Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 11	84
Figura 23	-	*Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 04	89
Figura 24	-	*Print* da pesquisa no site Google da dupla 09	94
Figura 25	-	*Print* da pesquisa no site Google da dupla 11	96
Figura 26	-	*Print* da pesquisa no site Google da dupla 06	98
Figura 27	-	Anotações feitas pelas estudantes Ana e Karla	100
Figura 28	-	Apresentação do grupo 02	105
Figura 29	-	Resolução do grupo 03	108
Figura 30	-	Calculadora de Pitágoras	109
Figura 31	-	Resolução do exercício 3 pelo grupo 02	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-	Objetos de conhecimento e habilidades descritos na BNCC computação do 6º ao 9º ano	23
Quadro 2	-	O papel do professor com o uso das TDIC	24
Quadro 3	-	O papel do estudante com o uso das TDIC	24
Quadro 4	-	Demonstração do Teorema de Pitágoras	47
Quadro 5	-	Aulas da sequência didática	55
Quadro 6	-	Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	59
Quadro 7	-	Elementos orientadores da análise	64
Quadro 8	-	Etapas e procedimentos da interpretação dos dados	66
Quadro 9	-	Representações visuais da situação problema	70
Quadro 10	-	Registros conceituais dos estudantes	74
Quadro 11	-	Problemas visitados pelos estudantes	82
Quadro 12	-	Anotações feitas pelos estdantes	82
Quadro 13	-	Categorias analíticas da terceira aula da sequência didática	92
Quadro 14	-	Resultado final do jogo através do *quiz*	114
Quadro 15	-	Resultado do *quiz* realizado no Kahoot	115

LISTA DE SIGLAS

ATA	Aprendizagem Tecnológica Ativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
COEP	Comitê de Éticas em Pesquisa
EJA	Educação de Jovens e Adultos
PPGECEM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFLA	Universidade Federal de Lavras
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	16
1.2	Contexto da pesquisa	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	A aprendizagem e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação	19
2.2	A aprendizagem significativa e colaborativa	26
2.3	A teoria sociocultural de Vygotsky e a sequência didática como estratégia pedagógica	32
2.4	Tecnologias como meios mediacionais da aprendizagem	37
2.5	Teorema de Pitágoras no Ensino Fundamental	43
2.5.1	Panorama histórico do Teorema de Pitágoras	43
2.5.2	Demonstrações do Teorema de Pitágoras	46
2.5.3	O Teorema de Pitágoras na BNCC	50
3	METODOLOGIA	53
3.1	Descrição do ambiente de investigação	53
3.2	A sequência didática	54
3.3	Tipo de pesquisa	56
3.3.1	Coleta de dados	58
3.3.2	Análise de dados	62
3.3.2.1	Pré-análise	63
3.3.2.2	Exploração do material	63
3.3.2.3	Tratamento e interpretação dos resultados	65
4	DISCUSSÃO DOS DADOS	69
4.1	Primeira aula: Compreensão da situação problema	69
4.2	Segunda aula: Pesquisa e exploração no GeoGebra	79
4.3	Terceira aula: Pesquisa orientada no Google	90
4.3.1	Categoria 1: Estratégias de pesquisa utilizadas pelos estudantes	92
4.3.2	Categoria 2: Apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras	95
4.3.3	Categoria 3: Relação entre teoria pesquisada e situação problema inicial	97
4.3.4	Categoria 4: Uso da linguagem matemática	99
4.4	Quarta aula: Construção do conceito e aplicação	101
4.5	Quinta aula: Aplicação do *quiz*	113

4.5.1	**Estratégias de resolução e gestão do tempo..**	**116**
4.5.2	**Relação entre competição e reflexão matemática..**	**117**
4.5.3	**Mediação docente e regulação das aprendizagens.......................................**	**118**
4.5.4	**Uso da tecnologia como instrumento mediador...**	**118**
4.6	**Síntese das aprendizagens, dificuldades e contribuições das tecnologias.....**	**120**
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS...**	**123**
	REFERÊNCIAS...	**129**
	APÊNDICE A – Material entregue para os estudantes..............................	**133**
	APÊNDICE B – Atividades de aplicação do Teorema de Pitágoras............	**138**
	APÊNDICE C – Atividades elaboradas na plataforma Kahoot.................	**140**

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea um dos desafios enfrentados pelos professores é a concorrência com os dispositivos móveis e as redes sociais acessadas pelos estudantes. Mesmo com a proibição do uso dos telefones celulares pelos estudantes dentro da escola, conforme a Lei nº 15.100 de 13 de janeiro de 2025 (Brasil, 2025), o que foi acessado em casa é discutido e debatido pelos discentes em sala de aula. A ascensão dos smartphones e das plataformas *on-line* trouxe consigo uma nova dinâmica para a sala de aula, pois a atenção dos estudantes se divide entre o conteúdo ministrado e o que se tornou o assunto do momento nas redes sociais.

Durante a pandemia da Covid-19, os estudantes tiveram que utilizar todos os recursos tecnológicos disponíveis, haja vista a transição para o ensino remoto. Assim, a introdução de computadores e telefones celulares como material escolar foi necessária para que as escolas não ficassem paradas no período pandêmico. Discentes e docentes, especialmente da rede estadual de ensino de Minas Gerais, tiveram que se adaptar à nova forma de ensino e aprender a lidar com aplicativos e sites como: Google Sala de Aula; Google Drive; Google Formulários; Google Meet; Conexão Escola entre outros.

Diante desse cenário de adaptação forçada ao uso das tecnologias, especialmente no contexto escolar durante a pandemia, evidencia-se a importância de repensar o papel do professor frente às novas demandas educacionais. A experiência com o ensino remoto revelou que, mais do que dominar ferramentas digitais, é necessário que o docente atue como mediador do conhecimento, promovendo a autonomia dos estudantes e integrando as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) de forma pedagógica e significativa no processo de aprendizagem.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) Computação (Brasil, 2018b) reforça a necessidade de incluir o letramento digital como componente na formação dos estudantes, destacando a importância de desenvolver competências relacionadas ao uso crítico e reflexivo das tecnologias. Ao propor que os alunos sejam capazes de compreender, analisar e criar soluções utilizando recursos digitais, a BNCC Computação aponta para a construção de uma postura investigativa e ética frente às ferramentas tecnológicas, estimulando a autonomia, a resolução de problemas, a criatividade, o pensamento computacional, a cultura e o mundo digital.

Pocinho e Gaspar (2012) discutem que para a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação há a necessidade da mudança do papel dos educadores. Segundo os autores, o professor assumirá outras funções, incluindo a promoção da pesquisa e da colaboração do desenvolvimento integral do estudante. Com as novas ferramentas de ensino, fica evidente que o regente de aulas será responsável, entre outras coisas, por incentivar a utilização dos equipamentos tecnológicos de forma consciente e responsável, podendo trabalhar com pesquisas orientadas, trabalhos interdisciplinares e exploração da criatividade dos estudantes.

Os autores ainda ponderam que o papel do estudante também se transforma com o uso das TIC, sendo este o ator da importante função de troca de informações, tanto com os professores, quanto com seus colegas. Desta forma, o estudante assumirá um papel mais ativo e participativo no processo educativo, sendo estimulado por estratégias de pesquisa, descoberta, colaboração, vivência de realidades e simulações.

Diante do novo papel do estudante em sala de aula, cabe ao docente ser mediador de toda a informação trazida pelos discentes de forma a contribuir com a aprendizagem e o desenvolvimento pessoal e intelectual destes.

Kaleff (2011) argumenta que a utilização dos recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem tem como benefício possibilitar ao estudante o acesso a mais informações, tornando este mais responsável pela construção do seu próprio conhecimento. Assim sendo, a relação de ensino se altera em sala de aula, pois o professor deixa de ser a única ligação entre as informações e o estudante, pois este já as tem nas mãos em forma de redes sociais, aplicativos e sites encontrados em seu aparelho celular.

Na mesma obra, a autora ainda predisse que o avanço tecnológico do computador, com o aumento da capacidade de processamento e memória, impulsionaria as mudanças no processo de ensino e aprendizagem, o que de fato veio a ocorrer. Nesse contexto, a utilização de sites como *GeoGebra*, *Só Matemática*, *Calcule Mais* entre outros, pode auxiliar na aprendizagem da matemática de forma a envolver o estudante, associando os conteúdos a serem ministrados e os recursos tecnológicos.

De certo, aliar-se aos recursos tecnológicos disponíveis pode ser uma ferramenta importante para uma aprendizagem significativa, a qual, como fundamenta Ausubel (2003), é uma aprendizagem por percepção, destacando-se a estrutura de conhecimentos já existente no aluno, que funciona como base para novas aprendizagens. Kaleff (2011, p. 5), elucida que “as novas ferramentas educacionais, principalmente aquelas advindas da informática, devem poder motivar o estudante a usufruir os saberes escolares e a reconhecer o seu valor como manancial de conhecimento e como práticas sociais”. Pocinho e Gaspar (2012, p. 145) acrescentam que o sistema de ensino baseado no uso de recursos tecnológicos “tenderá a estimular a criatividade e a dinâmica da aprendizagem em sala de aula, tendo resultados que se esperam cada vez melhores”.

Neste contexto, vale observar se o uso das Tecnologias de Informação e de Comunicação podem contribuir para aprendizagens significativas. Como professor de matemática há mais de vinte anos, este pesquisador percebe que ainda existe uma certa aversão e dificuldade na aprendizagem da disciplina e, observando como a rápida evolução das tecnologias digitais têm transformado significativamente o cotidiano de estudantes e professores, se faz necessário estudar como a incorporação de recursos tecnológicos como celulares e computadores podem influenciar no processo de aprendizagem matemática.

De fato, a tecnologia vem avançando, mas o ensino em sala de aula não tem acompanhado esta evolução. Desta forma, esta pesquisa buscou responder à questão: O uso de recursos tecnológicos, como GeoGebra e dispositivos móveis, pode favorecer a construção de significados do Teorema de Pitágoras em uma sequência didática baseada em resolução de problemas?

1.1 Objetivos

A presente pesquisa visou não apenas avaliar os resultados acadêmicos dos estudantes, mas também o uso das ferramentas tecnológicas na aprendizagem do Teorema de Pitágoras. Para tanto, teve como objetivo geral:

- Investigar como o uso de tecnologias digitais pode contribuir para a construção de significados do Teorema de Pitágoras em uma sequência didática baseada em resolução de problemas.

E os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar uma sequência didática mediada por tecnologias digitais – aparelho celular e computador por meio do uso do GeoGebra, Google, Kahoot e calculadora de Pitágoras;
- Aplicar a sequência didática em uma turma do ensino fundamental;
- Analisar as interações e produções dos estudantes;
- Identificar evidências de aprendizagem conceitual.

1.2 Contexto da pesquisa

A escola onde se deu o estudo está localizada no estado de Minas Gerais e oferece na modalidade Regular: o Ensino Fundamental Anos Iniciais, Anos Finais e Ensino Médio; na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA): o Ensino Médio e Anos Finais do Ensino

Fundamental. A escola funciona em um prédio bem estruturado, com 15 salas de aula, biblioteca, secretaria, sala de vídeo e um laboratório de informática equipado com 20 computadores com acesso à internet. Vale ressaltar que a escola disponibiliza internet via wi-fi para todos os estudantes e funcionários.

A escola atende aproximadamente 700 estudantes, sendo 265 no turno matutino, 305 no turno vespertino e 129 no turno noturno. A instituição de ensino oferece em seu primeiro turno os Anos Finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio em Tempo Integral, no segundo turno são oferecidos os Anos Iniciais do Ensino Fundamental e no terceiro turno são oferecidos o Ensino Fundamental e Médio na modalidade EJA e o Ensino Médio na modalidade Regular.

Para garantir o funcionamento da escola, o quadro docente é formado por 67 professores, entre eles, 11 servidores regentes de turma, ou seja, trabalham nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, 39 regentes de aulas, que lecionam nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio nas modalidades EJA e Regular. Além disso, o corpo docente conta com três professores bibliotecários e 14 professores de apoio à comunicação, linguagem e tecnologias assistivas. Os docentes que trabalham com a disciplina Matemática são cinco e suas aulas estão divididas entre os Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Para dar suporte à esta equipe, a escola conta com quatro supervisores escolares e três vice-diretores.

O setor administrativo é composto por uma secretária, seis assistentes de secretaria e 15 auxiliares de serviços gerais. Estes servidores são responsáveis por: escrituração da vida funcional e informação de pagamento dos funcionários; escrituração e organização da vida escolar dos alunos; limpeza e manutenção do prédio escolar; preparar e servir o almoço da educação integral e a merenda escolar.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foi realizada com uma turma de 27 estudantes do nono ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, uma sequência didática na qual os estudantes resolveram uma situação problema envolvendo a construção do ginásio poliesportivo da escola. A situação problema envolve a construção do conceito do Teorema de Pitágoras e a sua aplicação na resolução de questões.

Este trabalho se organiza em cinco capítulos. Após esta introdução, apresenta-se a **Fundamentação Teórica**, que discute os principais fundamentos que sustentam a pesquisa. Em seguida, no capítulo sobre a **Metodologia**, descreve-se o percurso metodológico adotado, bem como os procedimentos de coleta e análise dos dados. O capítulo de **Discussão dos Dados** apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática, e, por fim, nas

Considerações Finais, são apresentadas as reflexões sobre os estudos da pesquisa, suas limitações e as contribuições para futuras práticas e estudos na área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os principais referenciais teóricos que sustentam a pesquisa, estabelecendo um diálogo entre as concepções de ensino e aprendizagem, o uso de recursos tecnológicos na educação, a metodologia de sequências didáticas e a construção do conhecimento matemático, com ênfase no Teorema de Pitágoras. A fundamentação está organizada de forma a contextualizar as bases que orientam a proposta pedagógica adotada, especialmente sob a perspectiva sociocultural, que entende a aprendizagem como um processo mediado socialmente e construído a partir das interações entre sujeitos, ferramentas e contextos. Busca-se, assim, apresentar as contribuições dos autores que dialogam com a prática desenvolvida, bem como refletir sobre o papel dos recursos tecnológicos e da resolução de problemas contextualizados no processo de ensino e aprendizagem de matemática.

2.1 A aprendizagem e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

A sociedade contemporânea é marcada pela presença das tecnologias digitais, que transformaram as relações sociais, a comunicação e, inevitavelmente, os processos de ensino e aprendizagem. No ambiente escolar, especialmente no ensino de matemática, essas transformações apresentam desafios e, ao mesmo tempo, oportunidades para práticas pedagógicas inovadoras.

Nesse contexto, torna-se fundamental distinguir os conceitos de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Enquanto as TIC englobam um conjunto mais amplo de tecnologias, incluindo recursos analógicos como rádio, televisão e outros meios de comunicação, as TDIC referem-se especificamente às tecnologias baseadas na linguagem digital, como computadores, internet, aplicativos e dispositivos móveis, como ensinam Kenski (2015) e Leite (2021). Essa distinção é relevante, pois na contemporaneidade são as TDIC que predominantemente assumem papel central nos processos de mediação do conhecimento, ampliando as possibilidades de interação, acesso à informação e construção colaborativa da aprendizagem.

De acordo com Leite (2021), as TDIC não devem ser compreendidas apenas como recursos auxiliares, mas como elementos que potencializam novas formas de ensinar e aprender, especialmente quando articuladas a metodologias que colocam o estudante no centro do processo educativo. Nesse sentido, o uso das tecnologias digitais está diretamente relacionado à criação de novos espaços de aprendizagem, mais flexíveis, interativos e acessíveis, possibilitando que o estudante aprenda em diferentes tempos e contextos.

Vale ressaltar que, de acordo com D'Ambrósio (2019), a espécie humana procura agrupar-se para desenvolver técnicas que a ajudem a sobreviver, o que pode ser chamado de desenvolvimento tecnológico. Desde a descoberta da roda ou do controle do fogo até a chegada da inteligência virtual dos dias atuais, sempre houve avanço tecnológico.

Em consonância com o autor, Kenski (2015) argumenta que necessitamos de equipamentos resultantes de estudos para realizar as mais diversas tarefas do dia a dia, como comer, dormir, tomar banho ou ir para o trabalho. A autora ainda define: “Ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade, chamamos de ‘Tecnologia’” (Kenski, 2015, p. 24).

Ainda para a autora, para se construir qualquer objeto que facilite a vida da sociedade é necessário estudo e pesquisa para se chegar no equipamento desejado e todo este processo pode ser chamado de tecnologia. Kenski (2015) ainda discute que a concepção da tecnologia como algo negativo ou ameaçador pode prejudicar a evolução das tecnologias e seu domínio, mas que uma coisa é certa, “as tecnologias estão tão próximas e presentes que nem percebemos mais que não são coisas naturais” (Kenski, 2015, p.24).

A incorporação de tecnologias na Educação é um processo que acompanha a evolução histórica das demais áreas do conhecimento. Como exemplifica as autoras Brito e Purificação (2015), o ábaco foi criado como uma ferramenta para auxiliar na contagem de objetos e foi utilizado por séculos sem grandes alterações, sendo considerado o precursor dos computadores. Já na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, surgiram os primeiros computadores, que foram sendo aprimorados ao longo do tempo. Na década de 1990, com o avanço da internet, ocorreram transformações na comunicação global, impactando significativamente diversos setores da sociedade, incluindo a educação e os métodos de ensino.

As autoras ainda pontuam:

> Reconhecemos que a internet tem interferido nas estruturas sociais, econômicas e educacionais em diferentes vertentes. Entretanto, apontamos que a escola, nesse contexto, ainda se encontra calcada no paradigma edificado por procedimentos dedutivos e lineares, desconhecendo o substrato tecnológico do mundo contemporâneo. Portanto, estar atenta às novas formas de aprender, propiciadas pelas tecnologias da informação e da comunicação, e criar novas formas de ensinar são prescrições imprescindíveis para a escola, sob pena de ela se tornar obsoleta (Brito; Purificação, 2015, p. 16).

As autoras destacam também a importância da formação de professores para o uso de recursos tecnológicos como computadores, softwares utilitários, dispositivos móveis e softwares educativos. “Defendemos, na formação inicial e continuada do professor, o uso dos recursos tecnológicos que possam apoiá-lo em sua atuação na sala de aula e na dinâmica de investigação de suas próprias práticas” (Brito; Purificação, 2015, p. 18).

As autoras afirmam que o uso planejado do computador na escola possui potencial otimizador:

> 1) Uma boa utilização do computador na escola pode propiciar a criação de novas formas de relação pedagógica, de novas formas de pensar o currículo e, portanto, pode também conduzir a mudanças no ambiente escolar; 2) O uso do computador na educação tem um potencial enorme, que não está diretamente relacionado à presença da máquina, mas sim do professor, que firmou um compromisso com a pesquisa, com a elaboração própria, com o desenvolvimento da crítica e da criatividade, superando a cópia, o mero ensino e a mera aprendizagem (Brito; Purificação, 2015, p. 122).

Nessa direção, o uso das TDIC na educação não se limita à inserção de equipamentos tecnológicos, mas implica mudanças nas práticas pedagógicas. Conforme destaca Leite (2021), o uso das tecnologias digitais, por si só, não garante melhorias no processo de ensino e aprendizagem, sendo necessário que estejam articuladas a propostas metodológicas que valorizem a construção do conhecimento e sua relação com a realidade do estudante.

Autores como Pocinho e Gaspar (2012) destacam que o uso das tecnologias na educação exige uma mudança no papel dos professores. Estes deixam de ser os únicos detentores do conhecimento e passam a atuar como mediadores e facilitadores do processo de aprendizagem, estimulando a pesquisa, a colaboração e o desenvolvimento integral dos estudantes. O papel do estudante também se transforma, tornando-o protagonista no processo de construção do conhecimento, especialmente quando os recursos tecnológicos são utilizados de forma intencional e pedagógica.

Essa perspectiva aproxima-se do que Leite (2021) denomina de Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), na qual o estudante participa de forma efetiva do processo de aprendizagem, interagindo com recursos digitais, investigando, testando hipóteses e construindo conhecimento de maneira colaborativa. O autor descreve a ATA a partir de cinco pilares fundamentais:

1. Papel Docente: o professor atua como mediador, orientador e facilitador, despertando no estudante o desejo de aprender além do que já sabe;
2. Protagonismo do Estudante: o aluno participa ativamente, experimentando,

pesquisando, refletindo e construindo conhecimento de forma personalizada;

3. Suporte das Tecnologias: a escolha consciente de recursos digitais (como aplicativos, plataformas, dispositivos móveis) abre novos caminhos para a aprendizagem;
4. Aprendizagem: ocorre de forma ativa e diversificada (individual, colaborativa, social e ubíqua), estimulando o estudante a interagir com o conteúdo em vez de recebê-lo passivamente;
5. Avaliação: pode ser diagnóstica, formativa, somativa, autoavaliação, formal ou informal, sempre integrada ao processo de aprendizagem.

Importa considerar que esse protagonismo se manifesta de maneiras distintas conforme a faixa etária. Conforme a Base Nacional Comum Curricular Computação (Brasil, 2018b), na Educação Infantil, o uso de recursos tecnológicos deve propor experiências lúdicas, em que o reconhecimento de padrões e a interação com computadores ocorrem por meio de jogos, brincadeiras e exploração sensorial. No Ensino Fundamental, o documento prevê a ampliação das habilidades, envolvendo a sistematização de algoritmos, a modelagem de objetos e o uso consciente da cultura digital, ou seja, a utilização responsável e ética das tecnologias. Já no Ensino Médio, o documento indica que as competências vão avançando, de modo que o estudante é desafiado a desenvolver projetos e soluções computacionais de forma crítica, criativa e colaborativa.

As competências e as habilidades propostas na BNCC Computação (Brasil, 2018b), para os anos finais do Ensino fundamental, vão se aprofundando gradualmente quanto ao pensamento computacional, articulando-as com a compreensão crítica do mundo e da cultura digital. Essa proposta busca, além do domínio técnico, a capacidade de analisar, refletir e aplicar conceitos computacionais em diversos contextos.

Nesse sentido, os objetos de conhecimento e as habilidades indicadas para o 6º ao 9º ano estruturam-se em três eixos principais: Pensamento Computacional, que enfatiza algoritmos, linguagens de programação e estratégias de resolução de problemas; Mundo Digital, que contempla armazenamento, transmissão e processamento de dados em ambientes distribuídos e; Cultura Digital, que ressalta a segurança, a ética e a sustentabilidade no uso das tecnologias. O quadro a seguir sintetiza esses elementos, destacando as habilidades de aprendizagem que devem orientar as práticas pedagógicas nesse período escolar.

A síntese apresentada no Quadro 1 evidencia que o desenvolvimento das habilidades computacionais digitais não se restringe ao domínio técnico, mas envolve aspectos cognitivos, críticos e éticos. Nesse sentido o uso das TDIC demanda novas formas de mediação pedagógica, nas quais professor e estudante assumem papéis mais dinâmicos e interativos. Assim, o protagonismo discente e a mediação docente tornam-se centrais no processo, o que reforça a necessidade de repensar os papéis de cada ator no contexto escolar.

Quadro 1 – Objetos de conhecimento e habilidades descritos na BNCC computação do 6º ao 9º ano

Eixo	Objeto de conhecimento	Habilidade
Pensamento computacional	Programação – Tipo de Dados	(EF69CO01) Classificar informações, agrupando-as em coleções (conjuntos) e associando cada coleção a um tipo de dado.
	Programação – Linguagem de programação	(EF69CO02) Elaborar algoritmos que envolvam instruções sequenciais, de repetição e de seleção usando uma linguagem de programação. (EF69CO03) Descrever com precisão a solução de um problema, construindo o programa que implementa a solução descrita.
	Estratégias de solução de problemas – Decomposição	(EF69CO04) Construir soluções de problemas usando a técnica de decomposição e automatizar tais soluções usando uma linguagem de programação.
	Estratégias de solução de problemas – Generalização	(EF69CO05) Identificar os recursos ou insumos necessários (entradas) e os resultados esperados (saídas), determinando os tipos de dados e estabelecendo a definição de problema como relação entre entrada e saída.
Mundo Digital	Armazenamento e transmissão de dados – Fundamentos de transmissão de dados	(EF69CO07) Entender o processo de transmissão de dados, como a informação é quebrada em pacotes, transmitida em múltiplos equipamentos e reconstruída no destino.
	Armazenamento e transmissão de dados – Gestão de dados	(EF69CO08) Compreender e utilizar diferentes formas de armazenar, manipular, compactar e recuperar arquivos, documentos e metadados.
	Sistemas distribuídos e internet – Fundamentos	(EF69CO09) Compreender os conceitos de paralelismo, concorrência e armazenamento/processamento distribuídos. (EF69CO10) Entender como é a estrutura e funcionamento da internet.
Cultura Digital	Segurança e responsabilidade no uso da tecnologia – Tecnologia digital e sociedade	(EF69CO11) Apresentar conduta e linguagem apropriadas ao se comunicar em ambiente digital, considerando ética e respeito.
	Uso de tecnologias computacionais – Tecnologia digital e sustentabilidade	(EF69CO12) Analisar o consumo de tecnologia na sociedade, compreendendo criticamente a produção, obsolescência e sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de BNCC Computação (Brasil, 2018b, p. 56 e 58).

O processo de aprendizagem em sala de aula deve provocar alterações nos papéis do professor e do estudante. Com base nas contribuições de Brito e Purificação (2015), Pocinho e Gaspar (2012) e Leite (2021), elaborou-se uma sistematização teórica dos papéis atribuídos ao professor e ao estudante no contexto do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

Os Quadros 2 e 3 não se configuram como reprodução direta de um único autor, mas como uma organização analítica construída a partir do diálogo entre esses referenciais, buscando sintetizar elementos recorrentes nas discussões sobre mediação pedagógica, protagonismo discente, uso intencional das tecnologias e transformação das práticas educativas.

Para a elaboração dos quadros, foram identificadas categorias centrais presentes nos autores analisados, tais como mediação, autonomia, protagonismo, intencionalidade pedagógica e construção do conhecimento, as quais foram organizadas de modo a explicitar, de forma didática, os papéis do professor e do estudante no contexto das TDIC.

Quadro 2 – O papel do professor com o uso das TDIC

Papel do professor	
Formador técnico e pedagógico	O professor deve dominar o uso técnico das TDIC, mas sempre com intencionalidade pedagógica, evitando que os recursos sirvam apenas como instrumentos reprodutores dos velhos vícios.
Planejador crítico e reflexivo	É essencial planejar o uso de tecnologias com clareza de objetivos e significado, reorganizando o currículo tradicional e favorecendo novos modos de pensar e agir.
Mediador e facilitador da aprendizagem	O professor deve incentivar a pesquisa, colaboração e criatividade, atuando com postura investigativa e crítica, superando o ensino tradicional e promovendo um ambiente mais dinâmico e interativo.
Agente de emancipação social	O docente deve comprometer-se com a transformação social, emancipando os estudantes, assumindo-se como pesquisador contínuo em sua prática.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 3 – O papel do estudante com o uso das TDIC

Papel do estudante	
Protagonista ativo	O estudante deixa de ser o receptor passivo e assume um papel ativo, construindo, pesquisando, descobrindo e colaborando com o processo educativo.
Gestor do próprio aprendizado	Ele coleta informações, analisa dados, tira conclusões e compartilha resultados, gerenciando sua trajetória de aprendizagem com autonomia.
Coautor da construção do saber	A interação com tecnologias digitais permite que o estudante recrie e reconstrua seu conhecimento, integrando aprendizados contextuais à realidade social e tecnológica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conforme apresentado nos Quadros 2 e 3, o papel do professor na contemporaneidade envolve o domínio técnico das tecnologias, sempre aliado a uma intencionalidade pedagógica clara. Ele deve atuar como planejador crítico e reflexivo, mediador do conhecimento e agente de transformação social, reorganizando práticas e currículos tradicionais para promover uma educação mais dinâmica, inclusiva e significativa. Já o estudante deixa de ser um receptor passivo para tornar-se protagonista do próprio aprendizado, assumindo uma postura ativa, colaborativa e investigativa. Ele passa a utilizar as tecnologias como ferramentas para pesquisar, analisar, construir e compartilhar conhecimento, desenvolvendo autonomia e senso crítico. Assim, professor e estudante estabelecem uma relação de parceria, em que ambos constroem o saber de forma conjunta, contextualizada e alinhada às demandas da sociedade atual.

Desta forma, em sala de aula, o professor passa a ser o indivíduo que estimula a criatividade dos discentes. Isso é particularmente relevante no ensino de matemática, disciplina muitas vezes considerada de difícil compreensão e, consequentemente, alvo de rejeição por parte dos estudantes.

Kaleff (2011) complementa afirmando que a utilização de recursos tecnológicos como computadores e aparelhos celulares podem ser motivadores ao estudante para que possam ser aplicados como fonte de conhecimento e práticas sociais. Pocinho e Gaspar (2012) complementam que a utilização destas ferramentas pode aguçar a criatividade e a forma como acontece a aprendizagem na escola, alcançando resultados melhores na construção do conhecimento.

A autora Kenski (2015) afirma que “a escola não se acaba por conta das tecnologias. As tecnologias são oportunidades aproveitadas pela escola para impulsionar a educação, de acordo com as necessidades sociais de cada época” (Kenski, 2015, p. 101). Essa perspectiva evidencia que a presença das tecnologias na educação não representa uma ruptura com o modelo escolar, mas um movimento de adaptação e reconfiguração das práticas pedagógicas frente às demandas da sociedade contemporânea.

O autor Leite (2021) destaca que o uso das tecnologias digitais na educação deve estar articulado a propostas pedagógicas que valorizem o protagonismo discente e a mediação docente, uma vez que as TDIC, quando integradas de forma intencional, potencializam interações, ampliam os espaços de aprendizagem e favorecem processos mais dinâmicos e significativos.

Nesse sentido, a mediação tecnológica, articulada à interação social, pode contribuir para a criação de ambientes educativos dinâmicos, nos quais o estudante participa ativamente da construção de significados.

Sob essa ótica, é possível relacionar tais concepções ao pensamento de Ausubel (2003), segundo o qual a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se conecta, de maneira não arbitrária, aos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Assim, a associação entre tecnologias digitais e interação social pode favorecer práticas pedagógicas que promovam aprendizagens mais profundas e contextualizadas, respondendo às exigências formativas da sociedade contemporânea.

2.2 A aprendizagem significativa e colaborativa

A educação contemporânea enfrenta o desafio de promover processos de aprendizagem que não seja de simples memorização de conteúdos e que favoreçam a construção de significados. Nesse contexto, a teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por Ausubel (2003), oferece fundamentos para compreender como os novos conhecimentos podem ser integrados às estruturas cognitivas dos estudantes. Entretanto, diante das demandas atuais de colaboração, interatividade e uso das ferramentas tecnológicas, faz-se necessário ampliar essa perspectiva.

A aprendizagem significativa é um processo de construção de significado. Segundo Ausubel (2003), aprendizagem significativa envolve uma série de processos e condições que possibilitam a integração profunda de novas informações com conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Esse processo envolve:

- Interação ativa: o aprendiz relaciona as novas ideias com os conhecimentos prévios;
- Relacionamento com ideias ancoradas: a aquisição dos novos significados ocorre de forma a criar um produto interativo que permanece ligado às ideias previamente estabelecidas;
- Alterações e evolução dos significados: ao longo do tempo, os significados podem sofrer modificações;
- Relevância, estabilidade e clareza: fatores estruturais da organização cognitiva, como a relevância, estabilidade, capacidade de discriminação e grau de diferenciação das ideias ancoradas, influenciam a força de dissociabilidade do novo significado após a aprendizagem;
- Condicionalidade da organização prévia: para que a aprendizagem seja significativa, é necessário que existam conceitos ou proposições relevantes e relacionados na estrutura do conhecimento do aprendiz previamente disponíveis e acessíveis.

Assim, para o autor, a aprendizagem significativa não é apenas a aquisição de informações, mas uma reorganização e síntese dinâmica que fortalece o entendimento e a retenção a longo prazo:

> A própria estrutura cognitiva existente – quer o conteúdo substantivo da estrutura de conhecimentos de um indivíduo, quer as mais importantes propriedades da mesma numa determinada área e num determinado momento – é o principal fator que influencia a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003, p. 10).

Esse processo não é mecânico, mas ativo e dinâmico. O autor esclarece que a aprendizagem significativa não implica que as novas informações formem um tipo de ligação simples com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Pelo contrário, tanto as novas ideias quanto as já estabelecidas sofrem modificações no encontro, resultando em significados transformados. Essa visão revela que o aprender não é acumular dados, mas reelaborar cognitivamente os conhecimentos, atribuindo-lhes novos sentidos (Ausubel, 2003).

Ausubel (2003) defende que a aprendizagem não deve ser mecânica, pois não se limita ao acúmulo arbitrário de informações, mas implica a integração de novos conteúdos à estrutura cognitiva já existente. D'Ambrósio (2019) confirma e complementa essa perspectiva ao destacar que o conhecimento humano se desenvolve historicamente através da criação de técnicas e instrumentos que respondem às necessidades sociais e culturais, ou seja, o desenvolvimento tecnológico.

Diante do que ensina D'Ambrósio (2019), a tecnologia não é apenas um instrumento funcional, mas também um produto cultural que pode ser incorporado à aprendizagem significativa, aproximando os estudantes de contextos reais e de situações-problema que demandam soluções criativas e fundamentadas. Assim, tecnologias digitais, plataformas interativas e recursos multimídia tornam-se, nesse cenário, recursos mediacionais que podem facilitar a construção do conhecimento de forma ativa e contextualizada (Kenski, 2015).

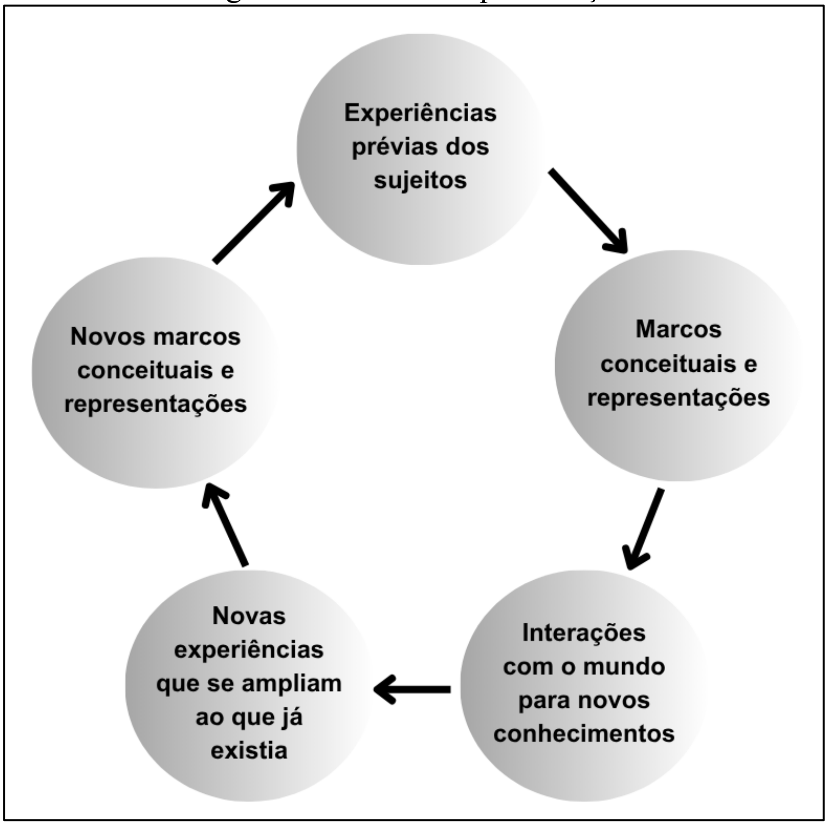
Para Garcia, a aprendizagem significativa pode ser combinada com alguns fatores:

> A noção de que o aluno pode construir o conhecimento mais autonomamente, passando por experiências, avaliando o significado do que aprende. A emergência das tecnologias digitais, interativas e de base social, que destacam referenciais diversificados, levando os alunos a explorar diferentes fontes e tomar decisões sobre o que estudar e de que forma (Garcia, 2020, p. 7).

Ainda para a autora, a noção de aprendizagem significativa tem sua origem na ideia de que aprender vai além da simples memorização: envolve atribuir sentido ao que se estuda, reconhecendo sua importância e relação com o cotidiano, de modo que o conhecimento adquirido possa ser compreendido, integrado e utilizado de forma concreta. Por exemplo, um aluno que aprende significativamente o Teorema de Pitágoras, relaciona uma escada apoiada em uma parede à hipotenusa de um triângulo retângulo. Garcia (2020) complementa que o conceito de significativo também tem relação à motivação, "um estudante se motiva a aprender algo, investigar, buscar referências, fazer relações, à medida que enxerga algum tipo de significado" (Garcia, 2020, p. 8).

Garcia (2020) descreve o processo de aprendizagem como um movimento contínuo de reconstrução de significados, no qual o sujeito, ao interagir com o mundo, elabora novas experiências e representações que se incorporam a seus conhecimentos prévios. Esse processo dinâmico dá origem a novos marcos conceituais, que, por sua vez, alimentam um novo ciclo de aprendizagem. Assim, o ciclo de representação, ilustrado na Figura 1, sintetiza essa rotatividade, mostrando como o conhecimento é constantemente atualizado e ampliado a partir da vivência e da reflexão do aprendiz.

Figura 1 – Ciclo de representação



Fonte: Adaptado de Garcia (2020, p. 9).

Descrição da Figura 1: A figura apresenta um diagrama em forma de ciclo circular composto por cinco círculos de mesmo tamanho distribuídos ao redor de um eixo central vazio. No topo está o círculo

“Experiências prévias dos sujeitos”. À direita encontra-se o círculo “Marcos conceituais e representações”. Na parte inferior direita está o círculo “Interações com o mundo para novos conhecimentos”. Na parte inferior esquerda aparece o círculo “Novas experiências que se ampliam ao que já existia”. À esquerda está o círculo “Novos marcos conceituais e representações”. Setas curvas conectam os círculos em sentido horário, formando um fluxo contínuo que representa um processo cíclico de construção e reconstrução do conhecimento. O diagrama indica a formação de marcos conceituais e representações, seguida de interações com o mundo que possibilitam novos conhecimentos. Essas interações geram novas experiências que ampliam o que já existia e conduzem à construção de novos marcos conceituais e representações, retornando às experiências dos sujeitos.

Conforme a Figura 1, os aspectos ali representados estão em um movimento de ampliação de acordo com as novas experiências vividas e que ocorrem com o estímulo e na convivência em ambientes diversificados (Garcia, 2020), ou seja, a aprendizagem está em um ciclo no qual as novas experiências se transformam em experiências prévias para a retomada da construção de novos marcos conceituais. A autora ainda defende que a aprendizagem colaborativa surge como estratégia que potencializa a aprendizagem significativa, pois valoriza o diálogo, a troca de experiências e a construção compartilhada do conhecimento.

A colaboração, nesse sentido, não se restringe à simples divisão de tarefas, mas envolve o diálogo, a negociação de sentidos e a construção coletiva de significados. Ao transpor essa perspectiva para o ensino do Teorema de Pitágoras, a utilização de ferramentas tecnológicas amplia as oportunidades para que os estudantes aprendam uns com os outros e ressignifiquem seus saberes.

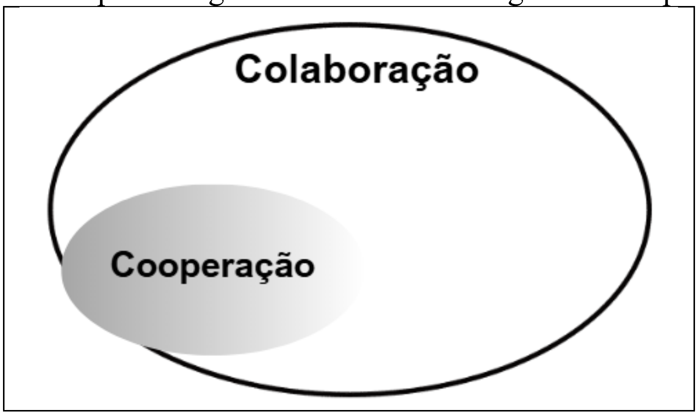
> O importante é entender que aprendizagens significativas e colaborativas se tornam um constructo da cultura e da sociedade atual, que, muito em função da mediação tecnológica no contexto educacional, procuram destacar as capacidades de aprendizagem dos sujeitos, considerados tanto individual quanto coletivamente (Garcia, 2020, p. 6).

A colaboração assume, portanto, uma dimensão epistemológica, na medida em que permite a confrontação de ideias, a negociação de significados, a superação de concepções alternativas e a construção coletiva do conhecimento. Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa emerge como o resultado da interação ativa entre os sujeitos e o objeto de conhecimento, mediada pelo diálogo e pela troca de experiências.

Conforme ressaltam Masini e Moreira (2008), a aprendizagem significativa exige condições específicas para ocorrer, entre as quais a disposição do aprendiz em aprender e a clareza do material potencialmente significativo. Para os autores, “interação é a palavra-chave: interação entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios” (Masini; Moreira, 2008, p. 5).

Os autores ainda enfatizam que o processo de aprendizagem exige intencionalidade e abertura para aprender e que a aprendizagem colaborativa ocorre quando todo o grupo está alinhado para desenvolver um determinado trabalho a fim de se atingir um objetivo comum. Vale ressaltar que há diferença entre a aprendizagem colaborativa e cooperação na qual a primeira envolve a segunda, ou seja, a cooperação "pode ser uma prática pedagógica que se insere no âmbito da aprendizagem colaborativa" (Garcia, 2020, p. 20), como representado na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Aprendizagem colaborativa abrangendo a cooperação



Fonte: Adaptado de Garcia (2020), p. 20.

Descrição da Figura 2: A figura apresenta duas elipses horizontais parcialmente sobrepostas. A elipse maior ocupa a maior parte da imagem e representa a colaboração. Dentro dela, deslocada levemente para o centro, encontra-se uma elipse menor que representa a cooperação. A interseção entre as elipses indica que a cooperação está contida no campo da colaboração, evidenciando a relação de inclusão entre os conceitos. A elipse menor, referente à cooperação, está parcialmente contida na elipse maior, que representa a colaboração, indicando que a cooperação integra a aprendizagem colaborativa, mas não a abrange em sua totalidade.

A Figura 2 representa a relação entre os conceitos de cooperação e colaboração. A disposição da elipse menor (cooperação) parcialmente inserida na maior (colaboração) indica que a cooperação está contida no âmbito da colaboração, mas não a abrange em sua totalidade. Em outras palavras, a cooperação é uma forma de trabalho conjunto voltada principalmente à execução de tarefas em equipe, enquanto a colaboração envolve níveis mais amplos de interação, nos quais os sujeitos constroem coletivamente significados e conhecimentos.

A autora explica que a cooperação ocorre no desenvolvimento de uma atividade metodológica, na qual formam-se equipes e dentro delas cada integrante exerce uma função de acordo com suas habilidades. Já a colaboração utiliza este mesmo método para construir um projeto e definir os objetivos comuns a serem alcançados de forma coletiva, considerando sempre "as diferenças individuais, os ritmos, as maneiras de expressão, as habilidades e os diferentes modos produtivos" (Garcia, 2020, p. 20) para o alcance de uma meta única. Para a autora:

> A cooperação pode ser uma prática pedagógica que se insere no âmbito da aprendizagem colaborativa. Vista como uma atividade metodológica, a cooperação identifica, em cada um dos componentes de uma determinada equipe, o que ele pode fazer melhor (Garcia, 2020, p. 20).

A partir dessa dinâmica de colaboração, como aponta Masini e Moreira (2008), criam-se condições para que a aprendizagem significativa se estabeleça, dessa forma a interação social não é um elemento acessório, mas constitutivo da aprendizagem.

Ao integrar a colaboração ao paradigma da aprendizagem significativa, observa-se uma aproximação com as concepções contemporâneas de ensino que valorizam as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Iahnke (2023) ressalta que, no contexto da aprendizagem móvel, dispositivos digitais e redes sociais podem ampliar as possibilidades de interação e compartilhamento de saberes. Tais recursos podem contribuir para criar ambientes de aprendizagem dinâmicos, interativos e colaborativos, em consonância com a perspectiva de Ausubel (2003) sobre a importância do contexto significativo.

> Quando uma estratégia didático-pedagógica promove ou facilita a aprendizagem significativa, pode-se inferir que o aluno se encontra disposto a assumir efetivamente o seu papel no processo de (re)construção do saber [...] (Iahnke, 2023, p. 11).

Castellar e Semeghini-Siqueira (2015), por sua vez, enfatiza que o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa deve estar ancorado em práticas inovadoras. A autora defende que o professor não deve ser apenas transmissor de conteúdos, mas mediador capaz de organizar situações de aprendizagem em que os estudantes atribuam sentido aos conceitos e percebam sua aplicabilidade em diferentes contextos.

A aprendizagem colaborativa contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, cooperação e responsabilidade compartilhada. Garcia (2020) observa que esses aspectos extrapolam os limites da sala de aula, favorecendo a formação integral dos estudantes e sua preparação para os desafios da vida em sociedade. Essa perspectiva dialoga com a proposta de Ausubel (2003), na medida em que valoriza a aprendizagem como processo contextualizado, no qual novos conhecimentos são integrados à estrutura cognitiva do estudante a partir de suas experiências prévias.

Ainda para o autor, destaca-se o papel dos subsunçores, entendidos como conceitos ou ideias já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que funcionam como pontos de ancoragem para a incorporação de novos conhecimentos. A aprendizagem significativa ocorre quando há uma relação não arbitrária e substantiva – com significado real – entre o novo conteúdo e esses conhecimentos prévios, permitindo ao estudante atribuir sentido ao que aprende.

Para Masini e Moreira (2008), a aprendizagem significativa só ocorre quando o assunto é significativo e o aluno demonstra disposição para aprender. Nesse ponto, a aprendizagem colaborativa pode favorecer esse processo ao promover interações que mobilizam e explicitam os subsunçores dos estudantes, criando um ambiente de troca, apoio mútuo e valorização das contribuições individuais, o que contribui para a construção compartilhada de significados.

Castellar e Semeghini-Siqueira (2015) lembra que a aprendizagem significativa e colaborativa também depende da capacidade do professor em articular teoria e prática, integrando saberes científicos às experiências cotidianas dos estudantes. Esse movimento possibilita que o conhecimento escolar seja percebido como útil e aplicável, rompendo com a fragmentação do ensino e estimulando a construção de uma rede de significados interligados.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de superar práticas pedagógicas centradas exclusivamente na memorização. Ao valorizar a colaboração, desloca-se o foco do desempenho individual para o processo coletivo de construção do saber, em consonância com a concepção ausubeliana de que aprender é relacionar e atribuir significado (Garcia, 2020). Nesse sentido, o conhecimento não é apenas armazenado, mas compreendido, internalizado e mobilizado em novas situações.

2.3 A teoria sociocultural de Vygotsky e a sequência didática como estratégia pedagógica

No campo da psicologia da educação, Lev Vygotsky é um teórico cujas contribuições são fundamentais para a compreensão dos processos de aprendizagem através das interações com as pessoas e com o ambiente em que se vive. Segundo estudos realizados por Ivic (2010), Vygotsky ensina que é por meio de um adulto que uma criança se envolve em atividades, ou seja, o comportamento da criança está ligado à interação social (Ivic, 2010).

Em uma de suas obras, Vygotsky aprofunda a discussão sobre o papel do significado na aprendizagem e na formação dos conceitos. Para o autor, compreender o significado das palavras é essencial para o desenvolvimento do pensamento, pois "uma palavra sem significado é um som vazio; portanto, o significado é um critério da palavra e um *(sic)* seu componente indispensável" (Vygotsky, 2001, p. 102). Assim, o significado constitui a unidade de ligação entre linguagem e pensamento, sendo o núcleo da comunicação humana e da construção do conhecimento.

O significado das palavras não é fixo, mas evolui conforme o desenvolvimento intelectual e social do sujeito. Vygotsky defende que "o significado das palavras evolui" (Vygotsky, 2001, p. 102), o que implica que aprender uma nova palavra ou conceito é apenas o início de um processo contínuo de ampliação e reconstrução de sentidos. Essa compreensão é essencial para o contexto escolar, pois a aprendizagem não se deve reduzir à memorização de termos, mas à apropriação progressiva de seus significados.

Segundo o autor, a verdadeira comunicação só é possível quando há significado, pois "a comunicação real exige o significado – isto é, a generalização – tanto quanto os signos" (Vygotsky, 2001, p. 11). Isso significa que o simples uso de palavras, sem o domínio de seus significados conceituais, não garante a compreensão. É o significado que permite transformar a experiência individual em algo partilhável, socialmente compreensível e intelectualmente elaborado.

Diante disso, aprender é também atribuir significado. O estudante precisa compreender a que conceitos as palavras se referem, construindo conexões entre o novo conhecimento e suas experiências anteriores. Essa ideia aproxima-se de Ausubel (2003), quando este enfatiza que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se relacionam de maneira não arbitrária à estrutura cognitiva pré-existente do discente.

Nesse contexto, ao considerar que aprender implica atribuir significado, percebe-se que esse processo não ocorre de maneira isolada, mas se desenvolve nas interações sociais que possibilitam a construção compartilhada do conhecimento. É por meio da linguagem que os significados são negociados, reconstruídos e internalizados e, é nessa perspectiva que se insere a teoria sociocultural de Lev Vygotsky (2000).

O autor enfatiza a dimensão social da aprendizagem. Sua teoria no campo da abordagem sociocultural destaca que o conhecimento é construído no contexto de interações sociais e culturais. Vygotsky elaborou o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que representa a distância entre o que uma criança pode fazer sozinha e o que pode fazer com ajuda de outros, como professores ou colegas mais experientes (Vygotsky, 2000). Nesse sentido, a aprendizagem é vista como um processo mediado socialmente, na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da interação com o ambiente social e cultural.

De acordo com Vygotsky:

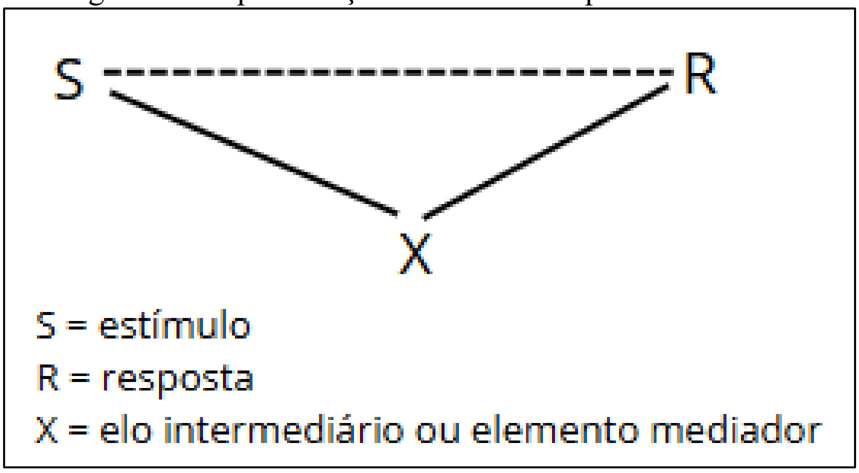
> O docente deve pensar e agir na base da teoria de que o espírito é um conjunto de capacidades – capacidade de observação, atenção, memória, raciocínio, etc. – e que cada melhoramento de qualquer destas capacidades significa o melhoramento de todas as capacidades em geral (Vigotsky; Luria; Leontiev, 1988, p. 107).

Vygotsky destaca a influência das interações sociais e culturais no processo de aprendizagem. Essa abordagem fornece uma base para compreender como os indivíduos constroem seu conhecimento ativo, evidenciando que a aprendizagem não é um processo passivo, mas uma dinâmica contínua de interação com o ambiente, seja ele físico ou social.

Oliveira (2002), em sua obra dedicada aos ensinamentos de Vygotsky, elucida que "um conceito central para a compreensão das concepções vygotskianas sobre o funcionamento psicológico é o conceito de mediação" (Oliveira, 2002, p. 26). A autora ainda explica que, em sentido amplo, entende-se por mediação a atuação de um terceiro elemento que se interpõe em uma relação, transformando-a de direta em intermediada.

A autora ainda destaca que para Vygotsky a relação dos seres humanos com o mundo não é uma relação direta e sim uma relação mediada. Oliveira (2002) exemplifica o conceito de mediação com o ato de chegar a mão próximo à chama de uma vela, assim que o calor é sentido, a mão é retirada para não ser queimada, assim o calor é o mediador desta ação. A Figura 3 demonstra o que foi defendido pela autora:

Figura 3 – Representação de um ato complexo e mediado



Fonte: Adaptado de Oliveira (2002, p. 27).

Descrição da Figura 3: A figura apresenta um esquema triangular que representa um ato mediado. No vértice superior esquerdo localiza-se o elemento "Estímulo". No vértice superior direito a "Resposta" e no vértice inferior o "Elemento mediador". Linhas retas conectam os três vértices formando um triângulo, de modo que a linha que conecta "Estímulo" à "Resposta" é tracejada, enquanto as demais são contínuas. A disposição indica que o estímulo se relaciona com a resposta por meio do instrumento mediador. O diagrama ilustra que a interação do sujeito com o mundo ocorre por meio de elementos de mediação, caracterizando um processo complexo de ação mediada.

"No exemplo da vela, o estímulo (S) seria o calor da chama e a resposta (R) seria a retirada da mão. Numa relação direta entre o indivíduo e a vela, é necessário que o calor provoque dor para que a mão seja retirada" (Oliveira, 2002, p. 27). Desta forma, as relações mediadas passam a ser mais presentes no cotidiano do que as relações diretas dos indivíduos.

Na sala de aula de matemática, as relações mediadas se evidenciam quando o estudante interage com recursos didáticos, como livros, aplicativos ou plataformas digitais, para explorar conceitos como o Teorema de Pitágoras. Porém não é o simples contato do estudante com a ferramenta que desencadeia a aprendizagem, mas sim a interação entre seus pares e a mediação ativa do professor, que tem o papel de direcionar, instigar e dar sentido à experiência. Ao orientar o uso de uma simulação digital no GeoGebra, por exemplo, e propor reflexões sobre as áreas dos quadrados construídos sobre os lados de um triângulo retângulo, o professor atua como mediador entre o estudante e o objeto de conhecimento, transformando uma interação meramente técnica em um processo de construção cognitiva.

De acordo com Martins e Moser (2012), a partir das reflexões dos ensinamentos de Vygotsky, observa-se que o ser humano, ao agir e intervir no mundo com o objetivo de transformá-lo, recorre constantemente a instrumentos. Os autores exemplificam com o plantio de uma semente, no qual o homem utiliza uma pá para cavar o solo. Da mesma forma, o processo de aprendizagem de um conceito pelo cérebro humano ocorre, entre outros, por meio da mediação da linguagem, seja por palavras ou imagens. Pensar, portanto, é uma atividade que inevitavelmente envolve o uso de representações simbólicas.

Portanto, a utilização de instrumentos e signos como meios de desenvolvimento psicológico é um ensinamento deixado por Vygotsky. "A mediação é um processo essencial para tornar possível atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo" (Oliveira, 2002, p. 33). A autora ainda complementa:

> Os processos mentais superiores que caracterizam o pensamento tipicamente humano – ações conscientemente controladas, atenção voluntária, memorização ativa, pensamento abstrato, comportamento intencional – são processos mediados por sistemas simbólicos (Oliveira, 2002, p. 42).

De acordo com Vygotsky, a linguagem constitui o sistema fundamental presente em todas as sociedades humanas e que "[...] a principal função da linguagem é a de intercâmbio social: é para se comunicar com seus semelhantes que o homem cria e utiliza os sistemas de linguagens" (Oliveira, 2002, p. 42). A linguagem, portanto, não é apenas um instrumento de expressão individual, mas uma ferramenta mediadora essencial nas interações sociais e no desenvolvimento do pensamento. Essa mediação simbólica é o que possibilita a construção do conhecimento, uma vez que o sujeito se apropria de conceitos ao interagir com os outros e com os signos culturais disponíveis em seu meio.

Em consonância com Vygotsky, Zabala (1998) enfatiza que a educação deve cumprir uma função social ampla, que abarca o desenvolvimento integral do indivíduo. Destaca ainda que o ensino deve ser compreensivo e considerar todas as capacidades humanas – cognitivas, afetivas, sociais e motoras –, promovendo uma formação que vá além do simples acúmulo de informações, favorecendo a construção de sujeitos críticos e participativos.

O autor ainda defende metodologias de ensino com abordagem construtivista, com aprendizagem baseada em projetos, com ensino diferenciado e com aprendizagem colaborativa (Zabala, 1998). Estas metodologias visam criar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e inclusivo, no qual os estudantes possam se sentir motivados e capacitados a participar ativamente do processo educativo.

Essa perspectiva teórica sustenta a proposta de uma prática pedagógica na qual o professor assume o papel de mediador, organizando situações didáticas que desafiem os estudantes, promovam a reflexão e incentivem a construção compartilhada do conhecimento. Nesse sentido, o uso de recursos tecnológicos como celulares e computadores não se limita a um recurso auxiliar, mas se configura como instrumento de mediação fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

Ainda para o autor:

> Quando a função social que se atribui ao ensino é a formação integral da pessoa, e a concepção sobre os processos de ensino/aprendizagem é construtivista e de atenção à diversidade, podemos ver que os resultados do modelo teórico não podem ser tão uniformes como no modelo tradicional (Zabala, 1998, p. 50).

O autor exemplifica em sua obra uma sequência didática que parte da apresentação de uma situação problema, na qual os estudantes irão discutir e tentar solucionar, quando se tratar de uma situação matematizável. Neste exemplo, Zabala (1998) ainda ensina que os estudantes participam da solução do problema apresentando diferentes formas de resolvê-lo e o professor aproveita as propostas dos discentes para construir o conceito a ser apresentado.

A utilização de sequências didáticas como estratégia pedagógica está alinhada às abordagens construtivistas e socioculturais da educação. Segundo Zabala (1998), uma sequência didática é um conjunto organizado de atividades inter-relacionadas, planejadas com o objetivo de promover a aprendizagem dos estudantes por meio de situações contextualizadas, significativas e desafiadoras.

Para o autor, uma sequência didática deve partir de uma situação problema que faça sentido para os estudantes, possibilitando que eles se envolvam ativamente na busca de soluções, construindo, ao longo do processo, os conceitos e procedimentos necessários. Além disso, a avaliação no contexto da sequência didática deve ser formativa, acontecendo de maneira processual e contínua, permitindo que o professor identifique as dificuldades dos estudantes e reajuste sua prática pedagógica.

Pais (2019) reforça que uma sequência didática permite estabelecer um elo entre a prática e a teoria, possibilitando que o estudante construa conhecimentos a partir da mobilização de saberes prévios, da exploração de novos conceitos e da aplicação desses conhecimentos em situações concretas. Neste trabalho, a sequência foi elaborada tomando como ponto de partida uma situação problema real vivenciada na comunidade escolar: a construção do ginásio poliesportivo da escola.

Os ensinamentos de Zabala e Pais foram observados para a elaboração do Produto Educacional proposto nesta pesquisa, o qual versa sobre a construção e aplicação do conceito do Teorema de Pitágoras. Vale ressaltar que Zabala (1998) considera que os exemplos dados em seu livro não são modelos prontos e sim uma fonte de análise para se reconhecer o que melhor se adequa na sala de aula de cada professor. Isso também é o que entendemos para o nosso Produto Educacional, uma sugestão de atividades que podem ser realizadas com diversos recursos tecnológicos.

2.4 Tecnologias como meios mediacionais da aprendizagem

Como explicitado na seção anterior, de acordo com os ensinamentos de Vygotsky, a aprendizagem ocorre por meio da mediação e dos instrumentos mediacionais (Oliveira, 2002). No presente trabalho, as tecnologias são compreendidas como meios mediacionais que favorecem novas formas de interação entre sujeito e conhecimento. Nesse contexto, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) configuram-se como elementos centrais nas transformações sociais e educacionais contemporâneas, influenciando as maneiras de comunicar, aprender e produzir saberes.

Kenski (2015, p. 45) destaca que as tecnologias, como a televisão[1] e o computador, "movimentam a educação e provocam novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do estudante e o conteúdo veiculado". Ainda para a autora, o uso destes instrumentos ainda é restrito, utilizados por professores isolados desenvolvendo disciplinas também isoladas, sem a interação com assuntos de outras disciplinas e este é apenas um dos problemas que impedem a melhoria do processo de ensino.

A relação entre tecnologia e educação ultrapassa a simples inserção de ferramentas no ambiente escolar: trata-se de uma profunda transformação dos modos de ensinar e aprender. Kenski (2015) afirma que as tecnologias como instrumentos de aprendizagem exigem novos posicionamentos do professor e do estudante frente ao conhecimento. Dentro dessa lógica, as tecnologias digitais tornam-se meios mediacionais, isto é, ferramentas que possibilitam e potencializam a construção do conhecimento por meio da interação com o outro, com o conteúdo e com o mundo.

> Vídeos, programas educativos na televisão e no computador, *slides* educacionais, *softwares* diferenciados transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço de ensino-aprendizagem, onde, anteriormente, predominava a lousa, o giz, o livro e a voz do professor. (Kenski, 2015, p. 46)

A mediação tecnológica inscreve-se como um processo que possibilita a regulação das ações humanas e a construção de significados (Martins; Moser, 2012). Conforme destacam Costa *et al.* (2015), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) configuram-se como instrumentos mediadores do aprender a conhecer e do aprender a fazer, exercendo papel relevante nos processos educativos contemporâneos, sobretudo entre os denominados "nativos digitais", indivíduos que nasceram imersos em contextos marcados pela presença constante de dispositivos tecnológicos e mídias digitais.

Todavia, a mera inserção no ambiente tecnológico não implica, necessariamente, em competência digital ou em uma apropriação crítica e reflexiva das TDIC. O conceito de "nativos digitais" tem sido alvo de críticas por generalizar a relação dos jovens com as tecnologias, desconsiderando fatores como as desigualdades de acesso, os diferentes níveis de letramento digital e a superficialidade com que muitas vezes esses recursos são utilizados. Nessa perspectiva, Desmurget (2021) questiona a própria existência dos "nativos digitais",

[1]De acordo com a autora Kenski (2015) a televisão é um mediador entre o professor, o estudante e o conteúdo, mas este aparelho caiu em desuso nas escolas, sendo mais comum o uso dos projetores nas salas de aula.

argumentando que apenas uma parcela restrita dos jovens utiliza as tecnologias de modo crítico e produtivo. Para o autor, a maior parte se limita a interações predominantemente recreativas e consumistas, sem desenvolver práticas voltadas à construção do conhecimento, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico.

Dessa forma, compreender a mediação tecnológica no contexto educacional requer ultrapassar visões simplificadoras sobre o uso das tecnologias pelos estudantes, reconhecendo-as não como garantia de aprendizagem, mas como potenciais mediadoras que, quando intencionalmente integradas ao processo pedagógico, podem favorecer a construção de significados e o desenvolvimento de aprendizagens mais críticas e significativas.

A perspectiva de mediação digital também se evidencia na proposta de Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), analisada por Neto e Leite (2024), ao destacar que as tecnologias digitais, quando articuladas às metodologias ativas, promovem ambientes de aprendizagem mais autênticos, colaborativos e personalizados. Nessa abordagem, o professor assume o papel de facilitador e os estudantes tornam-se protagonistas do processo de aprendizagem, utilizando as TDIC como ferramentas de pesquisa, comunicação e produção de conhecimento.

Na prática, essa mediação se concretiza quando, por exemplo, estudantes resolvem problemas reais por meio de softwares como o GeoGebra ou produzem conteúdos colaborativamente em plataformas digitais. Como afirmam Costa *et al.* (2015), apesar do grande potencial das tecnologias, elas ainda são subutilizadas no ambiente escolar, o que reforça a necessidade de formação docente e de políticas que incentivem a integração pedagógica dos recursos digitais.

A mediação tecnológica, portanto, está diretamente ligada ao contexto sociocultural no qual os sujeitos estão inseridos. Como aponta Vygotsky (2000), é por meio da interação social e da linguagem que o indivíduo internaliza conhecimentos e se desenvolve. Assim, as tecnologias, mais do que suportes técnicos, constituem-se como elementos fundamentais no processo educativo contemporâneo, sendo imprescindível compreendê-las como mediadoras da aprendizagem, e não como fins em si mesmas.

O uso de plataformas como o Google Sala de Aula, GeoGebra, Padlet e aplicativos educacionais em geral contribui para esse processo de mediação, promovendo o desenvolvimento de habilidades como a resolução de problemas, o pensamento crítico e a colaboração. Rufino (2023), ao investigar práticas docentes na Educação Básica, demonstra que o uso consciente e planejado das ferramentas digitais pode tornar as aulas mais atrativas e contribuir para a construção do conhecimento matemático.

Importa destacar, que o uso de ferramentas digitais específicas tem se mostrado relevante para promover aprendizagens significativas em matemática. Entre essas ferramentas, destaca-se o Kahoot, uma plataforma que possibilita a aplicação de *quizzes* interativos em sala de aula. Callegari (2021) explica que “o Kahoot foi desenvolvido por educadores noruegueses em conjunto com pesquisadores da Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia” (p. 3). Para o autor, um jogo é mais que um simples recurso de entretenimento quando é elaborado de forma intencional e estruturada, se torna uma atividade motivadora.

Em consonância com Callegari (2021), Oliveira *et al.* (2023), afirmam que “os jogos precisam ter objetivo e finalidade, ligados ao aprendizado do aluno” (p. 17063). Diante disso, Callegari (2021) certifica que o uso do Kahoot cria um ambiente divertido, competitivo e interativo, características fundamentais para o desenvolvimento adequado de processos educativos baseados em Aprendizagem Tecnológica Ativa. Ao mobilizar os saberes prévios dos alunos e exigir respostas rápidas, o recurso favorece a motivação intrínseca, elemento essencial para que o processo de aprendizagem ocorra de forma significativa, conforme defendido por Ausubel (2003).

Oliveira *et al.* (2023) acrescentam que, no ensino de matemática, o Kahoot contribui para que os alunos desenvolvam criatividade e raciocínio, de maneira descontraída e atrativa. Ao transformar a sala de aula em um espaço lúdico e interativo, a ferramenta pode romper com a lógica da repetição mecânica, aproximando os conteúdos do cotidiano digital dos estudantes e permitindo que eles se tornem protagonistas do processo de aprendizagem. Os autores ainda sustentam:

> A aplicabilidade da plataforma Kahoot!, vem proporcionar um novo olhar pedagógico para o ensino de matemática, de forma mais atrativa, descontraída e desafiadora para os docentes. O seu uso, favorece a construção do aprendizado de maneira significativa e proveitosa. (Oliveira *et al.*, 2023, p. 17064)

Para Callegari (2021), as atividades desenvolvidas no Kahoot, permitem “que o professor faça um monitoramento em tempo real do aprendizado do aluno, especialmente porque é possível ver na tela de projeção o número de acertos e erros” (p. 12). O autor ainda ressalta que estes resultados podem ser apresentados de forma anônima, o que favorece a participação dos estudantes, ao reduzir a exposição e o receio de errar. Vale ressaltar que o uso desta ferramenta deve promover um efetivo aprendizado, sem destacar somente a memorização, por isso, o planejamento do jogo deve ser minucioso, com objetivos bem traçados.

Entretanto, quando os estudantes optam por se identificar na plataforma, o uso do Kahoot pode assumir uma dimensão formativa ainda mais significativa para a prática docente. Nesses casos, o professor passa a ter acesso individualizado ao desempenho dos alunos, o que possibilita um acompanhamento mais preciso das dificuldades, a identificação de erros recorrentes e a tomada de decisões pedagógicas mais direcionadas. Essa identificação permite, por exemplo, a elaboração de intervenções específicas, a reorganização de grupos de aprendizagem e o planejamento de retomadas de conteúdos, contribuindo para uma avaliação mais diagnóstica e formativa.

Por outro lado, é importante que o professor utilize essa identificação de maneira ética e pedagógica, evitando a exposição indevida dos estudantes ou a criação de ambientes competitivos que possam gerar constrangimento. Assim, cabe ao docente equilibrar momentos de anonimato, que favorecem a participação, com momentos de identificação, que potencializam o acompanhamento individual e a personalização do ensino.

Outro recurso a ser apresentado, é o GeoGebra, software dinâmico de matemática que possibilita a exploração de conceitos geométricos, algébricos e estatísticos. Alves *et al.* (2023) destacam que o programa se apresenta como "uma ferramenta metodológica dinâmica e interativa que possibilita ao professor oferecer uma ajuda ajustada no processo de mediação da atividade, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos" (p. 1).

Ainda para os autores, enquanto ferramenta digital, o GeoGebra promove a criação compartilhada de recursos pedagógicos e sustenta a construção ativa e reflexiva do conhecimento matemático. Essa dimensão interativa aproxima a matemática da investigação e da experimentação, permitindo que os estudantes formulem hipóteses, testem possibilidades e construam conceitos de forma ativa, favorecendo a aprendizagem significativa.

Além disso, estudos voltados para a formação docente mostram que o GeoGebra amplia o repertório didático dos professores, estimulando novas práticas pedagógicas. Zorzin e Silva (2022) observaram que essa ampliação e mobilização de saberes favoreceu a incorporação do GeoGebra no repertório didático dos participantes de sua pesquisa, o que indica que a ferramenta beneficia tanto discentes quanto professores. E Alves *et al.* (2023), acrescentam:

> Faz-se necessário que os professores conheçam as potencialidades desse recurso e as possibilidades que ele proporciona, estabelecendo estratégias didáticas, dinâmicas que propiciem interação e colaboração entre todos os atores do processo de ensino e aprendizagem. O GeoGebra pode ser utilizado como mais um instrumento que atesta o aprendizado do aluno sobre determinado conteúdo. (Alves *et al.*, 2023, p. 17)

Entretanto, o simples uso das TDIC não garante, por si só, inovação pedagógica. Muitos docentes ainda recorrem às tecnologias de forma periférica, sem promover transformações efetivas em suas metodologias de ensino. Como observa Kenski (2015, p. 45), "por mais que as escolas usem computadores e internet em suas aulas, estas continuam sendo seriadas, finitas no tempo, definidas no espaço restrito das salas de aula, ligadas a uma única disciplina [...]". Essa constatação evidencia que a incorporação das tecnologias ao contexto educacional não se traduz automaticamente em práticas inovadoras, uma vez que sua utilização exige um processo de ressignificação pedagógica que ultrapasse o uso meramente instrumental e favoreça a construção de novas formas de aprender e ensinar.

Como enfatiza a autora, cabe à escola preparar os sujeitos para viverem nesse novo tempo, compreendendo a linguagem das tecnologias e sabendo utilizá-las de forma crítica e criativa. Isso implica uma mudança profunda nas práticas pedagógicas, que devem considerar as tecnologias não apenas como ferramentas operacionais, mas como componentes essenciais da mediação didática e da formação integral dos estudantes.

> A escola deve, antes, pautar-se pela intensificação das oportunidades de aprendizagem e autonomia dos estudantes em relação à busca de conhecimentos, da definição de seus caminhos, da liberdade para que possam criar oportunidades e serem sujeitos da própria existência (Kenski, 2015, p. 66).

Além disso, as tecnologias devem ser compreendidas como parte de um ecossistema educacional mais amplo. Kenski (2015) afirma que a tecnologia educacional, ao ser usada como meio mediacional, precisa estar alinhada a objetivos claros de aprendizagem e a estratégias que envolvam os estudantes como agentes de sua própria formação. Isso implica um planejamento pedagógico que considere os contextos socioculturais dos estudantes e promova a equidade no acesso e no uso dos recursos digitais.

Outro aspecto fundamental é o papel do professor como mediador crítico. A mediação não é um processo neutro: depende das intencionalidades didáticas, das relações interpessoais estabelecidas e do uso reflexivo dos recursos. Como destaca o artigo de Costa *et al.* (2015), as TDIC são ferramentas que auxiliam o professor na mediação da aprendizagem, sobretudo no que se refere ao conhecer e ao fazer, embora seu potencial ainda seja pouco explorado no espaço escolar.

Portanto, nos anos finais do Ensino Fundamental, a tecnologia deve ser vista como um meio mediacional, capaz de ressignificar as práticas pedagógicas e de fortalecer os vínculos entre escola e mundo contemporâneo. Isso exige investimento em formação continuada, infraestrutura adequada e abertura institucional para práticas inovadoras e centradas no estudante. Como sintetiza Kenski (2015), ensinar com tecnologias exige aprender com elas, e esse aprendizado deve ser contínuo, colaborativo e orientado para uma educação mais significativa, inclusiva e conectada com as realidades dos estudantes.

2.5 Teorema de Pitágoras no Ensino Fundamental

O Teorema de Pitágoras é um dos conteúdos centrais da Geometria no Ensino Fundamental, sendo essencial para a compreensão de diversas situações do cotidiano e para o desenvolvimento de competências matemáticas. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o estudo das relações métricas no triângulo retângulo, incluindo o Teorema de Pitágoras, deve ser desenvolvido no 9º ano do Ensino Fundamental (Brasil, 2018a). Para uma melhor explanação sobre o assunto, este tópico foi subdividido em outras três subseções: "Panorama histórico do Teorema de Pitágoras"; "Demonstrações do Teorema de Pitágoras" e "O Teorema de Pitágoras na BNCC".

2.5.1 Panorama histórico do Teorema de Pitágoras

Estima-se que Pitágoras de Samos nasceu por volta do século VI a.C., em torno do ano de 569 a.C. na ilha de Samos, no litoral Grego. A vida de Pitágoras é cercada por incertezas, já que não há registros originais de suas obras, o que dificulta historiadores e estudiosos distinguirem os fatos verídicos das possíveis invenções (Oliveira; Nascimento, 2020).

O autor Strathern (1998) relata que Pitágoras fez muitas viagens, nas quais conheceu grandes filósofos e adquiriu e desenvolveu suas habilidades matemáticas. Ele foi aconselhado a viajar para o Egito pois lá estava concentrada muita sabedoria, principalmente nas mãos dos sacerdotes.

> Assim, tem-se que Pitágoras tenha adquirido conhecimento matemático principalmente no Egito. Os egípcios, que além da aritmética inventaram a geometria, que significa "medir a terra", desenvolveram técnicas que foram usadas para medição de terrenos e eram repetidas toda vez que o rio Nilo tinha enchentes (Oliveira; Nascimento, 2020 p. 4).

Pitágoras passou 20 anos viajando, passando pelo Egito, Babilônia e Índia, obtendo conhecimentos matemáticos e religiosos de cada região que visitava. Ao voltar para a Grécia, sofreu perseguições por parte de Polícrates, um magnata tirano que almejava pagar Pitágoras pelos seus conhecimentos. Mas Pitágoras percebeu que este desejo escondia um verdadeiro teor, o de fiscalizá-lo e impedi-lo de difundir suas ideias filosóficas e matemáticas (Oliveira; Nascimento, 2020).

De acordo com os autores Oliveira e Nascimento (2020), depois de viver escondido, mas ainda assim conseguir estudantes para ensinar, Pitágoras fundou a Escola Pitagórica, em Crotona, que reunia vários discípulos que estavam interessados nos estudos de aritmética, geometria, música e astronomia. “A Escola Pitagórica pode ser considerada a primeira universidade do mundo, seus membros eram muito inteligentes e trocavam conhecimentos sobre as mais variadas áreas e diversos temas” (Oliveira; Nascimento, 2020, p. 7).

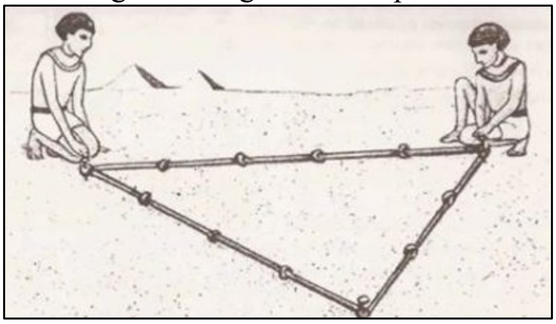
De acordo com Strathern (1998), foram nos primeiros anos de criação da Escola Pitagórica que Pitágoras demostrou o teorema que recebeu o seu nome. Mas ainda de acordo com o autor, “os babilônios por um triz não descobriram a fórmula que hoje conhecemos como Teorema de Pitágoras. Eles sabiam que um triângulo retângulo de lados 3 e 4 tem uma hipotenusa de valor 5” (Strathern, 1998, p. 20).

Em consonância com Strathern (1998), os autores Giovanni Júnior e Castrucci (2018) explicam que a Pitágoras “é atribuída a descoberta do teorema que leva seu nome, embora esse teorema tenha sido conhecido pelos babilônios mais de um milênio antes” (p. 199). Os autores ainda afirmam que foi Pitágoras quem fez a primeira demonstração do teorema em questão.

> Mais importante, no que diz respeito a Pitágoras e seu teorema, é que os egípcios sabiam que um triângulo com lados de valor 3, 4 e 5 é retângulo. A evidência histórica também indica que eles conheciam outras propriedades desses triângulos, inclusive uma trigonometria básica (Strathern, 1998, p. 14).

Já os egípcios utilizavam uma corda com 13 nós, como demonstrado na Figura 4, com espaços iguais entre si e a organizavam de forma a se obter um triângulo retângulo de lados 3, 4 e 5 com o objetivo de obter o ângulo de 90º da base das pirâmides. Eles não chegaram a criar uma fórmula ou uma justificativa teórica para sua medição, ficando esta tarefa para os gregos (Toledo; Toledo, 1997).

Figura 4 – Triângulo retângulo obtido pela corda de 12 nós



Fonte: Toledo e Toledo (1997, p. 253).

Descrição da Figura 4: A figura apresenta um triângulo retângulo formado a partir de uma corda segmentada em partes iguais, ilustrando a construção de um triângulo de lados proporcionais a 3, 4 e 5. O esquema demonstra a obtenção de um ângulo reto por meio da disposição geométrica da corda, sendo o maior lado oposto ao ângulo reto formado. O desenho mostra a disposição dos segmentos formando os lados do triângulo.

A corda utilizada pelos egípcios, apesar de ter 13 nós, ficou conhecida como corda de 12 nós porque dois nós se encontravam para a formação do triângulo retângulo, como demonstrado na figura anterior.

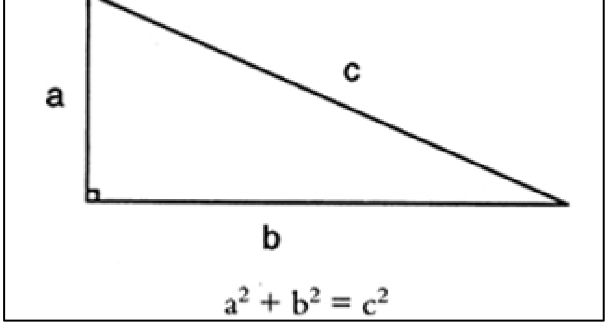
> Os gregos foram os primeiros a fazer da matemática um estudo puramente teórico cujos processos são passíveis de aplicação geral. E deram um passo adiante ao confirmar esses processos gerais com provas. Os babilônios e os egípcios tinham seus processos, mas ficaram no nível empírico (Strathern, 1998, p. 21).

Foi Pitágoras quem estabeleceu a Fórmula 1 como definitiva:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1)$$

Para um triângulo retângulo conforme a Figura 5:

Figura 5 – Triângulo retângulo da fórmula definitiva de Pitágoras



Fonte: Strathern (1998, p. 21).

Descrição da Figura 5: A figura apresenta um triângulo retângulo orientado com a base horizontal e a altura vertical. O lado horizontal e o lado vertical são identificados como catetos, formando entre si um ângulo reto. O lado inclinado que une as extremidades dos catetos é identificado como hipotenusa. Os lados do triângulo estão identificados por marcações que distinguem cada segmento, sendo "a" e "b" os catetos que formam o ângulo reto do triângulo retângulo e "c" a hipotenusa, lado oposto ao ângulo reto. No extremo inferior da figura apresenta-se a Fórmula 1. A figura ilustra a configuração geométrica utilizada na formulação do Teorema de Pitágoras.

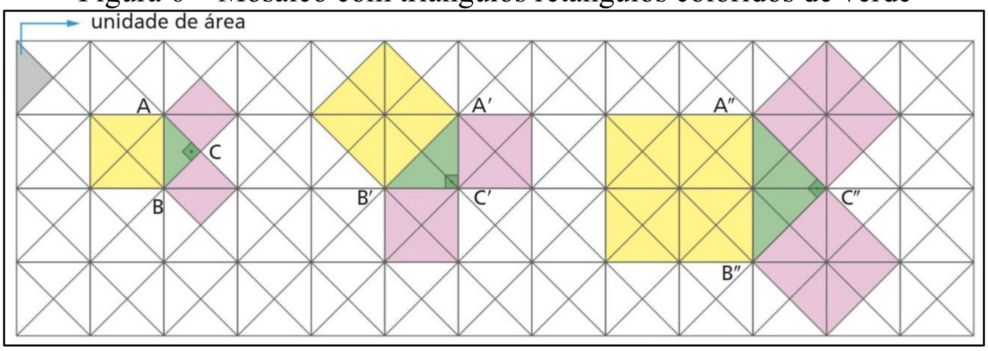
Strathern (1998) afirma que não há registros escritos de como Pitágoras provou seu Teorema ficando a cargo de Euclides a demonstração deste e outros teoremas e fórmulas matemáticas em seu livro *Elementos*. As demonstrações mais utilizadas serão discutidas na próxima subseção.

2.5.2 Demonstrações do Teorema de Pitágoras

Como explicitado anteriormente, não há registros físicos da demonstração do Teorema de Pitágoras feitos pelo próprio filósofo, desta forma, Giovanni Junior e Castrucci (2018) acreditam que o desenvolvimento deste teorema tenha se dado com base nos conhecimentos geométricos dos egípcios, especialmente em seus mosaicos vistos nas paredes das construções do antigo Egito.

A Figura 6, a seguir, mostra os mosaicos observados por Pitágoras e seus discípulos e que, provavelmente, os levaram a perceber importantes relações geométricas, de acordo com os autores Giovanni Junior e Castrucci (2018). Ainda para os autores, considerando o menor triângulo da figura como uma unidade de área, pode-se chegar nas demonstrações explicitadas a seguir.

Figura 6 – Mosaico com triângulos retângulos coloridos de verde



Fonte: Giovanni Junior; Castrucci (2018, p. 200).

Descrição da Figura 6: A figura apresenta um mosaico formado por triângulos retângulos organizados em um padrão geométrico. As medidas dos triângulos "ABC", "A'B'C'" e "A"B"C"", são proporcionais. O arranjo das formas evidencia relações de área entre os triângulos e os quadrados construídos sobre seus lados, favorecendo a visualização de propriedades geométricas do Teorema de Pitágoras.

De acordo com a Figura 6 pode-se concluir que nos triângulos ABC, A'B'C' e A"B"C", os quadrados construídos sobre seus lados representam a área sobre as respectivas hipotenusas e catetos, o que pode ser sintetizado pelo Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 – Demonstração do Teorema de Pitágoras

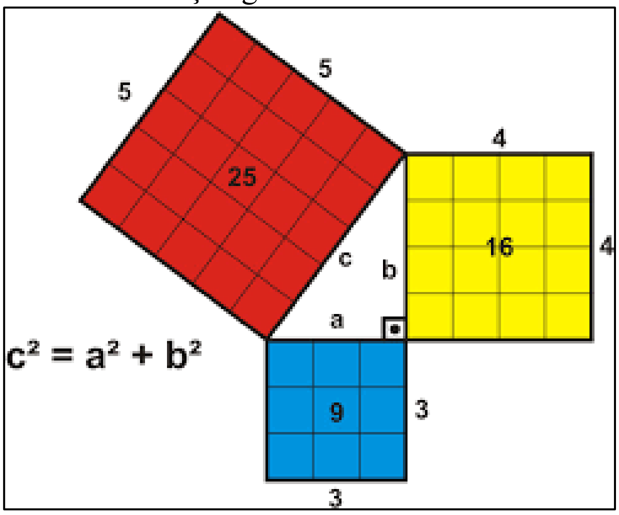
	Triângulo ABC	Triângulo A'B'C'	Triângulo A"B"C"
Área do quadrado construído sobre a hipotenusa	4	8	16
Área do quadrado construído sobre o cateto	2	4	8
Área do quadrado construído sobre o outro cateto	2	4	8

Fonte: Adaptado de Giovanni Junior; Castrucci (2018, p. 200).

Os autores ainda concluem que: 4 = 2 + 2; 8 = 4 + 4 e 16 = 8 + 8, referentes aos triângulos ABC, A'B'C' e A"B"C", respectivamente, afirmando que o Teorema de Pitágoras pode ser dado como: "A área do quadrado construído sobre a hipotenusa é igual à soma dos quadrados construídos sobre os catetos" (Giovanni Junior; Castrucci, 2018, p. 200).

Vale ressaltar que a internet oferece explicações e demonstrações do Teorema de Pitágoras que vão ao encontro do exposto anteriormente. A Figura 7 apresenta a demonstração do Teorema de forma geométrica e pode ser encontrada em pesquisas no site Google, bem como vídeos que utilizam de materiais concretos para explicar e demonstrar o referido Teorema.

Figura 7 – Demonstração geométrica do Teorema de Pitágoras



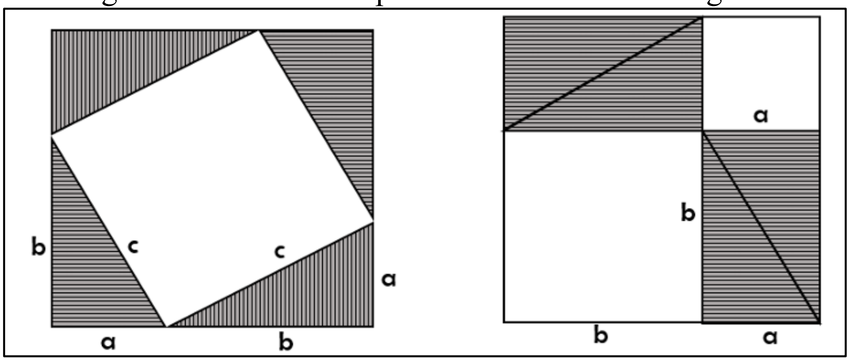
Fonte: Sei Mais Matemática (2015).

Descrição da Figura 7: A figura mostra um triângulo retângulo central com três quadrados construídos externamente sobre cada um de seus lados. Dois quadrados menores estão apoiados sobre os catetos e um quadrado maior está construído sobre a hipotenusa. A disposição permite comparar visualmente as áreas dessas figuras. A figura apresenta uma demonstração geométrica do Teorema de Pitágoras por meio da construção de quadrados sobre os lados de um triângulo retângulo. O esquema evidencia a relação entre as áreas dos quadrados construídos sobre os catetos e sobre a hipotenusa.

Para este trabalho, vamos apresentar mais três demonstrações do Teorema de Pitágoras de acordo com Lima (1991), sendo elas denominadas: a mais bela prova; a prova mais curta e a demonstração do presidente.

A mais bela prova: Partindo de um quadrado cujo lado mede $a + b$, podemos remover quatro triângulos retângulos idênticos, cada um com catetos a e b e hipotenusa c. Se organizarmos esses triângulos de uma forma, o espaço restante formará um quadrado menor de lado c. Se os organizarmos de outra maneira, as sobras formarão dois quadrados menores, um com lado a e outro com lado b. A área total das partes que restam nos dois casos é a mesma, o que nos leva à conclusão de que a área do quadrado de lado c é igual à soma das áreas dos quadrados de lados a e b ou seja, $c^2 = a^2 + b^2$ (Lima, 1991). Veja a Figura 8 a seguir:

Figura 8 – A mais bela prova do Teorema de Pitágoras



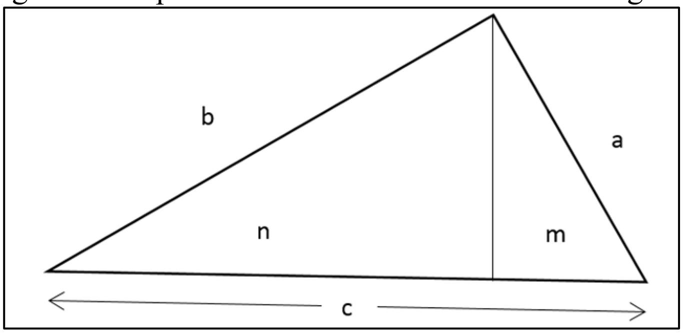
Fonte: Adaptado de Lima (1991, p. 53).

Descrição da Figura 8: A figura apresenta dois quadrados, o primeiro contém quatro triângulos retângulos congruentes posicionados nos cantos internos. Os triângulos são organizados de modo que seus catetos acompanham as bordas do quadrado maior e suas hipotenusas delimitam uma região quadrada central vazia. O segundo quadrado é organizado com os quatro triângulos da primeira figura, posicionados de maneira que formam dois retângulos, um no canto superior esquerdo, com a base maior que a altura, e outro no canto inferior direito com a base menor que a altura. Ao serem posicionados desta forma, obtém-se dois quadrados menores, um com o lado correspondente ao cateto menor do triângulo e o outro com o lado correspondente ao cateto maior do triângulo retângulo. A figura evidencia a relação geométrica do Teorema de Pitágoras.

Lima (1991) considera esta demonstração a mais bela, sem, contudo, atribuir menor importância às demais.

A prova mais curta: Considerando a semelhança entre os triângulos retângulos, é possível estabelecer que cada cateto de um triângulo é a média geométrica entre a hipotenusa e sua projeção sobre ela. Assim, se *m* e *n* são as projeções dos catetos *a* e *b* sobre a hipotenusa *c*, temos $a^2 = mc$ e $b^2 = nc$, sabendo que $m + n = c$. Ao somar essas expressões, obtemos $a^2 + b^2 = c^2$, o que confirma novamente o Teorema de Pitágoras de forma direta e, segundo Lima (1991), elegante. Veja a Figura 9 a seguir:

Figura 9 – A prova mais curta do Teorema de Pitágoras

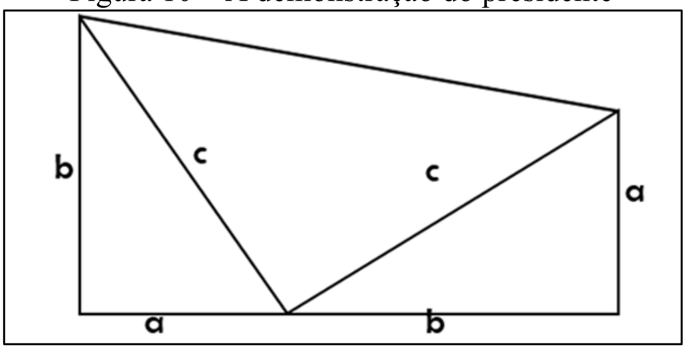


Fonte: Adaptado de Lima (1991, p. 54).

Descrição da Figura 9: A figura apresenta um triângulo retângulo com a altura traçada do vértice do ângulo reto até a hipotenusa. Essa altura divide a hipotenusa em dois segmentos menores e separa o triângulo original em dois triângulos retângulos menores, geometricamente semelhantes ao triângulo inicial.

Outra demonstração trazida por Lima (1991) é a demonstração do presidente. Essa prova, atribuída ao ex-presidente dos Estados Unidos James A. Garfield, utiliza a área de um trapézio. O trapézio em questão tem como bases os segmentos *a* e *b*, e altura também igual a $a + b$. A área dessa figura pode ser calculada como a média das bases multiplicada pela altura. No entanto, o mesmo trapézio pode ser decomposto em três triângulos retângulos: dois de lados *a*, *b* e *c*, e um terceiro entre eles. Ao igualar as duas formas de calcular a área, chega-se à relação fundamental $a^2 + b^2 = c^2$ (Lima, 1991). Veja na Figura 10 a seguir.

Figura 10 – A demonstração do presidente



Fonte: Adaptado de Lima (1991, p. 55).

Descrição da Figura 10: A figura apresenta um trapézio desenhado com as bases paralelas na vertical, sendo a base esquerda maior que a direita. As bases têm comprimentos a e b, e a altura do trapézio corresponde à soma a + b. O interior do trapézio está dividido em três triângulos retângulos. Nos lados esquerdo e direito há dois triângulos retângulos congruentes, cada um com catetos a e b e hipotenusa c. Entre eles, forma-se um terceiro triângulo central. Os segmentos estão identificados pelas letras a, b e c. A decomposição do trapézio em triângulos permite comparar a área total do trapézio com a soma das áreas dos triângulos retângulos, ilustrando visualmente a relação expressa pelo Teorema de Pitágoras.

Diante das diversas formas de demonstrar o Teorema de Pitágoras, fica evidente a versatilidade, tanto do ponto de vista matemático, quanto didático. As diferentes abordagens, sejam elas geométricas, algébricas ou visuais, enriquecem a compreensão dos estudantes e mostram a profundidade conceitual envolvida nessa importante relação entre os lados do triângulo retângulo.

Considerando sua presença constante no currículo escolar, é fundamental compreender como o ensino desse conteúdo é orientado pelas diretrizes educacionais brasileiras. Por isso, na subseção a seguir, será abordado o ensino do Teorema de Pitágoras à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destacando suas competências, habilidades e aplicações no processo de aprendizagem.

2.5.3 O Teorema de Pitágoras na BNCC

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino do Teorema de Pitágoras está inserido no campo da geometria, sendo abordado, prioritariamente, no 9º ano do Ensino Fundamental, embora sua aplicação transversal perpasse outras etapas e componentes curriculares.

A BNCC propõe que os estudantes, ao final do Ensino Fundamental, sejam capazes de:

> Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos.
> [...] Resolver e elaborar problemas de aplicação do teorema de Pitágoras ou das relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas cortadas por secantes" (Brasil, 2018a, p. 319).

Essa proposta não se limita à memorização da Fórmula 1 citada anteriormente, mas envolve a compreensão conceitual da relação existente entre os lados de um triângulo retângulo, bem como a habilidade de aplicar essa relação em situações-problema, tanto em contextos abstratos, quanto cotidianos.

Além disso, a BNCC destaca a importância do desenvolvimento do pensamento geométrico e da construção de argumentações matemáticas a partir de investigações, experimentações e demonstrações. Nesse sentido, o ensino do Teorema de Pitágoras pode promover situações em que os estudantes sejam desafiados a explorar propriedades geométricas por meio de recursos visuais, digitais e manipulativos, como softwares de geometria dinâmica, jogos didáticos, construções com materiais concretos e atividades interdisciplinares.

Entretanto, a aprendizagem do Teorema de Pitágoras apresenta desafios recorrentes no contexto escolar, especialmente no que se refere à visualização geométrica e à compreensão conceitual das relações entre os lados do triângulo retângulo. Muitos estudantes demonstram dificuldades em identificar corretamente a hipotenusa e os catetos, bem como em compreender que a relação estabelecida pelo Teorema envolve áreas de quadrados construídos sobre os lados do triângulo, e não apenas uma operação algébrica isolada. Além disso, são comuns erros relacionados à aplicação mecânica da fórmula, como a substituição inadequada de valores, a não verificação da natureza do triângulo (se é retângulo) e dificuldades na interpretação de problemas contextualizados.

Essas dificuldades podem ser compreendidas à luz dos estudos de Duval (2012), que destacam a importância da articulação entre diferentes registros de representação semiótica (gráfico, algébrico e verbal) para a compreensão dos objetos matemáticos. Segundo o autor, a ausência dessa coordenação compromete o desenvolvimento do pensamento matemático, especialmente em conteúdos geométricos.

Diante disso, evidencia-se a necessidade de práticas pedagógicas que valorizem a visualização, a experimentação e a construção de significados, favorecendo a articulação entre representações geométricas, algébricas e contextuais. Nesse sentido, o uso de recursos visuais, como malhas, desenhos, animações e softwares de geometria dinâmica, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento do pensamento espacial e para a superação de concepções equivocadas.

A abordagem histórica do teorema também é valorizada nas práticas pedagógicas contemporâneas. Apresentar aos estudantes que civilizações como a babilônica e a egípcia já utilizavam relações equivalentes ao Teorema de Pitágoras, mesmo antes de sua formulação formal pelos gregos, contribui para contextualizar o conhecimento matemático como uma construção cultural. Ao mesmo tempo, permite aos estudantes perceberem a matemática como uma ciência viva, em constante evolução, que ultrapassa fronteiras temporais e geográficas.

Do ponto de vista metodológico, recomenda-se que o ensino do teorema seja pautado em atividades que incentivem o raciocínio lógico, a argumentação e a descoberta. Propostas como a decomposição de quadrados em tangrans, a utilização de malhas quadriculadas para representação gráfica e a análise de figuras geométricas no ambiente real (rampas, escadas, estruturas arquitetônicas) proporcionam uma aprendizagem mais significativa, pois relacionam a matemática escolar ao cotidiano do estudante. Tais práticas, quando aliadas às tecnologias educacionais – como aplicativos de geometria dinâmica, realidade aumentada e simulações interativas – podem tornar-se ainda mais eficazes, despertando o interesse e a curiosidade dos estudantes.

Cabe destacar, ainda, que o Teorema de Pitágoras não se encerra em si mesmo. Ele é base para conteúdos de etapas posteriores, como o estudo da distância entre pontos no plano cartesiano, a trigonometria no triângulo retângulo e até mesmo fundamentos da geometria analítica e vetorial no Ensino Médio. Dessa forma, sua abordagem no Ensino Fundamental deve ser articulada a uma progressão de saberes, conforme propõe a própria estrutura da BNCC, em que os conhecimentos matemáticos são organizados em unidades temáticas interdependentes.

Em síntese, o ensino do Teorema de Pitágoras segundo a BNCC deve ir além da aplicação de fórmulas e procedimentos mecanizados. Deve constituir-se como uma oportunidade de investigação matemática, de conexão com a história da ciência, de desenvolvimento do pensamento lógico e, sobretudo, de construção de sentidos para os conhecimentos geométricos. O professor, nesse contexto, atua como mediador da aprendizagem, propondo situações desafiadoras, contextualizadas e culturalmente significativas, que permitam aos estudantes atribuírem sentido e funcionalidade à matemática em sua formação cidadã.

Na nossa pesquisa, o Teorema de Pitágoras é explorado a partir de uma situação problema concreta, permitindo que os estudantes não apenas compreendam a relação existente entre os lados de um triângulo retângulo, mas também percebam sua aplicabilidade em situações reais, como o cálculo da inclinação de rampas de acessibilidade.

Esse procedimento está alinhado aos princípios da Educação Matemática Crítica, que defende que a aprendizagem matemática deve estar conectada aos contextos sociais, culturais e econômicos dos estudantes, possibilitando a formação de sujeitos críticos, reflexivos e capazes de utilizar o conhecimento matemático para intervir na realidade (Ceolim; Hermann, 2012).

3 METODOLOGIA

Este capítulo aponta o percurso metodológico que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, descrevendo os procedimentos adotados desde a concepção até a coleta de dados. A metodologia foi escolhida de acordo com os objetivos da investigação, considerando a necessidade de compreender como se dá a construção de significados na aprendizagem do Teorema de Pitágoras, mediada pelo uso de celulares e computadores.

Para a realização desta pesquisa, tivemos aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) sob o número 83733624.0.0000.5148 de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE). Todos os participantes e seus responsáveis assinaram os termos de assentimento e o de consentimento livre e esclarecido, respectivamente. Vale ressaltar que, para garantir o anonimato dos participantes, foi proposto nos termos citados, os estudantes, as duplas e os grupos de trabalho receberam pseudônimos para a escrita da análise de dados.

Dessa forma, são apresentados aspectos relacionados ao contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, aos sujeitos participantes, à elaboração da sequência didática, ao tipo de pesquisa e aos instrumentos de coleta de dados e sua análise. Todo o processo metodológico foi pensado para garantir que os dados produzidos refletissem os desafios, os avanços e as aprendizagens ocorridas durante a aplicação da sequência didática.

3.1 Descrição do ambiente de investigação

Antes de descrever a sequência didática utilizada neste trabalho, se faz necessário apresentar o contexto de pesquisa para uma melhor compreensão do desenvolvimento das atividades. A pesquisa se deu em uma escola estadual do município de Governador Valadares, no estado de Minas Gerais. É uma instituição localizada na periferia da cidade e oferta os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, o Ensino Médio em Tempo Integral, Ensino Médio em suas modalidades Regular, e Educação de Jovens e Adultos.

A instituição dispõe de um laboratório de informática com 20 computadores conectados à internet, além de uma biblioteca e uma sala de vídeo. Esses espaços estão à disposição dos estudantes e para uso em atividades de pesquisa. A escola conta também com uma rede wi-fi disponibilizada para estudantes e funcionários.

A escola apresenta, de acordo com o INEP, o nível 6 de complexidade de gestão escolar, ou seja, possui um porte superior a 500 matrículas e funciona em três turnos e oferta quatro ou mais etapas de ensino. Ainda de acordo com dados do INEP, o ensino fundamental atende em média 24,7 estudantes por turma enquanto o ensino médio possui uma média de 23,1 estudantes por turma. O nono ano dos anos finais do ensino fundamental, que é o objeto deste estudo, atende uma média de 27,5 estudantes por turma. Vale ressaltar que esses dados são de 2023.

O nível socioeconômico da escola é IV, ou seja, os estudantes estão até meio desvio padrão abaixo da média nacional conforme o INEP. Para Gomes (2018):

> Quando as condições financeiras ou econômicas das famílias não permitem um maior cuidado ou zelo para com a criança, pode haver baixo rendimento escolar por falta de recursos que lhe proporcionem boa alimentação, boa vestimenta ou melhor qualidade de vida, de saúde, lazer (Gomes, 2018, p. 1).

Desta forma o trabalho dos professores que nela atuam é essencial para a formação destes educandos, passando de transmissores de conhecimentos para formadores de cidadãos. Pois, ainda de acordo com o autor, os estudantes de baixa renda têm que enfrentar também o subemprego ou desemprego dos pais ou responsáveis, levando-os ao abandono escolar para ajudar no sustento do lar (Gomes, 2018). Deve haver um trabalho de motivação aos estudos e às possibilidades que eles podem promover na vida profissional dos estudantes.

A turma objeto desta pesquisa é composta por estudantes do nono ano do ensino fundamental, e o professor de matemática, que aplicou a sequência de aulas, é o regente titular da turma e o pesquisador responsável por este estudo. A turma conta com 27 matrículas ativas e recebe a nomenclatura de 9º EF AF REG 1, em que *EF* significa ensino fundamental, *AF* anos finais, *REG* é a modalidade regular de ensino e *1* é a turma 1, pois há mais de uma turma de EF AF REG. As classes dos anos finais do ensino fundamental funcionam no turno matutino, o qual foi o turno de trabalho desta pesquisa.

3.2 A sequência didática

Esta pesquisa propôs uma sequência didática formada por cinco aulas com o objetivo de construir a aprendizagem do conceito e da aplicação do Teorema de Pitágoras com os estudantes usando recursos tecnológicos. Os estudantes tinham conhecimentos prévios de geometria, como: definição de triângulos e suas classificações; ângulos internos de triângulos; semelhança entre triângulos entre outros, porém não havia um estudo prévio ao conteúdo Teorema de Pitágoras.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê como habilidades a serem trabalhadas no 6º, 7º e 8º anos: identificar e classificar os triângulos quanto seus lados e ângulos;

construir e reconhecer a existência do triângulo quanto seus lados e ângulos; reconhecer as condições para que dois triângulos sejam semelhantes (Brasil, 2018a). Desta forma, espera-se que os estudantes do nono ano tenham os conhecimentos prévios necessários para desenvolver o processo de aprendizagem acerca do Teorema de Pitágoras.

Nesse contexto, para realização desta pesquisa e após suas conclusões, foi elaborado o Produto Educacional que tem como título "A construção do Teorema de Pitágoras com o uso de recursos tecnológicos", constituído por uma sequência didática que trabalhou o conceito e as aplicações do teorema, utilizando como ferramentas mediadoras os recursos tecnológicos disponíveis, como telefones celulares dos estudantes e computadores da sala de informática da escola. Essa sequência didática, que integra o Produto Educacional desenvolvido no âmbito da pesquisa, é composta por cinco aulas, sintetizadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Aulas da sequência didática

Aula	Título	Descrição
1ª aula	Apresentação e compreensão da situação problema	Nesta aula será apresentada a situação problema para os estudantes e visita ao local, com um momento de debate e discussões para a compreensão do problema apresentado.
2ª aula	Pesquisa e exploração do GeoGebra	Aula no laboratório de informática para que os estudantes possam pesquisar no GeoGebra problemas semelhantes à situação problema inicial.
3ª aula	Pesquisa e exploração do Google	Com as comparações realizadas na aula anterior, os estudantes, novamente no laboratório de informática, farão pesquisas orientadas no Google, buscando palavras encontradas nos problemas semelhantes da aula anterior.
4ª aula	Construção do conceito e aplicação do teorema	Em grupos, os estudantes devem discutir a situação problema inicial e o que encontraram nas pesquisas no GeoGebra e no Google, construindo, com o auxílio do professor, o conceito do Teorema de Pitágoras e sua aplicação na resolução de atividades. Realização de exercícios sobre o teorema em questão, com o auxílio da calculadora de Pitágoras.
5ª aula	Aplicação do Teorema de Pitágoras através de um jogo na forma de *quiz*	Retomada do professor sobre o conceito e a aplicação do Teorema de Pitágoras. Realização do jogo, na plataforma Kahoot, em forma de *quiz* com atividades acerca do conteúdo estudado, gerando relatórios para análise dos resultados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A sequência didática teve como ponto de partida uma situação problema que foi elaborada a partir de uma realidade da escola e que impacta diretamente nas aulas de educação física dos estudantes. Para tanto, foi escolhida a construção do ginásio poliesportivo da escola, a qual é esperada por toda a comunidade escolar desde a inauguração do prédio escolar em 2003.

Os objetivos da presente sequência didática são: Construir e compreender o conceito do

Teorema de Pitágoras e aplicar este na resolução da situação problema dada e em exercícios propostos.

Os conteúdos trabalhados nesta sequência didática são:

- conceito e aplicação do Teorema de Pitágoras;
- inclinação de rampas de acessibilidade;
- razão e proporção;
- escala;
- utilização e manipulação de recursos tecnológicos como computadores e telefones celulares;
- exportação e compartilhamento de pesquisas *on-line*.

Nota-se que para que haja a aprendizagem sobre o Teorema de Pitágoras é importante que haja o desenvolvimento de outras habilidades, como o reconhecimento de triângulos, a manipulação dos computadores da escola com pesquisas orientadas entre outras. Portanto sugere-se que antes da aplicação desta sequência didática, o professor trabalhe com os estudantes, além dos conteúdos dos anos anteriores, noções básicas de informática, como utilização de pesquisas Google, envio de e-mail e *prints* de telas pesquisadas. As aulas desta sequência serão detalhadas no capítulo destinado à discussão dos dados coletados durante sua aplicação.

3.3 Tipo de pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória-descritiva, desenvolvida sob a perspectiva da pesquisa-ação. Essa escolha metodológica se justifica pela intenção de compreender o processo de construção do conhecimento dos estudantes durante o desenvolvimento de uma sequência didática mediada por tecnologias digitais.

A pesquisa exploratória “tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (Gil, 2022, p. 42). No caso desta investigação, o objetivo não foi comprovar uma relação casual entre variáveis, mas investigar e descrever como se deu a aprendizagem dos estudantes diante do desenvolvimento da sequência didática. Para tanto, foi utilizada uma sequência de aulas investigativa, aplicada pelo professor, que assume o papel de pesquisador em sala de aula, realizando observações e coletando dados.

A natureza descritiva da pesquisa também se evidencia, pois buscou-se registrar e interpretar fenômenos observados em seu contexto natural. “As pesquisas descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno” (Gil, 2022, p. 42). Ainda para o autor, as pesquisas descritivas podem ser desenvolvidas com o propósito de verificar possíveis relações entre diferentes variáveis. Assim, a descrição detalhada das ações, interações e produções dos estudantes foi fundamental para compreender como se construíram os significados relativos ao Teorema de Pitágoras.

É importante destacar que a pesquisa qualitativa é própria de uma metodologia descritiva, conforme Casarin, H. e Casarin S. (2012) ela se caracteriza pela subjetividade, multiplicidade, interpretação, coleta e análise de dados. De acordo com Gil (2019), a pesquisa qualitativa tende a descrever um acontecimento, utilizando a coleta e análise de dados.

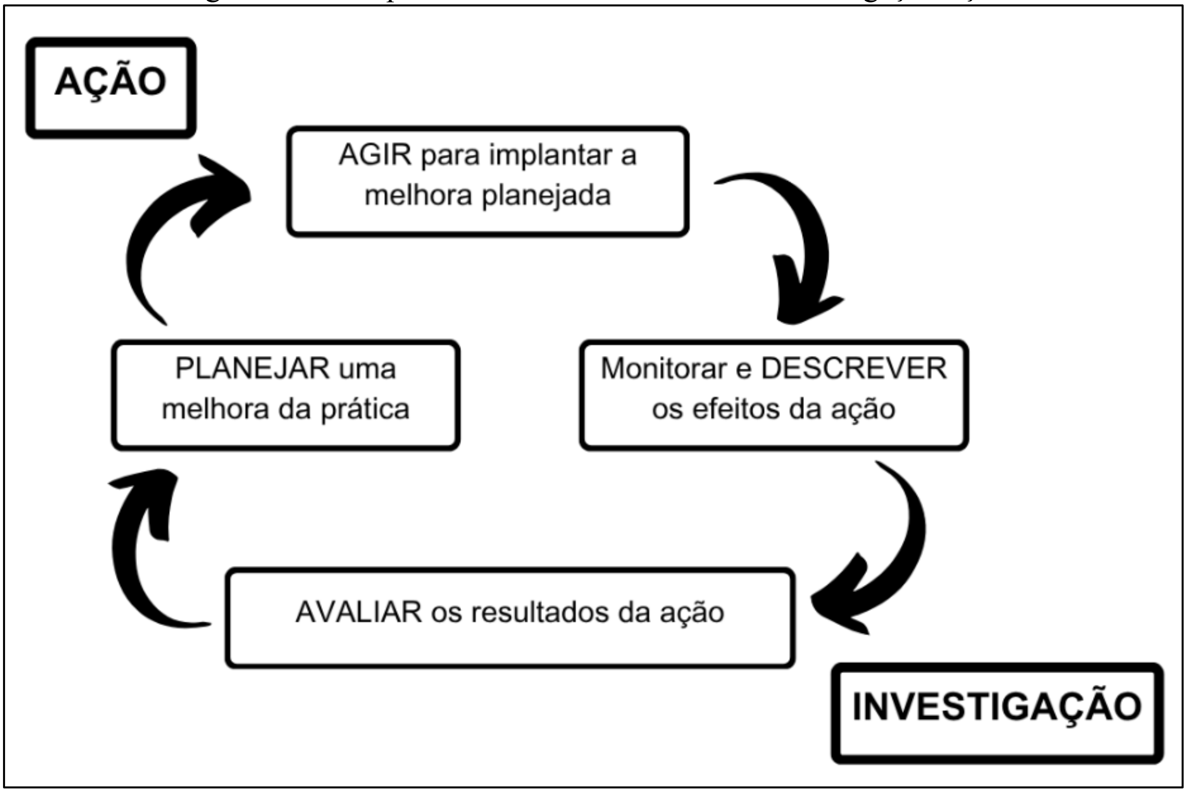
Desta forma o presente estudo configura-se como uma pesquisa qualitativa, visto que busca responder se o uso de celulares e computadores podem contribuir com a resolução de problemas reais, resultando em uma aprendizagem significativa do Teorema de Pitágoras. Logo, serão observados aspectos subjetivos, como: a contribuição ou não dos recursos tecnológicos; se os estudantes apresentaram mais interesse pelo conteúdo ou não; se os estudantes interagiram ou não entre si. Assim, a pesquisa busca entender como as tecnologias podem contribuir com o processo de aprendizagem do teorema em questão.

Ao discutir o ensino do Teorema de Pitágoras em consonância com a BNCC, é pertinente considerar a pesquisa-ação como uma abordagem metodológica capaz de articular teoria e prática em sala de aula. Tripp (2005) define a pesquisa-ação como um processo cíclico que envolve planejamento, ação, observação e reflexão, no qual o professor assume o papel de pesquisador de sua própria prática, como representado na Figura 11.

A Figura 11 ilustra o ciclo contínuo proposto por Tripp (2005) para o desenvolvimento da pesquisa-ação, que se caracteriza por um movimento dinâmico entre ação e investigação. O autor explica que esse processo envolve planejar uma melhoria da prática, agir para implantá-la, monitorar e descrever os efeitos da ação e avaliar seus resultados.

Por se tratar de uma investigação situada no ambiente escolar, a pesquisa-ação mostra-se adequada à Educação Matemática, uma vez que permite compreender o processo de aprendizagem a partir da prática de ensino do pesquisador. Segundo Cassol Silva e Mentges (2023) a pesquisa-ação atua como “agente transformador”, uma vez que incentiva práticas colaborativas, fomenta a reflexão crítica e possibilita a ressignificação de conteúdos matemáticos. Nesse sentido, ao investigar como os alunos constroem o conhecimento sobre o Teorema de Pitágoras utilizando recursos tecnológicos, o professor-pesquisador pode ajustar continuamente suas estratégias, promovendo aprendizagens mais significativas.

Figura 11 – As quatro fases do ciclo básico da investigação-ação



Fonte: Adaptado de Tripp(2005, p. 446).

Descrição da Figura 11: A figura mostra um diagrama em formato circular, como um ciclo contínuo de etapas, com setas indicando o fluxo entre elas. No topo à esquerda há um rótulo em destaque escrito "AÇÃO". A partir daí, segue uma sequência de caixas conectadas por setas curvas, formando um círculo no sentido horário: A primeira caixa diz: "AGIR para implantar a melhora planejada"; A seta leva para a próxima caixa, à direita: "Monitorar e DESCREVER os efeitos da ação"; Em seguida, mais abaixo, aparece: "AVALIAR os resultados da ação"; Depois, à esquerda, outra caixa: "PLANEJAR uma melhora da prática"; Essa última etapa retorna, por seta, ao início, fechando o ciclo. No canto inferior direito da imagem há outro rótulo em destaque: "INVESTIGAÇÃO". A ideia geral transmitida é de um processo contínuo de melhoria: primeiro se planeja, depois se age, observa-se o que aconteceu, avalia-se o resultado e, com base nisso, planeja-se novamente — repetindo o ciclo.

Em síntese, esta pesquisa é qualitativa por sua natureza interpretativa; é exploratória por buscar compreender um fenômeno; é descritiva porque narra e analisa as manifestações observadas; e é pesquisa-ação porque o pesquisador atuou ativamente no processo de ensino-aprendizagem, promovendo reflexões e melhorias futuras.

3.3.1 Coleta de dados

A coleta de dados desta pesquisa se deu durante o desenvolvimento da sequência de aulas com materiais produzidos pelos estudantes e por anotações feitas pelo pesquisador que ministrou as aulas. Para Pais (2019, p. 100) “muitas pesquisas exigem a observação direta de atividades realizadas pelos estudantes [...] algumas dessas realizações podem ser [...] descritas pelo pesquisador”. Desta forma, o registro atento e contínuo das ações em sala de aula, permitiu compreender como os alunos se engajaram nas atividades propostas e como atribuíram significados ao conteúdo estudado.

De acordo com Lüdke e André (2012), a coleta de dados na pesquisa qualitativa ocorre em um contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada. Ainda para as autoras, para se utilizar a observação como coleta de dados, se faz necessário que ela seja controlada e sistemática, implicando em um planejamento minucioso do observador. “Planejar a observação significa determinar com antecedência ‘o quê’ e ‘o como’ observar” (Lüdke; André, 2012, p. 25).

Assim, durante todo o desenvolvimento das aulas, o professor-pesquisador registrou as interações, as falas e as produções dos estudantes, compondo um acervo de informações. Foram utilizados como instrumentos de coleta:

- as produções escritas e digitadas dos estudantes (resoluções de atividades, desenhos, registros e *prints* de tela);
- as notas de campo elaboradas pelo pesquisador durante e após as aulas;
- os registros fotográficos e de áudio, destinados a captar as interações;
- as observações diretas em sala e no laboratório de informática, que permitiram acompanhar a dinâmica de colaboração entre os alunos.

O Quadro 6 destaca as descrições e os objetivos de cada instrumento de coleta.

Quadro 6 – Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

Instrumento de coleta	**Descrição**	**Objetivo/função na pesquisa**
Produções dos estudantes	Registros escritos, desenhos, resoluções de atividades e *prints* de tela elaborados durante as aulas.	Identificar indícios de compreensão conceitual, expressão de significados e estratégias de resolução.
Notas de campo do pesquisador	Registros descritivos e reflexivos feitos durante e após as aulas.	Documentar comportamentos, interações e percepções sobre o processo de aprendizagem.
Registros fotográficos e de áudio	Fotografias das atividades e gravações de diálogos e discussões em grupo.	Preservar evidências verbais e não verbais que expressem significações e colaboração.
Observação direta	Acompanhamento contínuo das aulas no laboratório de informática e sala de aula.	Compreender a dinâmica da interação e o uso das tecnologias como mediadoras da aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Segundo Gibbs e Flick (2009), as notas de campo constituem uma técnica de coleta qualitativa, pois permitem registrar "palavras, frases ou ações fundamentais de pessoas em investigação" (p. 45). Os autores ainda destacam que as notas de campo "podem ser produzidas enquanto ainda se está em campo ou imediatamente após sair dele" (p. 45), o que reforça seu caráter espontâneo e sua função de capturar a experiência vivida pelo pesquisador em contato com o objeto de estudo. Vale ressaltar que os dados descritivos são recolhidos diretamente no contexto em que os fenômenos ocorrem, e o pesquisador é o principal instrumento de coleta (Lüdke; André, 2012). As notas de campo permitem o registro não apenas dos fatos observados, mas também das percepções e interpretações do pesquisador.

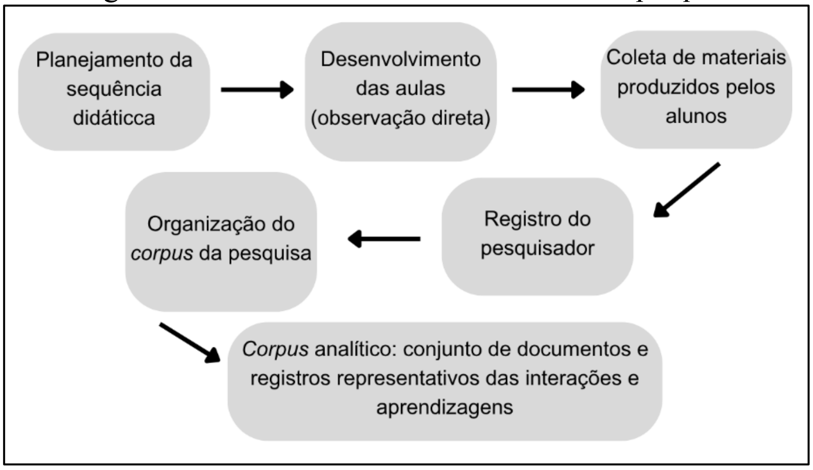
O processo de criação de notas de campo, para os autores Gibbs e Flick (2009) é a primeira etapa da análise qualitativa. Assim, durante a sua redação, é necessário distinguir: "o registro do que aconteceu, ou seja, a descrição de coisas que ocorreram e o registro de suas próprias ações, perguntas e reflexões sobre o que aconteceu" (Gibbs; Flick, 2009, p. 46). Desta forma, o pesquisador não se limita a descrever o campo, mas interpreta o que observa, articulando observação e reflexão.

Esse caráter reflexivo das notas de campo é relevante nas pesquisas-ação, em que o pesquisador é também o agente das intervenções pedagógicas. Thiollent (2011) destaca que a coleta de dados nesse tipo de pesquisa deve ocorrer de maneira integrada à ação, de modo que a observação e a reflexão constituam um mesmo movimento investigativo. Cada registro realizado, portanto, contribuiu para compreender o processo de ensino e aprendizagem e para reorientar as práticas pedagógicas adotadas.

Assim, com os materiais produzidos pelos estudantes, como as tentativas de resolução da situação problema, os *prints* das pesquisas orientadas feitas nos computadores da escola e as anotações feitas pelo pesquisador e suas notas de campo, formamos o *corpus* desta pesquisa.

A organização e união de todo material coletado durante a realização da sequência didática formou o que a autora Bardin (2016) denomina de "*corpus*". "O *corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos" (Bardin, 2016, p. 126). Dessa forma, o *corpus* constituído foi composto por registros diversos, como anotações dos estudantes, relatos do professor e suas notas de campo, que expressam as manifestações cognitivas, procedimentais e atitudinais dos estudantes frente às atividades propostas. A Figura 12 representa a formação do *corpus* da pesquisa.

Figura 12 – Processo de coleta de dados na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Descrição da Figura 12: A figura apresenta um esquema visual que sintetiza o processo de coleta de dados da pesquisa, organizado em etapas sequenciais que evidenciam o percurso metodológico adotado. A figura é estruturada como um fluxograma, composto por blocos interligados por setas que indicam a ordem das ações. O primeiro bloco representa o planejamento da coleta de dados, no qual são definidos os instrumentos e procedimentos utilizados. Em seguida, um segundo bloco indica a aplicação da sequência didática em sala de aula, momento em que ocorrem as interações entre professor e estudantes. Os blocos subsequentes mostram o registro dos dados produzidos durante a intervenção, como anotações de campo, produções escritas dos alunos e registros digitais das atividades realizadas. A figura apresenta uma etapa de organização e análise desses dados, evidenciando a sistematização do material coletado para fins de interpretação. A disposição linear e conectada dos elementos reforça a ideia de um processo encadeado, no qual cada etapa depende da anterior e contribui para a construção do conjunto de dados da pesquisa.

De acordo com Bardin (2016), a constituição do *corpus* é uma etapa decisiva na análise qualitativa, pois a validade das inferências dependerá da representatividade do material analisado. Dessa maneira, todo o conjunto de registros foi selecionado e organizado, de modo a representar o desenvolvimento da sequência didática e o envolvimento dos estudantes.

Durante o processo, as observações foram guiadas por um olhar interpretativo sobre o papel das tecnologias como mediadoras da aprendizagem. O pesquisador buscou identificar, nas ações e falas dos alunos, indícios de significação conceitual e de interação colaborativa, aspectos diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa. Essa postura está em consonância com Pais (2019), o qual afirma que a observação deve ser acompanhada de uma escuta atenta e de uma postura analítica capaz de interpretar o sentido das ações humanas no contexto em que ocorrem.

Todas as produções dos estudantes foram coletadas com consentimento da direção escolar e dos participantes, preservando-se a identidade dos alunos por meio de pseudônimos. Esse cuidado ético é fundamental em pesquisas que envolvem seres humanos, especialmente no ambiente escolar.

Conforme Bardin (2016), a etapa de coleta e constituição do *corpus* prepara o terreno para a análise, funcionando como um momento de imersão do pesquisador na realidade dos dados. Por fim, o conjunto formado por anotações, produções e registros digitais constituiu o material empírico que fundamentou a análise interpretativa descrita na subseção seguinte.

3.3.2 Análise de dados

A análise dos dados desta pesquisa foi orientada pelos pressupostos da Análise de Conteúdo, conforme a metodologia proposta por Bardin (2016), por se tratar de um conjunto de procedimentos sistemáticos que possibilitam a organização, o tratamento e a interpretação de diferentes formas de comunicação. Segundo a autora, a análise de conteúdo constitui-se como "um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a 'discursos' (conteúdos e continentes) extremamente diversificados" (Bardin, 2016, p. 15).

Essa escolha metodológica mostrou-se adequada à natureza do *corpus* da pesquisa, composto por produções escritas e digitais dos estudantes, registros em áudio feitos pelo pesquisador, *prints* de telas, além de notas de campo elaboradas pelo professor-pesquisador. Considerando a diversidade de linguagens e expressões simbólicas presentes nesses materiais, a análise não se limitou à identificação do conteúdo manifesto das comunicações, mas buscou compreender os sentidos produzidos pelos estudantes ao longo do desenvolvimento da sequência didática. Conforme Bardin (2016), o trabalho analítico exige que o pesquisador vá além da compreensão imediata da mensagem, desviando "o olhar para uma outra significação, uma outra mensagem" (p. 47).

Nesse sentido, a análise foi enriquecida pela escuta atenta das interações verbais estabelecidas em sala de aula e nos ambientes digitais, uma vez que, conforme destaca Pais (2019), os diálogos entre estudantes e professor revelam percepções, dúvidas e construções conceituais fundamentais para a compreensão do processo de aprendizagem. Assim, as falas espontâneas e aquelas provocadas por intervenções investigativas, passaram a integrar o *corpus* como elementos relevantes para a análise interpretativa.

A análise dos dados qualitativos foi conduzida com o objetivo de compreender os processos de construção de significados desenvolvidos pelos estudantes, e não de quantificar respostas ou comportamentos. Conforme Gil (2019), a análise qualitativa consiste na identificação de padrões e significados que permitam compreender o fenômeno investigado em profundidade, perspectiva que orientou todo o percurso analítico desta pesquisa.

O processo de análise foi desenvolvido de forma gradual, seguindo as três etapas propostas por Bardin (2016): pré-análise; exploração do material e; tratamento e interpretação dos resultados. Essa estrutura permitiu assegurar o rigor metodológico do procedimento, garantindo que as inferências construídas estivessem ancoradas no *corpus* e alinhadas aos objetivos da pesquisa.

3.3.2.1 Pré-análise

A pré-análise correspondeu à fase inicial de organização do material coletado. Nesse momento, foram reunidos todos os registros produzidos ao longo da sequência didática, incluindo produções escritas e digitais dos estudantes, *prints* de telas, notas de campo e gravações em áudio do pesquisador. Conforme Bardin (2016) "a escolha de documentos depende dos objetivos" (p. 125), razão pela qual esse primeiro contato com os dados teve como finalidade selecionar e organizar os materiais mais relevantes para responder à questão de pesquisa: O uso de recursos tecnológicos, como GeoGebra e dispositivos móveis, pode favorecer a construção de significados do Teorema de Pitágoras em uma sequência didática baseada em resolução de problemas?

Essa etapa teve como objetivo "tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais" (Bardin, 2016, p. 125), por meio de uma leitura flutuante do *corpus*. Tal procedimento possibilitou ao pesquisador familiarizar-se com o conjunto de dados, identificar recorrências temáticas e delinear direções preliminares para a análise. Conforme destacam Lüdke e André (2012), esse processo envolve leituras e releituras sucessivas, permitindo a identificação de temas e aspectos significativos do material empírico.

O *corpus* de análise foi assim constituído de modo a representar adequadamente as situações observadas durante o desenvolvimento da sequência didática, delimitando o "universo demarcado" sobre o qual a análise seria realizada (Bardin, 2016, p. 126). Essa delimitação assegurou a coerência entre os dados selecionados, os objetivos da pesquisa e o fenômeno investigado.

3.3.2.2 Exploração do material

A segunda etapa da análise correspondeu à exploração do material, envolvendo os processos de codificação e categorização dos dados. Nessa fase, o *corpus* foi decomposto em: unidades de registro, compreendidas como fragmentos significativos das produções dos estudantes e das observações do pesquisador e; em unidades de contexto, relacionadas aos episódios pedagógicos e às situações de aprendizagem em que esses registros foram produzidos.

As unidades de registro evidenciaram aspectos relacionados à construção de significados matemáticos, às interações entre os estudantes e ao uso das tecnologias digitais ao longo da sequência didática. As unidades de contexto, por sua vez, forneceram o cenário interpretativo necessário para compreender cada registro obtido como dado da pesquisa em sua situação de produção.

De acordo com Gibbs e Flick (2009), a análise qualitativa implica identificar segmentos relevantes dos dados, codificá-los e agrupá-los em temas ou categorias que expressem padrões recorrentes. Nesse sentido as categorias de análise foram constituídas a partir de um movimento duplo: dedutivo, fundamentado nos objetivos da pesquisa e no referencial teórico adotado e; indutivo, emergente do contato sistemático com os dados empíricos, conforme o Quadro 7.

Quadro 7 – Elementos orientadores da análise

Elementos orientadores da análise	Dimensões analíticas	Foco de análise	Exemplos de unidade de registro
1. Construção de significados	1.1 Relação entre conhecimento prévio e novo conhecimento; 1.2 Compreensão conceitual do Teorema de Pitágoras.	Indícios de aprendizagem significativa a partir da mobilização de conceitos prévios e novos.	Falas, anotações ou representações visuais que evidenciem o entendimento do teorema.
2. Tecnologias como mediadoras da aprendizagem	2.1 Uso do GeoGebra e do Google como ferramentas investigativas; 2.2 Aplicação do Kahoot como instrumento de verificação.	Indícios de como as tecnologias favoreceram a investigação, a representação e a revisão de conceitos.	*Prints* de telas, registros de pesquisa e respostas no *quiz*.
3. Aprendizagem significativa e colaborativa	3.1 Construção compartilhada de significados; 3.2 Interação e cooperação entre pares.	Indícios de colaboração cognitiva e social, em que o diálogo, a troca de ideias e a mediação entre colegas favorecem a atribuição de novos significados aos conceitos matemáticos.	Trechos de diálogo, comentários em grupo, observações nas notas de campo que expressem cooperação e compreensão conjunta.
4. Mediação docente	4.1 Intervenções que auxiliam nos avanços conceituais; 4.2 Orientações sobre o uso das tecnologias.	Atuação do professor-pesquisador na condução da sequência didática e na mediação no processo de ensino e aprendizagem.	Falas, instruções e anotações do pesquisador.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A categorização foi compreendida como um processo de classificação e reagrupamento dos elementos do *corpus*, conforme define Bardin (2016), exigindo sucessivas leituras e refinamentos até que os agrupamentos representassem os conteúdos e os significados presentes nos dados.

Os elementos analíticos sistematizados no Quadro 7 tiveram a função de orientar o processo de análise, organizando o *corpus* e sustentando o movimento interpretativo do pesquisador, sem fixar sentidos ou antecipar conclusões. A definição desses elementos resultou do cruzamento entre os objetivos da pesquisa e o referencial teórico, contribuindo para a organização do volume de dados qualitativos e para a manutenção do rigor metodológico.

Estes elementos desempenharam papel central na condução do processo analítico, ao funcionarem como referências para a identificação de regularidades, aproximações e recorrências no *corpus*. A partir do confronto sistemático entre esses elementos, os registros empíricos e o referencial teórico, foi possível delinear categorias analíticas que não se constituíram como estruturas prévias e fechadas, mas como construções progressivas, resultantes do movimento interpretativo. Assim, as categorias analisadas ao longo do Capítulo 4 – Discussão dos dados – emergiram da articulação entre os elementos orientadores, os dados empíricos e os sentidos produzidos pelos estudantes, preservando o caráter processual, flexível e interpretativo da análise qualitativa.

3.3.2.3 Tratamento e interpretação dos resultados

A terceira etapa consistiu no tratamento e na interpretação dos resultados, momento em que os dados categorizados foram analisados à luz do referencial teórico da pesquisa. Essa fase correspondeu ao movimento de inferência, na qual as categorias foram relacionadas entre si e confrontadas com os pressupostos teóricos de Ausubel (2003), Vygotsky (2001) e demais autores que fundamentaram o estudo.

Conforme Bardin (2016), o tratamento dos resultados deve "apoiar-se nos elementos constitutivos do mecanismo clássico da comunicação: por um lado, a mensagem (significação e código) e o seu suporte ou canal; por outro, o emissor e o receptor" (Bardin, 2016, p. 165). Nessa perspectiva, a interpretação não se restringiu à descrição dos dados, mas buscou significados implícitos nos discursos e nas produções dos estudantes, atribuindo-lhes sentido no contexto da prática pedagógica investigada.

O Quadro 8, sintetiza as etapas e os procedimentos que orientaram o movimento interpretativo, evidenciando como os fragmentos do *corpus* foram organizados, analisados e articulados ao referencial teórico. A leitura interpretativa foi realizada de forma sistemática, por meio de sucessivas revisitações aos dados, considerando tanto os conteúdos manifestos quanto os sentidos implícitos, em consonância com os objetivos da pesquisa.

Quadro 8 – Etapas e procedimentos da interpretação dos dados

Etapa	Descrição do procedimento	Objetivo
1. Organização dos resultados por categoria	Reunião dos fragmentos do *corpus* (falas, textos, *prints*, observações) em torno das categorias e subcategorias previamente definidas.	Garantir coerência entre o *corpus* e os objetivos da pesquisa.
2. Leitura interpretativa	Realização de sucessivas leituras, buscando identificar sentidos explícitos e implícitos nos registros, considerando contexto e intencionalidade.	Compreender o sentido das comunicações para além do conteúdo manifesto.
3. Articulação teoria-dados	Relacionar os significados emergentes às bases teóricas da pesquisa (Ausubel, Vygotsky, Kaleff, entre outros).	Produzir inferências fundamentadas teoricamente, superando descrições narrativas.
4. Construção das sínteses interpretativas	Elaboração de textos explicativos para cada categoria, articulando exemplos empíricos e conceitos teóricos.	Sistematizar resultados e evidenciar a construção de significados.
5. Validação e coerência interpretativa	Revisão do conjunto das interpretações para garantir consistência interna e fidelidade ao *corpus*.	Evitar inferências arbitrárias e fortalecer o rigor metodológico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A partir da sistematização apresentada no Quadro 8, torna-se possível compreender de forma mais clara como o tratamento dos resultados foi realizado neste estudo, especialmente no que diz respeito ao movimento interpretativo. É nesse ponto que se inicia a etapa em que os dados, já organizados e categorizados, passam a ser examinados com rigor.

A interpretação dos dados foi conduzida a partir de uma postura reflexiva, conforme defendem Gibbs e Flick (2009), que ressaltam a necessidade de combinar rigor metodológico com sensibilidade interpretativa. Nesse processo, as categorias e os códigos foram constantemente revisitados permitindo ajustes à medida que novos entendimentos emergiam do contato com o *corpus*.

Considerando o caráter de pesquisa-ação deste estudo, a interpretação também envolveu a reflexão sobre a prática docente e sobre os efeitos das intervenções pedagógicas realizadas. Conforme Thiollent (2011), na pesquisa-ação, análise e ação constituem momentos indissociáveis do processo investigativo, o que implica reconhecer o pesquisador como sujeito implicado na construção dos dados e das interpretações.

O processo interpretativo também se apoiou nas contribuições da proposta, que compreendem a análise como um movimento de desconstrução e reconstrução do texto, por meio de um ciclo contínuo de categorização e comunicação. Moraes e Galiazzi (2020) destacam que “o ciclo de análise, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo pode ser compreendido como um processo auto-organizado do qual emergem as compreensões” (p. 34).

Assim, os elementos de análise apresentados no Quadro 7 bem como as categorias delimitadas e apresentadas no próximo capítulo – Discussão dos dados – foram continuamente reexaminados, permitindo que novos sentidos fossem produzidos à medida que o *corpus* era reinterpretado. As inferências buscaram manter um equilíbrio entre a fidelidade ao material empírico e a coerência teórica das interpretações, conforme orientam Gibbs e Flick (2009).

No contexto desta pesquisa, especialmente nas aulas 4 e 5 da sequência didática, tornou-se necessário aprofundar a interpretação dos dados para além do conteúdo manifesto das produções e falas dos estudantes. Nessas aulas, as interações verbais, os diálogos mediados pelas tecnologias e as explicações construídas coletivamente assumiram papel central no processo de aprendizagem, demandando uma análise que considerasse não apenas o que foi dito, mas como os sentidos foram produzidos e negociados no discurso.

Nesse sentido, recorreu-se à perspectiva de análise das enunciações propostas por Bardin (2016), compreendida no âmbito da própria Análise de Conteúdo. Para a autora, a análise pode ultrapassar a dimensão temática e avançar para a interpretação das condições de produção do discurso, das recorrências, dos silêncios, das ênfases e das formas de organização da fala. Ainda para a autora, a análise de conteúdo não se limita à descrição ou à classificação dos dados, mas envolve um movimento interpretativo que busca apreender significações latentes presentes nas comunicações.

Ao afirmar que o analista deve ir além da mensagem aparente, a autora abre espaço para uma leitura discursiva dos dados, na qual os enunciados são compreendidos como produções situadas, atravessadas por intencionalidades, contextos e relações sociais. Nesse sentido, a Análise do Discurso foi incorporada ao processo analítico como um aprofundamento interpretativo coerente com os pressupostos da Análise de Conteúdo.

A incorporação da Análise do Discurso contribuiu, portanto, para ampliar a compreensão dos processos de aprendizagem observados, evidenciando como os estudantes construíram significados matemáticos por meio da linguagem, do diálogo e da interação social. Esse movimento interpretativo reforça a perspectiva defendida por Bardin (2016), segundo a qual a análise qualitativa deve articular rigor metodológico e sensibilidade interpretativa, permitindo ao pesquisador revelar dimensões subjacentes do fenômeno educativo investigado.

As análises privilegiaram a identificação de indícios de aprendizagem significativa e colaborativa, em consonância com os objetivos da pesquisa e com o foco no ensino do Teorema de Pitágoras mediado por tecnologias digitais. Conforme Bardin (2016), o rigor analítico não reside apenas na adoção de um método, mas na explicitação clara e fundamentada das escolhas interpretativas realizadas ao longo do percurso investigativo.

Por fim, o tratamento dos resultados culminou na elaboração de sínteses descritivo-interpretativas, nas quais as categorias e subcategorias foram discutidas à luz do referencial teórico e dos registros empíricos. Como destacam Moraes e Galiazzi (2020), a comunicação dos resultados constitui, simultaneamente, a exposição e a reconstrução dos sentidos emergentes do processo analítico. Dessa forma, os resultados apresentados no capítulo seguinte representam a expressão final desse percurso interpretativo no qual a análise do *corpus* se transformou em compreensão do fenômeno educativo investigado.

4 DISCUSSÃO DOS DADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar, analisar e discutir os dados produzidos ao longo da aplicação da sequência didática, desenvolvida com 27 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, buscando compreender se o uso de celulares e computadores contribuiu para a construção de significados sobre o Teorema de Pitágoras. Vale ressaltar que houve a participação de 100% dos estudantes nas cinco aulas da sequência didática aplicada.

A análise foi realizada com base nos registros escritos dos estudantes, nos *prints* das pesquisas, nos áudios gravados pelo pesquisador, nas notas de campo do pesquisador e nas interações observadas durante as aulas.

A apresentação dos dados está organizada de acordo com cada aula da sequência didática, possibilitando uma análise processual e progressiva da construção do conhecimento pelos estudantes. Vale ressaltar, como exposto anteriormente, foram utilizados pseudônimos para se referir aos participantes da sequência didática.

4.1 Primeira aula: Compreensão da situação problema

A primeira aula da sequência didática teve como objetivo proporcionar aos estudantes a compreensão da situação problema relacionada à construção das rampas de acesso ao palco do ginásio poliesportivo da escola, utilizando recursos tecnológicos e conhecimentos geométricos. Os conteúdos trabalhados envolvem inclinação de rampas de acessibilidade, interpretação e resolução de problemas, razão, proporção, escala e propriedades dos triângulos, especialmente os retângulos.

A aula se iniciou com a projeção da planta da escola e do ginásio (página 1 do Apêndice A), solicitando aos estudantes que localizem, inicialmente, sua sala de aula e, em seguida, o espaço destinado à construção do ginásio. Após, foi apresentado o recorte da planta com destaque para as rampas de acesso ao palco e uma representação tridimensional das rampas (página 2 do Apêndice A), permitindo uma melhor visualização do problema.

Na sequência, os 27 estudantes foram organizados em 12 duplas e um trio (tratado nesse trabalho como “dupla”) e receberam um material impresso contendo as plantas projetadas, os recortes das rampas e a situação problema (Apêndice A). A situação propõe o cálculo do comprimento dos vergalhões a serem utilizados na construção das rampas, com base em dados de inclinação e dimensões do projeto.

Além do trabalho em sala, os estudantes realizaram uma visita ao local da construção, utilizando seus celulares para registrar fotos e vídeos. Essas imagens foram posteriormente editadas, com os estudantes desenhando sobre elas as possíveis localizações das rampas, a fim de aprofundar a compreensão do problema.

A análise dos dados referente à primeira aula foi desenvolvida com base na técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), articulada às orientações de Gibbs e Flick (2009) para a organização e interpretação de dados qualitativos. Importa ressaltar que, embora os dados tenham origem em uma mesma atividade, eles constituem em registros de naturezas distintas, o que exigiu a organização em duas categorias analíticas complementares, pois de acordo com Bardin (2016), deve-se considerar a natureza dos dados obtidos na pesquisa.

A primeira categoria, denominada Representações Visuais da Situação Problema, foi construída a partir das imagens produzidas pelas duplas durante a visita *in loco* e da edição de imagens nos dispositivos móveis dos estudantes. Essa categoria contempla as diferentes formas pelas quais os discentes representaram virtualmente a quadra e as rampas de acesso ao palco. As subcategorias dessa categoria dizem respeito ao tipo de edição realizada, à realização ou não de registros fotográficos e ao grau de correspondência entre a imagem produzida e a planta arquitetônica, conforme apresentado no Quadro 9.

A segunda categoria, intitulada Registros Conceituais dos Estudantes, foi elaborada com base nas anotações escritas realizadas no material entregue às duplas. Essa categoria buscou identificar os "núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico" (Bardin, 2016, p. 135). Estes núcleos foram retirados das palavras e expressões usadas pelos estudantes ao interpretarem a situação problema, tais como a identificação de conceitos matemáticos, o início de procedimentos de cálculo e as reflexões sobre acessibilidade. As subcategorias correspondentes a essa categoria, encontram-se sistematizadas no Quadro 10.

Quadro 9 – Representações visuais da situação problema

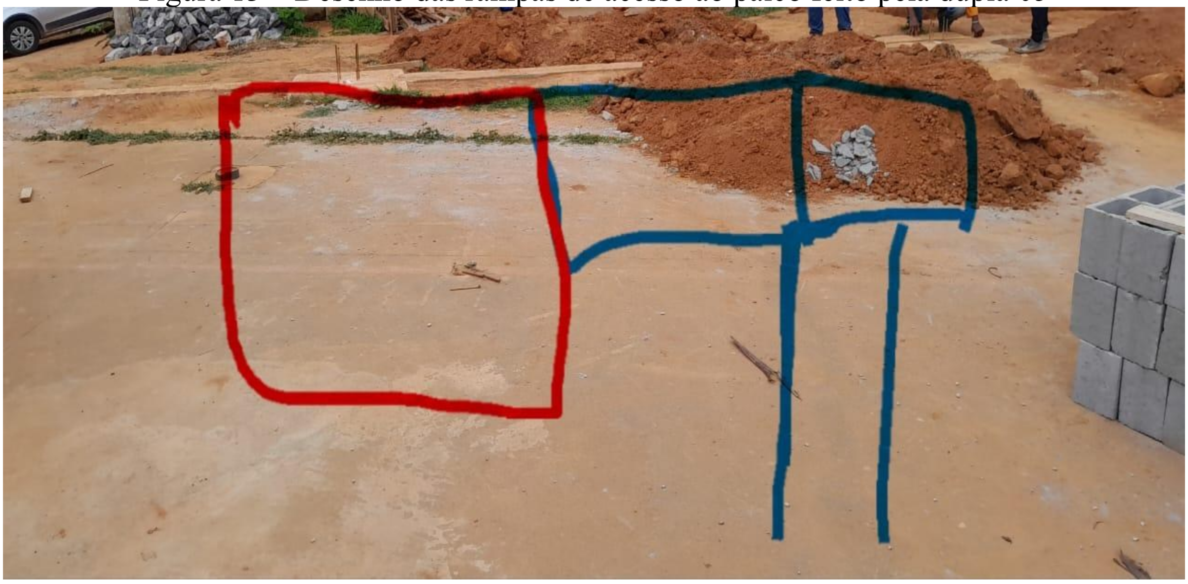
Categoria	Subcategorias	Representações virtuais da quadra	Representações virtuais das rampas
Representações Visuais da Situação Problema	Edição de fotos com desenho livre	1	3
	Edição de fotos com colagem de imagens	7	4
	Fizeram os registros fotográficos	8	6
	Não fizeram os registros fotográficos	5	7

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise do Quadro 9 mostra a distribuição das produções dos estudantes em relação aos registros fotográficos da situação-problema. Observa-se que, na atividade referente à quadra, oito duplas realizaram registros fotográficos, enquanto cinco não os realizaram. Dentre os que registraram, todos procederam à edição das imagens, seja por meio de desenho livre (1 dupla) ou por colagem de imagem (7 duplas), indicando que o registro fotográfico esteve diretamente associado ao trabalho de manipulação das fotos. Já na atividade relacionada às rampas, seis duplas fizeram registros fotográficos e sete não realizaram esse tipo de registro. Entretanto, ao se considerar as subcategorias de edição das imagens, verifica-se que sete fotos foram editadas – três com desenhos livres e quatro com colagens – o que demonstra que uma dupla trabalhou duas imagens, uma com desenho livre e outra com colagem.

Para ilustrar a categorização apresentada no Quadro 9, são apresentadas a seguir algumas imagens produzidas pelos estudantes durante a primeira aula. As Figuras 13 e 14 correspondem à subcategoria *edição de fotos com desenho livre*, na qual as duplas utilizaram ferramentas digitais para desenhar manualmente sobre as imagens capturadas, indicando a posição e o formato das rampas de acesso ao palco.

Figura 13 – Desenho das rampas de acesso ao palco feito pela dupla 05



Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 13: A figura apresenta uma fotografia de um terreno aberto com solo de terra batida, no qual será construído o ginásio poliesportivo da escola, onde está sobreposto um desenho esquemático feito com linhas coloridas. No lado esquerdo da imagem há um contorno em linha vermelha formando uma figura aproximadamente retangular, representando o palco do ginásio. No lado direito aparecem linhas azuis que representam a estrutura de uma rampa de acesso, composta por segmentos horizontais e verticais conectados por uma figura aproximada a um quadrado, formando uma interseção em L invertido diagonalmente, conectando-se ao “palco” pela esquerda. Ao fundo da imagem observam-se montes de terra e materiais de construção. O desenho colorido sobre a fotografia indica a projeção das rampas e das áreas de circulação planejadas no espaço real.

Figura 14 – Desenho das rampas de acesso ao palco feito pela dupla 03

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 14: A figura apresenta uma fotografia de um ambiente externo com construções simples, um veículo estacionado e vegetação ao fundo, sob céu nublado. Sobre a imagem está desenhada em linhas brancas a representação tridimensional de uma rampa de acesso ao palco, o qual está também representado tridimensionalmente. O traçado mostra segmentos horizontais inclinados e apoios verticais que simulam a estrutura da rampa. À direita da imagem aparecem pessoas trabalhando próximas a uma construção e a materiais de obra. O desenho sobreposto à fotografia indica a posição e o percurso planejado da rampa no espaço físico.

Já as Figuras 15 e 16, enquadram-se na subcategoria *edição de fotos com colagem de imagens*, caracterizada pela inserção de elementos gráficos ou imagens sobrepostas às fotografias originais, buscando representar de forma visual a estrutura das rampas e sua relação com o espaço do ginásio poliesportivo. Essas figuras exemplificam a diversidade de estratégias adotadas pelas duplas para expressar sua compreensão da situação problema.

Figura 15 – Projeção das rampas de acesso ao palco feita pela dupla 01

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 15: A figura apresenta uma fotografia de um espaço externo com solo de terra batida e um palco elevado ao fundo. À esquerda da imagem há várias cadeiras plásticas dispostas em fileiras, voltadas para o palco. No centro da imagem está projetada uma rampa de acesso em perspectiva, sobreposta digitalmente à fotografia. A rampa possui superfície plana e inclinada, com base mais larga no primeiro plano e extremidades superiores conectadas ao palco. O desenho evidencia a inclinação contínua da rampa e sua ligação direta ao nível elevado do palco.

Figura 16 – Projeção das rampas de acesso ao palco feita pela dupla 04

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 16: A figura apresenta uma projeção tridimensional de um palco com cobertura sustentada por quatro pilares verticais escuros e uma rampa de acesso lateral. O palco é retangular e elevado em relação ao solo, com base em tom alaranjado. À direita do palco está a rampa, composta por um plano inclinado com corrimãos pretos em ambos os lados, formados por barras horizontais e verticais paralelas ao solo. A rampa conecta o nível do chão ao nível superior do palco. O entorno mostra solo em declive e muros ao fundo. A organização dos elementos permite visualizar claramente o percurso acessível até o palco e a estrutura de apoio da rampa.

A análise das subcategorias apresentadas no Quadro 9 permite compreender como as treze duplas mobilizaram os recursos tecnológicos e a leitura espacial do ambiente para representar virtualmente a quadra e as rampas de acesso ao palco. Os dados mostram que a maior parte dos estudantes recorreu à edição de fotos com colagem de imagens (7 duplas para a quadra e 4 para as rampas), o que indica uma possível preferência por ferramentas digitais que permitem sobreposição e montagem visual, aproximando a representação do espaço real. Esse comportamento está alinhado à perspectiva de Kenski (2015), segundo a qual as tecnologias digitais favorecem formas contemporâneas de expressão e ampliam a compreensão de fenômenos espaciais e estruturais.

Outro dado relevante é que 8 duplas realizaram registros fotográficos do espaço onde será construída a quadra, evidenciando envolvimento ativo na visita *in loco*, enquanto 6 duplas fotografaram especificamente o local do palco e suas rampas de acesso, o que sugere que parte dos estudantes teve maior facilidade para registrar o espaço amplo da quadra do que para focar em elementos específicos da estrutura. A presença de 5 duplas que não fizeram imagens da quadra e 7 que não fotografaram o espaço onde serão construídas as rampas, pode apontar para dificuldades diversas – seja no uso dos dispositivos, na interpretação do espaço ou no entendimento inicial da tarefa –, o que é esperado em processos investigativos e reforça a necessidade do papel da mediação docente, como defende Vygotsky (2000).

Esses resultados demonstram que, embora todos os estudantes tenham participado das atividades, houve pluralidade de modos de representação, aspecto este valorizado por Pocinho e Gaspar (2012) ao defender que o uso de tecnologias potencializa a criatividade e a expressão individual, e que essa diversidade constitui um indicador do processo de construção de significado ocorrido durante a primeira aula.

Após a análise das representações visuais produzidas pelas duplas, procedeu-se à categorização dos registros escritos elaborados pelos estudantes durante a primeira aula da sequência didática. Esses registros correspondem às anotações feitas no material impresso entregue aos discentes. Diferentemente da primeira categorização, voltada às imagens digitais, esta segunda categorização concentra-se nos conteúdos explicitados pelos estudantes por meio da linguagem escrita.

O Quadro 10 apresenta as subcategorias temáticas emergentes das anotações das duplas, evidenciando os principais núcleos de sentido relacionados à compreensão da situação problema.

Quadro 10 – Registros conceituais dos estudantes

Categoria	Subcategorias	Registro das duplas
Registros Conceituais dos Estudantes	Calcular ou cálculo	5
	Triângulo retângulo	3
	Início dos cálculos da altura das rampas	8
	Acessibilidade	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As Figuras 18 e 19 são apresentadas como exemplificações das categorias identificadas no Quadro 10, permitindo visualizar concretamente como os estudantes expressaram suas compreensões por meio das anotações.

A Figura 17, que corresponde à página da situação problema, serve de base para a identificação das categorias analisadas. Já as Figuras 18 e 19 ilustram, respectivamente, exemplos das subcategorias *início dos cálculos da altura das rampas* e *calcular ou cálculo*, ao evidenciarem tentativas de aplicação de fórmulas, esquemas numéricos e menções explícitas à necessidade de realizar cálculos. Além disso, observa-se nessas anotações a presença da subcategoria *triângulo retângulo*, quando os alunos associam a rampa a essa figura geométrica.

Figura 17 – Página da situação problema entregue para os estudantes

De acordo com a ABNT NBR 9050:2020 que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, em seu índice 10.4.3:

> 10.4.3 Quando houver desnível entre o palco e a plateia, este pode ser vencido através de rampa
>
> com as seguintes características:
>
> a) largura de no mínimo 0,90 m;
>
> b) inclinação máxima de 1:6 (16,66 %) para vencer uma altura máxima de 0,60 m;
>
> c) inclinação máxima de 1:10 (10 %) para vencer alturas superiores a 0,60 m;
>
> d) ter guia de balizamento, não sendo necessária a instalação de guarda-corpo e corrimão. (ABNT, 2020, p.127)

No projeto apresentado, podemos verificar que a inclinação utilizada será de 8,33%, e é calculada da seguinte forma:

$$i = \frac{h \, . \, 100}{c}$$

Onde

i é a inclinação, expressa em porcentagem (%);

h é a altura do desnível;

c é o comprimento da projeção horizontal.

Situação Problema – Utilizando os dados apresentados, resolva:

Para se fazer estas rampas é necessário se construir com vergalhões, o que os pedreiros chamam de gradeados, preencher com pedra brita, para depois colocar o concreto que forma a rampa. Levando em consideração todos os dados relacionados e que o gradeado vai do início das rampas até o seu ponto mais alto, qual será a medida dos maiores vergalhões que formarão as rampas?

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 17: A figura apresenta a reprodução de uma página impressa contendo a situação-problema entregue aos estudantes. O texto está organizado em parágrafos justificados e ocupa a maior parte da página. Na parte superior aparece a referência à norma ABNT NBR 9050:2020, destacando o item 10.4.3, que trata das condições de acessibilidade quando houver desnível entre o palco e a plateia. Abaixo, estão listadas as exigências técnicas, como largura mínima da rampa, inclinação máxima permitida e condições para dispensa de guarda-corpo e corrimão. Em seguida, o texto apresenta um cálculo da inclinação, exibindo a fórmula matemática i = (h · 100) / c, centralizada na página. Logo abaixo da fórmula, há a explicação das variáveis: *i* representa a inclinação em porcentagem, *h* corresponde à altura do desnível e *c* ao comprimento da projeção horizontal. Na parte inferior, aparece o enunciado da situação-problema, solicitando que os estudantes determinem a medida dos maiores vergalhões a partir dos dados apresentados. A organização visual evidencia um documento formal com fundamentação normativa e aplicação matemática.

Figura 18 – Anotações feitas pelas estudantes Marina e Julia

Nós intendemos que teremos que fazer uma conta para sabermos o comprimento das duas rampas para acessibilidade de pessoas com deficiências.

$8,35 = \frac{h.100}{2,35}$ $\quad$ $8,33 = \frac{h.100}{c}$

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 18: A figura apresenta a imagem de um registro manuscrito feito por duas estudantes em resposta à situação-problema. O texto está escrito à mão, com caneta azul, em uma folha branca. Na parte superior lê-se a afirmação de que os valores encontrados correspondem aos comprimentos das duas rampas para acessibilidade de pessoas com deficiência. Abaixo, estão dispostos cálculos numéricos envolvendo a relação entre porcentagem, altura e comprimento, incluindo a substituição de valores na expressão matemática apresentada anteriormente. Os números aparecem organizados em forma de operações sequenciais, indicando o desenvolvimento do raciocínio até a obtenção do resultado final. A imagem evidencia o processo de resolução realizado pelas estudantes, incluindo escrita textual e registros matemáticos.

Figura 19 – Anotações feitas pelos estudantes Fabrício e Paulo

A rampa tem formato de triângulo retângulo, localizei minha sala no mapa da escola

$$I = \frac{H.100}{C}$$

$$8,33 = \frac{H.100}{2,35}$$

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 19: A figura apresenta a reprodução de um registro manuscrito realizado pelos estudantes Fabrício e Paulo. O texto está escrito à mão, com caneta escura, em uma folha branca. Na parte superior da imagem aparece uma frase na qual os estudantes afirmam que a rampa possui formato de triângulo retângulo, justificando essa observação com base no mapa da escola. Abaixo do texto encontra-se a fórmula da inclinação expressa como i = (h · 100) / c, escrita de forma organizada, com a fração representada por um traço horizontal separando numerador e denominador. Na linha seguinte, os estudantes substituem valores numéricos na expressão, registrando a igualdade 8,33 = (h · 100) / 2,35. A disposição visual evidencia primeiro a interpretação geométrica da rampa como triângulo retângulo e, em seguida, a aplicação da fórmula para determinar a relação entre altura, comprimento e inclinação.

A categorização apresentada no Quadro 10 permite compreender como as duplas mobilizaram conceitos e organizaram suas interpretações a partir da situação problema. O fato de cinco duplas registrarem explicitamente termos como “calcular” ou “cálculo” indica que parte dos estudantes identificou, desde a primeira aula, que a tarefa envolvia a determinação de medidas e relações métricas, evidência de que compreenderam o objetivo central da atividade.

Já as três ocorrências de “triângulo retângulo” demonstram que alguns estudantes conseguiram estabelecer a analogia geométrica entre a rampa e a figura estudada previamente, indicando a aprendizagem significativa defendida por Ausubel (2003), segundo a qual novos conceitos são interpretados com base em estruturas cognitivas já existentes.

O dado mais expressivo, entretanto, é que oito duplas iniciaram espontaneamente cálculos referentes à altura da rampa, mesmo sem ainda terem realizado a etapa de formalização prevista para as aulas no laboratório de informática. Essa antecipação demonstra não apenas engajamento, mas também a mobilização autônoma de estratégias, característica valorizada por Kaleff (2011), quando afirma que o uso de tecnologias e materiais variados favorece a construção ativa do conhecimento.

Outro aspecto relevante é que cinco duplas registraram questões relacionadas à acessibilidade, o que evidencia que os estudantes não se limitaram à dimensão técnica do problema, mas reconheceram o sentido social associado às rampas, aspecto que, conforme Kenski (2015), amplia o significado da aprendizagem ao conectá-la a situações reais e humanizadoras.

Sob a ótica da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), os números expressam núcleos de sentido recorrentes, revelando que a turma compreendeu, de modo geral, tanto a estrutura geométrica da rampa quanto sua relevância prática, articulando conceitos matemáticos, elementos do projeto arquitetônico e implicações sociais da construção. Esses resultados mostram que os estudantes não apenas entenderam a situação problema, mas começaram a transformá-la em objeto de investigação, o que reforça os papéis das interações sociais e da mediação docente descritos por Vygotsky (2000).

Os dados dos quadros de categorização, articulados aos registros das notas de campo e áudios do pesquisador, revelam um cenário de envolvimento e compreensão inicial da situação problema. Conforme registrado pelo pesquisador: “os alunos estavam atentos durante a explicação dos slides” e alguns estudantes, como Maik, “fotografaram todos os slides e até a folha impressa”. Essas ações indicam que os discentes buscaram registrar e organizar as informações apresentadas durante a aula, demonstrando interesse em retomar os conteúdos posteriormente e em acompanhar o desenvolvimento da atividade.

A articulação entre as representações visuais e os registros escritos torna-se evidente quando se observa o Quadro 10, no qual oito duplas iniciaram cálculos da altura da rampa, mesmo sem ainda terem sido formalmente orientadas a isso. Tal comportamento evidencia, conforme Ausubel (2003) propõe, que a aprendizagem significativa ocorre quando ideias potencialmente significativas são ancoradas em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Esse fenômeno aparece também nas falas das estudantes Júlia e Luiza, que afirmaram que “as rampas se parecem com o triângulo retângulo estudado na revisão”, e nas perguntas de alunos como Fabrício e Luiza, que questionaram “como fazer os cálculos das rampas” e “se teria o cálculo do comprimento das rampas”, de acordo com as notas de campo do pesquisador. Os dados demonstram que os estudantes não apenas reconheceram a estrutura geométrica presente no problema, mas começaram a mobilizar espontaneamente procedimentos matemáticos, indicando que a aprendizagem ocorreu por compreensão, e não por reprodução mecânica.

Outro aspecto relevante revelado pelas notas de campo do pesquisador, diz respeito à presença da colaboração entre os estudantes. O pesquisador relata que algumas duplas solicitaram “juntar com a outra para trocar ideias” e que permitiu essa reorganização porque percebeu que “um poderia explicar ao outro o que estava entendendo”. Essa mediação entre pares é central na perspectiva de Vygotsky (2000), para quem o aprendizado é potencializado no encontro entre o mais experiente e o menos experiente dentro da zona de desenvolvimento proximal.

Esse movimento colaborativo também se evidencia, conforme anotações do pesquisador, quando alunos como Karla, Caio e Felipe questionam se “podiam colocar que entenderam que é para fazer o cálculo das rampas”, demonstrando preocupação com a clareza do entendimento coletivo, e não apenas individual, o que vem ao encontro do que defendem Masini e Moreira (2008) sobre o processo de aprendizagem, que requer propósito e disposição para construir novos conhecimentos e que a aprendizagem colaborativa se concretiza quando os integrantes de um grupo atuam de forma articulada na realização de uma tarefa, buscando alcançar os mesmos objetivos. Vale ressaltar que, diante dos questionamentos feitos pelos estudantes durante a aula, o professor respondia de forma a fazer os discentes refletirem sobre o que foi perguntado. Na questão anteriormente trazida o professor respondeu, de acordo com suas notas, “sim, vocês vão anotar o que entenderam com suas próprias palavras, vocês vão trocar ideias e calcular o que acharem necessário”.

Por fim, a convergência entre a expressão escrita, as representações visuais e as falas registradas pelo pesquisador, indicam que os estudantes compreenderam não apenas a dimensão matemática do problema apresentado na aula 1, mas também seu caráter prático e social, evidenciado na subcategoria *acessibilidade* do Quadro 10. A presença de uma estudante com deficiência física na turma contribuiu para tornar essa discussão mais concreta e contextualizada, ampliando a compreensão dos discentes sobre a função das rampas para além de um objeto de cálculo.

A atividade possibilitou que os estudantes relacionassem a necessidade das rampas a situações reais de mobilidade reduzida, reconhecendo a acessibilidade como um elemento essencial do projeto arquitetônico da quadra. Esse contexto reforça o caráter significativo da aprendizagem, na medida em que os conceitos matemáticos foram associados a uma necessidade social, conforme defende Ausubel (2003) ao enfatizar que a aprendizagem se torna mais consistente quando vinculada a situações reais e relevantes para os sujeitos envolvidos.

Kenski (2015) afirma que o uso de tecnologias e situações reais amplia o sentido social do conhecimento escolar e isso se confirma quando estudantes, ao relacionarem a rampa a um triângulo retângulo, simultaneamente discutem sua importância para “pessoas idosas, cadeirantes ou qualquer um que possa sofrer um imprevisto” (nota de campo do pesquisador). Assim, os resultados dos quadros, somados às evidências narradas pelo pesquisador, revelam que a primeira aula promoveu uma aprendizagem significativa, contextualizada, colaborativa e mediada por múltiplos recursos simbólicos – exatamente como propõem os autores que fundamentam a pesquisa.

4.2 Segunda aula: Pesquisa e exploração no GeoGebra

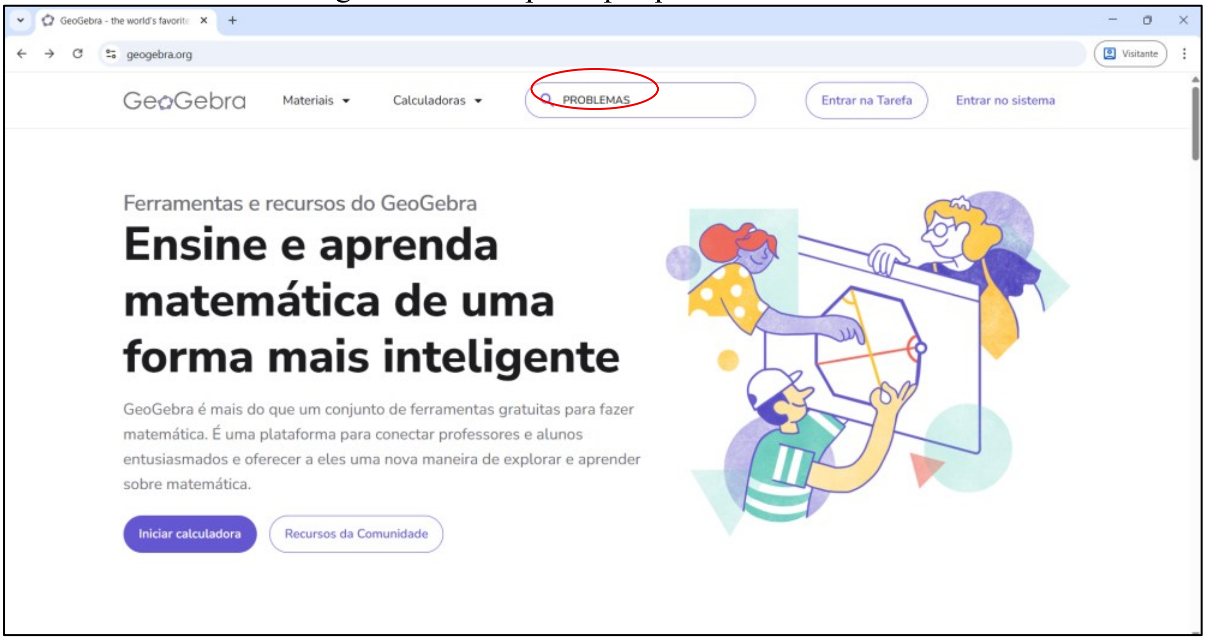
Na segunda aula da sequência didática, os estudantes deram continuidade à compreensão da situação problema por meio da exploração do ambiente digital GeoGebra, utilizando ferramentas específicas da plataforma para investigar problemas matemáticos semelhantes ao apresentado anteriormente (página 3 do Apêndice A). Os conteúdos abordados incluem o uso de recursos do GeoGebra, manipulação de atividades na plataforma, exportação de dados e compartilhamento de registros. Como conhecimentos prévios, consideram-se a navegação na internet, o uso de e-mails e os conceitos matemáticos de triângulos retângulos e semelhança entre triângulos.

O principal objetivo desta etapa foi possibilitar aos estudantes a identificação de problemas análogos à situação inicial, desenvolvendo a capacidade de reconhecer elementos relevantes à sua resolução. A aula foi realizada no laboratório de informática, com os estudantes organizados em duplas – as mesmas da aula anterior – portando o material com as anotações feitas na primeira aula.

Cada dupla utilizou um computador, devendo acessar o e-mail institucional para enviar ao professor *prints* e observações sobre as atividades exploradas. A ideia inicial era que os estudantes navegassem no site GeoGebra, em uma pesquisa orientada pelo pesquisador, que fizessem *prints* das telas encontradas, comentassem os seus achados e enviassem por e-mail os *prints* e comentários ao pesquisador, porém houve algumas dificuldades técnicas, como problemas no acesso aos e-mails institucionais dos estudantes. Assim, o pesquisador mudou a estratégia, pedindo aos estudantes que fizessem os *prints* e seus comentários em documentos Word, que posteriormente foram extraídos do computador pelo pesquisador, através de um pen drive.

Com orientação do docente, os estudantes acessaram o site do GeoGebra por meio de busca no navegador e, na página inicial, pesquisaram o termo "problemas" conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 20 – Campo de pesquisa do GeoGebra



Fonte: GeoGebra (2025).

Descrição da Figura 20: A figura apresenta uma captura de tela da página inicial do site do GeoGebra exibida em um navegador de internet. Na parte superior da imagem observa-se a barra de navegação do site, contendo o logotipo "GeoGebra" à esquerda e um menu horizontal com opções como "Materiais", "Calculadoras" e "Problemas". A opção "Problemas" está destacada por um contorno oval vermelho desenhado sobre a imagem, indicando o local selecionado. À direita da barra aparecem botões de acesso, como "Entrar na Tarefa" e "Entrar no sistema". Abaixo do menu principal, ocupa a maior parte da tela um banner com fundo claro contendo o texto em destaque "Ensine e aprenda matemática de uma forma mais inteligente”. Ao lado do texto há uma ilustração colorida de personagens interagindo com uma figura geométrica representada em uma tela. Na parte inferior do banner aparecem botões retangulares com chamadas para ação. A organização visual evidencia o ambiente digital do GeoGebra e destaca o campo “Problemas” como ponto de navegação utilizado na atividade proposta.

A partir dos resultados encontrados, os discentes selecionaram atividades que apresentavam semelhança com a situação problema das rampas de acesso ao palco, de acordo com suas interpretações. Durante a navegação, os estudantes foram incentivados a observar, manipular e registrar soluções apresentadas pelas atividades do site. O objetivo foi que os estudantes, por meio da comparação entre os esquemas geométricos das rampas e os das atividades digitais, identificassem espontaneamente conceitos como triângulo retângulo, geometria e, possivelmente, o próprio Teorema de Pitágoras.

O uso do GeoGebra nesta etapa não foi apenas instrumental. A plataforma serviu como ferramenta mediadora da aprendizagem na perspectiva de Vygotsky (2000), que compreende o uso de instrumentos – materiais ou simbólicos – como elementos centrais na mediação entre sujeito e conhecimento. Ao manipular as figuras interativas, os estudantes foram instigados a observar padrões, deduzir relações e registrar suas descobertas por meio de *prints* e comentários digitados em arquivos salvos ou enviados por *e-mail* ao professor.

Com base nos registros produzidos pelos estudantes durante a segunda aula da sequência didática, procedeu-se a análise dos dados por meio da técnica de Análise de Conteúdo, conforme proposta de Bardin (2016). Diferentemente da aula anterior, em que os dados se originaram de registros fotográficos e anotações iniciais, nesta etapa os materiais analisados resultaram da exploração de atividades digitais no ambiente GeoGebra e das anotações realizadas pelas duplas a partir dessa investigação.

Assim, os dados foram organizados em duas categorias analíticas, definidas em função da natureza dos registros: (1) problemas visitados pelos estudantes no GeoGebra e; (2) anotações feitas pelas duplas. Essas categorias, embora distintas, são complementares e permitem compreender como os estudantes reconheceram padrões matemáticos e mobilizaram conceitos ao interagir com problemas análogos à situação inicial.

A primeira categoria, Problemas Visitados Pelos Estudantes, refere-se aos tipos de situações encontradas pelas duplas durante a navegação no GeoGebra. As subcategorias emergiram a partir de representações gráficas dos problemas selecionados pelos discentes e, posteriormente foram quantificadas, conforme o Quadro 11. Vale ressaltar que a subcategoria *pistas completas* faz referência à manipulação dos problemas pelos estudantes. A opção “pista” presente no site utilizado, apresenta para o usuário a resolução do problema, como será exemplificado nos *prints* das duplas.

A segunda categoria, intitulada Anotações Feitas Pelas Duplas, refere-se aos registros escritos produzidos pelos estudantes durante a exploração das atividades no GeoGebra. As subcategorias foram termos recorrentes nas anotações, evidenciando os principais núcleos de sentido mobilizados pelos discentes nesta aula. Os termos foram organizados e quantificados conforme o Quadro 12. O surgimento do termo Teorema de Pitágoras é relevante, pois indica que parte das duplas já começaram a nomear formalmente o conceito matemático subjacente às situações exploradas.

Quadro 11 – Problemas visitados pelos estudantes

Categoria	Subcategorias	Registro das duplas
Problemas Visitados Pelos Estudantes	Caramujo	6
	Helicóptero	9
	Gavião	4
	Parkour	3
	Torre	4
	Vela de um barco	1
	Torre com cavaleiro	3
	Chapeuzinho vermelho	2
	Sombra da árvore	1
	Pistas completas	10

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 12 – Anotações feitas pelos estudantes

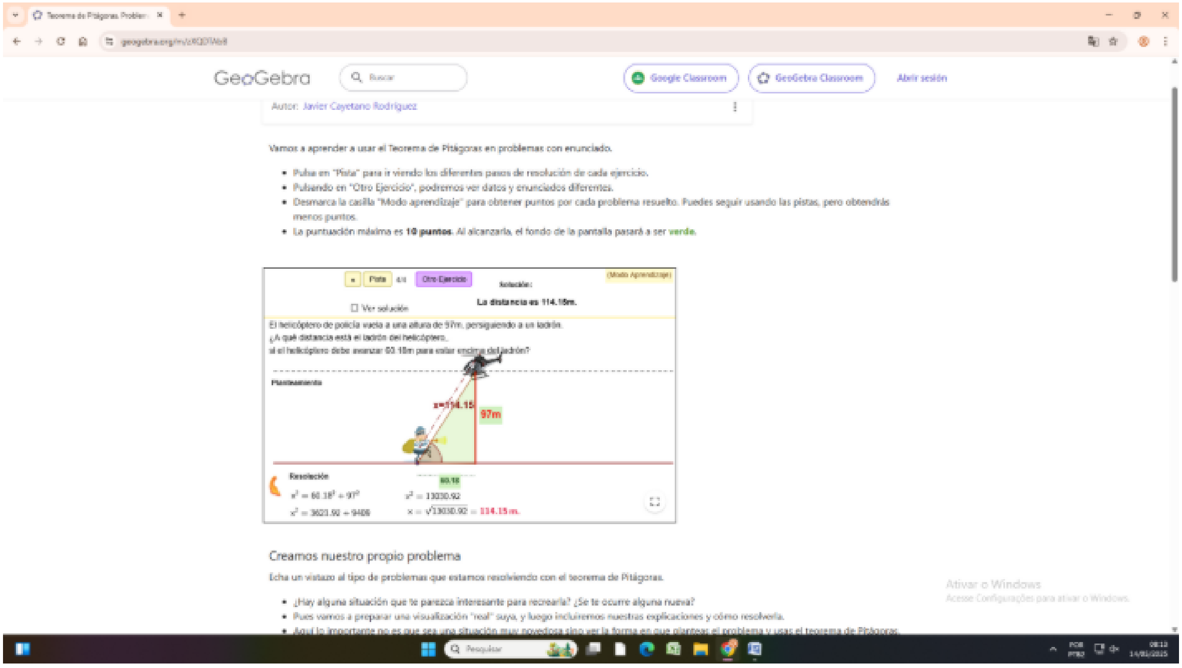
Categoria	Subcategorias	Registro das duplas
Anotações Feitas Pelos Estudantes	Triângulo retângulo	7
	Teorema de Pitágoras	6
	Conta ou cálculo	8
	Resultado final	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Esses dados indicam que os estudantes exploraram uma diversidade de problemas que envolvem relações métricas e geométricas, sobretudo aqueles que apresentam triângulos. Para demonstrar o surgimento das subcategorias apresentadas nos Quadros 11 e 12, seguem as Figuras 21 e 22, formadas por *prints* e observações feitos pelas duplas. A Figura 21 apresenta a representação gráfica que deu origem à subcategoria *helicóptero* e, abaixo da figura dos estudantes, há os termos “triângulo retângulo”, “conta” e “Teorema de Pitágoras”, que formaram as subcategorias do Quadro 12. Na Figura 22, a dupla 11 fez seus comentários após a manipulação da atividade em que foi intitulada “Caramujo”. Os estudantes utilizaram os termos “triângulo retângulo” e “Teorema de Pitágoras”, os quais foram quantificados nas subcategorias do Quadro 12.

Vale observar que as duas duplas utilizaram as pistas dadas pelo site e conseguiram visualizar a resolução da atividade realizada no GeoGebra, formando a subcategoria *pistas completas* do Quadro 11.

Figura 21 – *Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 01



Na primeira vez que clicamos na pista ela nos mostra um triangulo retângulo

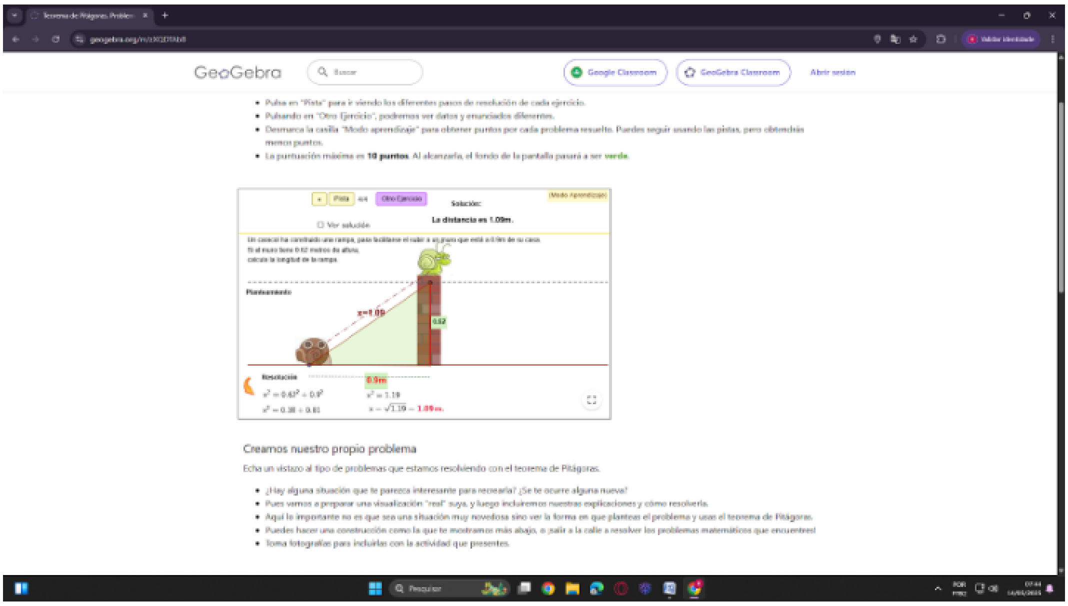
Na segunda vez que clicamos na pista ela nos da a conta

Teorema de Pitágoras

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 21: A figura apresenta uma captura de tela do ambiente digital do GeoGebra exibido em um navegador de internet. Na parte superior observa-se a barra do navegador e, logo abaixo, a interface do site com o logotipo “GeoGebra” à esquerda e opções de navegação e acesso à direita. No centro da tela aparece a área principal da atividade, contendo um enunciado textual na parte superior e, abaixo, uma janela interativa com uma construção geométrica. Nessa janela visualiza-se um triângulo retângulo representado graficamente, com segmentos identificados por medidas numéricas e indicação de ângulo reto. Abaixo da construção aparecem cálculos numéricos associados à aplicação do Teorema de Pitágoras. Na parte inferior da imagem, já fora da interface do site, há um trecho digitado com comentários da dupla 01, no qual se lê que, ao clicar na pista pela primeira vez, é mostrado um triângulo retângulo, e na segunda vez é apresentada a conta correspondente. A organização da imagem evidencia tanto a manipulação do recurso digital quanto o registro reflexivo dos estudantes sobre a experiência realizada.

Figura 22 – *Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 11



Estamos observando que nessa imagem tem o triangulo retangulo ,que vai nos ajudar a calcular o comprimento da rampa

Teorema de pitagoras

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 22: A figura apresenta uma captura de tela do ambiente digital do GeoGebra aberta em um navegador de internet. Na parte superior observa-se a barra do navegador e, logo abaixo, a interface do site com o logotipo “GeoGebra” à esquerda e opções de navegação na parte superior. No centro da tela encontra-se a área principal da atividade, composta por um enunciado textual e, abaixo, uma janela interativa com uma construção geométrica. Na janela visualiza-se um triângulo retângulo representado graficamente, com indicação do ângulo reto e segmentos identificados por medidas numéricas. A construção está associada a uma situação contextual envolvendo uma rampa, na qual a altura e a base estão representadas, permitindo a aplicação do Teorema de Pitágoras para determinar o comprimento inclinado. Abaixo da construção aparecem expressões numéricas e cálculos automáticos exibidos pelo software. Na parte inferior da imagem há um trecho digitado com comentários da dupla 11, no qual os estudantes registram que a imagem apresenta um triângulo retângulo que auxilia no cálculo do comprimento da rampa e mencionam o Teorema de Pitágoras. A organização visual evidencia a interação com o recurso digital e a articulação entre representação geométrica e interpretação escrita dos estudantes.

Na Figura 21, ao apresentar as “Pistas completas”, os alunos visualizaram o seguinte:

$x^2 = 60{,}18^2 + 97^2$ $\quad$ $x^2 = 13030{,}92$

$x^2 = 3621{,}92 + 9409$ $\quad$ $x = \sqrt{13030{,}92} = 114{,}15m$

Na Figura 22, ao apresentar as “Pistas completas”, os alunos visualizaram o seguinte:

$x^2 = 0{,}62^2 + 0{,}9^2$ $\quad$ $x^2 = 1{,}19$

$x^2 = 0{,}38 + 0{,}81$ $\quad$ $x = \sqrt{1{,}19} = 1{,}09m$

A diversidade de problemas visitados, como mostrado no Quadro 11, revela que os estudantes foram capazes de estabelecer relações entre a situação problema das rampas e outras situações matemáticas, ainda que apresentadas em contextos distintos. Esse movimento de analogia é central para a aprendizagem significativa, pois, segundo Ausubel (2003), novos conhecimentos são incorporados quando o estudante consegue relacioná-los a ideias já existentes em sua estrutura cognitiva.

Ao explorar atividades do GeoGebra, tais como “Torre”, “Parkour” ou “Vela de um barco”, os estudantes passaram a reconhecer a recorrência de triângulos retângulos e da necessidade de determinar uma medida desconhecida, mesmo antes da formalização do Teorema de Pitágoras. As anotações do pesquisador reforçam essa percepção ao indicarem que os discentes “começaram a perceber que as rampas poderiam ser representadas por triângulos”, evidenciando um avanço conceitual mediado pela exploração digital.

A maior recorrência do problema denominado “Helicóptero” entre as escolhas dos estudantes pode ser compreendida à luz do contexto sociocultural no qual a escola está inserida. Esse problema trata de uma situação-problema vinculada a uma investigação policial, envolvendo deslocamentos, alturas e distâncias, elementos que dialogam diretamente com experiências concretas vivenciadas cotidianamente pelos discentes. Considerando que a escola de pesquisa está localizada em uma região marcada por elevados índices de vulnerabilidade social, é comum a presença ostensiva de helicópteros da polícia em ações de monitoramento e rondas aéreas. Esse elemento do cotidiano pode ter tornado o problema mais familiar e significativo para os estudantes, favorecendo sua identificação com a situação apresentada e, consequentemente, sua escolha durante a exploração no GeoGebra.

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, conforme defendida por Ausubel (2003), novos conhecimentos são mais facilmente assimilados quando podem ser ancorados em experiências prévias relevantes. Nesse sentido, a situação problema envolvendo o helicóptero mobiliza referências já presentes no universo dos estudantes, permitindo que conceitos matemáticos abstratos, como relações métricas em triângulos retângulos, sejam compreendidos a partir de um contexto reconhecido e dotado de sentido. Além disso, a escolha recorrente dessa atividade evidencia o papel do contexto social como mediador da aprendizagem, em consonância com a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000), segundo o qual o conhecimento se constrói nas interações entre o sujeito e o meio.

A presença expressiva das subcategorias *conta ou cálculo* e *triângulo retângulo*, conforme indica o Quadro 12, reforça que os estudantes compreenderam a natureza matemática dos problemas investigados, reconhecendo que a resolução envolvia relações métricas entre os lados de um triângulo. Já o número reduzido de registros associados ao *resultado final*, sugere que, neste momento da sequência didática, o foco esteve mais voltado no processo de compreensão e exploração do que na obtenção de respostas prontas, aspecto coerente com a proposta investigativa da atividade.

A articulação entre os Quadros 11 e 12 evidencia que a exploração dos problemas no GeoGebra impactou diretamente as anotações feitas pelas duplas. A presença das subcategorias *triângulo retângulo* e *conta ou cálculo* sugere que os estudantes reconheceram a natureza geométrica das situações investigadas e a necessidade de operar matematicamente sobre elas. Essa relação entre exploração visual e registro escrito reforça a ideia de que a aprendizagem ocorreu de forma integrada, envolvendo diferentes linguagens e formas de representação.

A emergência da subcategoria *Teorema de Pitágoras*, identificada em seis registros, não indica ainda a apropriação formal do conceito, mas sinaliza um movimento inicial de aproximação à linguagem científica escolar. O termo surge nas anotações associado às palavras-chave encontradas durante a pesquisa no GeoGebra, frequentemente desacompanhado de sua definição ou aplicação matemática. Contudo, essa primeira incorporação do vocabulário específico da área sinaliza um avanço no processo de significação, na medida em que os estudantes passam a nomear o objeto matemático em questão. Esse fenômeno é compatível com a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000), segundo a qual a apropriação da linguagem científica pode anteceder a consolidação conceitual, funcionando como mediadora do processo de aprendizagem.

Esse dado é relevante, pois indica que o contato inicial com o nome do teorema ocorreu de forma exploratória e investigativa, e não por meio de uma apresentação direta do conteúdo pelo professor. No caso analisado, a recorrência do termo Teorema de Pitágoras surge associada à identificação de triângulos retângulos e à necessidade de calcular medidas desconhecidas, ainda que os estudantes não dominassem o formalismo matemático envolvido.

A plataforma GeoGebra atuou, portanto, como instrumento mediador desse processo, permitindo que os discentes transitassem entre linguagem visual, textual e simbólica, favorecendo a ampliação do vocabulário matemático. Sob a perspectiva de Vygotsky (2000), esse contato inicial com o termo pode ser compreendido como parte do desenvolvimento conceitual mediado por instrumentos culturais, no qual a linguagem antecede, em muitos casos, a consolidação do significado científico.

Assim, a presença do termo Teorema de Pitágoras nas anotações não indica ainda o domínio conceitual, mas sinaliza um estágio do processo de aprendizagem, marcado pela curiosidade, pela exploração e pela construção gradual de sentido, potencializada pelo uso de tecnologias digitais, conforme também discutem Kaleff (2011) e Kenski (2015) ao tratarem do papel das tecnologias na mobilização do pensamento matemático.

As interações observadas entre as duplas, registradas nas notas de campo, indicam que os estudantes frequentemente compartilhavam telas, comparavam problemas e discutiam estratégias de resolução. Comentários dos estudantes, como: “olha esse aqui, é parecido com o seu” (Fabrício) ou “vê se esse também dá para usar na rampa” (Flávia) revelam práticas de colaboração espontânea, nas quais o conhecimento foi sendo construído coletivamente. Esse movimento está alinhado ao que defendem Masini e Moreira (2008) ao afirmarem que a aprendizagem colaborativa se concretiza quando os sujeitos atuam de forma articulada em torno de um objetivo comum.

A autora Kaleff (2011) discute o papel das tecnologias digitais como recursos que ampliam as possibilidades de interação com os objetos de conhecimento. A utilização do GeoGebra nesta aula, de acordo com as anotações e interpretações do pesquisador, favoreceu a experimentação e a observação de regularidades matemáticas, proporcionando aos estudantes oportunidades de realizar inferências com base em simulações.

Durante a exploração das atividades, alguns estudantes verbalizaram percepções como: “quando mexe aqui na figura, forma um triângulo” (Gustavo) e “quando aperta na pista, mostra uma conta” (Priscila), indicando que, ao alterar os problemas e observar a construção geométrica, passaram a identificar regularidades matemáticas. Em outro momento, ao acessar as pistas completas das atividades, um estudante comentou que “mesmo mudando os números, o jeito da conta é o mesmo” (Ana), evidenciando a generalização de procedimentos a partir das simulações distintas.

Essas falas revelam que os discentes não apenas visualizaram as representações digitais, mas utilizaram as simulações como suporte para levantar hipóteses, comparar situações e antecipar procedimentos matemáticos, configurando um processo de inferência mediado pela tecnologia. Tal movimento confirma o potencial do GeoGebra como ambiente investigativo, no qual a interação com os problemas contribui para a compreensão gradual das relações envolvidas nas atividades exploradas.

Nas notas de campo, o pesquisador relata: “os alunos vibraram ao navegar no GeoGebra, conseguindo manipular as atividades, encontrando os resultados e entendendo as questões”. Essa abordagem também está alinhada à proposta de aprendizagem significativa mediada por tecnologias, conforme destacam Pocinho e Gaspar (2012), ao enfatizarem que a função do professor é criar situações em que os estudantes possam investigar, construir hipóteses e interpretar resultados.

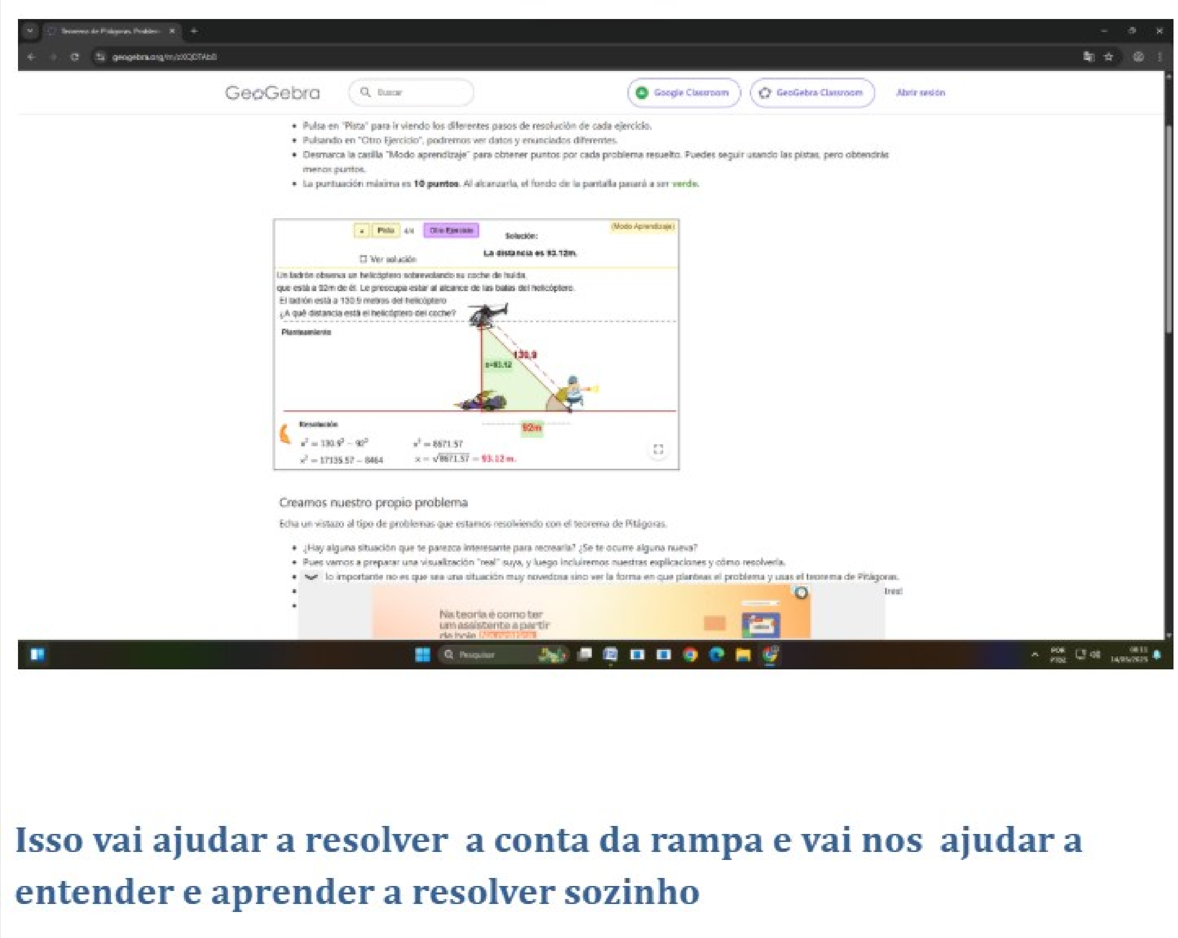
Os estudantes conseguiram navegar no site GeoGebra e selecionar os problemas que envolviam triângulos e cálculos relacionados aos lados de triângulos retângulos. Esse movimento é evidenciado quando, durante a exploração das atividades, algumas duplas verbalizaram observações como: "esse desenho parece a rampa da quadra" (Caio) e "aqui também tem um triângulo igual o da rampa" (Marina), conforme registrado nas notas de campo do pesquisador. Essas falas indicam que os estudantes começaram a estabelecer relações entre os problemas explorados no ambiente digital e a situação problema inicial, reconhecendo a presença de uma estrutura geométrica comum.

Mesmo sem conhecer formalmente o Teorema de Pitágoras, os estudantes passaram a perceber que a resolução dos problemas envolvia o cálculo de uma medida desconhecida a partir de outras já conhecidas. Essa percepção aparece quando alunos questionaram: "aqui a gente tem dois lados, e é para achar o outro" (Maik) ou "sempre falta um lado para descobrir" (Julia), demonstrando que identificaram a necessidade de determinar o terceiro lado do triângulo. Tais registros evidenciam um processo de inferência construído a partir da manipulação das simulações, e não apenas da observação passiva das atividades.

O engajamento dos estudantes também é evidenciado nas reações registradas pelo pesquisador durante a aula. Estudantes como Fabrício, Ana, Luís e Felipe manifestaram entusiasmo ao conseguir manipular as figuras e acompanhar as resoluções apresentadas nas atividades, verbalizando expressões como "agora faz sentido", "deu certo aqui" e "entendi como dá o valor". Essas falas indicam que o reconhecimento de elementos familiares como o triângulo retângulo e a ideia de inclinação, contribuiu para que os estudantes percebessem semelhanças entre os problemas explorados e a situação problema inicial, confirmando que a proposta favoreceu a comparação, a investigação e a construção gradual de significado.

A Figura 23 a seguir pode ser apresentada como uma evidência empírica do que já foi discutido, uma vez que, ao afirmarem que a atividade "vai nos ajudar a entender e aprender a resolver sozinho", os estudantes da dupla 04 demonstram estar atribuindo sentido ao conhecimento construído a partir de suas próprias explorações. Além disso, os estudantes revelaram que já estavam ancorando novas ideias em conhecimentos prévios (Ausubel, 2003) e avançando em direção a uma maior autonomia intelectual. Esse processo se desenvolve no interior das interações sociais e no uso de ferramentas culturais, conforme a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000).

Figura 23 – *Print* da manipulação do GeoGebra e comentários da dupla 04



Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 23: A figura apresenta uma captura de tela do ambiente digital do GeoGebra exibido em um navegador de internet. Na parte superior observa-se a barra do navegador e, abaixo dela, a interface do site com o logotipo “GeoGebra” à esquerda e opções de navegação na parte superior. No centro da tela encontra-se a área principal da atividade, composta por um enunciado textual e uma janela interativa contendo uma construção geométrica. Nessa janela visualiza-se um triângulo retângulo associado a uma situação contextual de rampa, com indicação do ângulo reto e medidas numéricas representadas nos segmentos. Abaixo da construção aparecem expressões algébricas e cálculos automáticos gerados pelo software. Na parte inferior da imagem há um comentário digitado pela dupla 04, no qual os estudantes afirmam que o recurso ajudará a resolver o cálculo da rampa e contribuirá para a compreensão e resolução autônoma do problema. A organização visual evidencia a interação com o ambiente digital e o registro reflexivo dos estudantes sobre o processo de aprendizagem.

De acordo com Kaleff (2011), os recursos tecnológicos motivam os estudantes a obterem os conhecimentos escolares e reconhecê-los como fonte de saber e expressão de práticas sociais. Além disso, o uso da tecnologia, neste caso o GeoGebra, viabilizou um ambiente de aprendizagem exploratória e investigativa, conforme propõe Kenski (2015), ao afirmar que as tecnologias digitais, quando bem integradas ao processo de ensino, ampliam os horizontes cognitivos dos estudantes, permitindo-lhes atuar de forma crítica, reflexiva e criativa.

De certo, nem todas as duplas fizeram comentários em seus *prints*, mostrando que precisariam de mais tempo ou mais elucidações para concluírem o que manusearam, mas vale pontuar que os estudantes se mostraram entusiasmados e criativos durante a aula – de acordo com as anotações e interpretações do pesquisador –, o que dialoga com as ideias de Kaleff (2011), para quem as tecnologias e os recursos educacionais, quando utilizados de modo criativo e significativo, favorecem a ampliação do acesso ao conhecimento e estimulam uma aprendizagem mais ativa, em que o aluno se torna protagonista do próprio processo de construção do saber.

À medida que avançaram na exploração do GeoGebra, os estudantes passaram a refinar suas estratégias de busca, substituindo o termo inicial "problema" por palavras-chave recorrentes nas atividades encontradas, como "triângulo retângulo", "teorema" e "geometria". Esse movimento aparece de forma explícita nos registros enviados pelas duplas, como no comentário: "a gente pesquisou triângulo retângulo porque é igual à rampa" (dupla 01) e "quando coloca teorema aparece o cálculo que ajuda a achar o lado que falta" (dupla 11). Cada dupla selecionou *prints* considerados mais relevantes e produziu comentários explicativos no corpo do arquivo, evidenciando a intenção de relacionar os exemplos explorados no ambiente digital com a situação problema apresentada na primeira aula, conforme registrado na anotação: "esse exemplo dá pra usar pra calcular a rampa depois" (Luiza).

Esses registros indicam que os estudantes não apenas navegaram pela plataforma, mas passaram a utilizar conscientemente os resultados da pesquisa como suporte para compreender e resolver a situação investigada, atendendo ao objetivo central desta segunda aula: reconhecer problemas análogos e identificar elementos matemáticos pertinentes à resolução da situação problema inicial.

Por fim, na visão do pesquisador, conforme suas notas de campo, observou-se que o GeoGebra foi um meio mediacional que extrapola a simples visualização de conceitos. A manipulação de figuras, a exploração de pistas, a seleção e análise de problemas semelhantes à situação inicial geraram oportunidades de aprendizagem investigativa e contextualizada. Essa experiência mostra como o uso planejado de ferramentas tecnológicas pode promover uma aproximação mais concreta e significativa entre o estudante e o objeto matemático em estudo.

4.3 Terceira aula: Pesquisa orientada no Google

A terceira aula da sequência didática foi realizada no laboratório de informática, mantendo as duplas formadas nas aulas anteriores. Os estudantes portavam os materiais produzidos nas etapas anteriores: as anotações realizadas no impresso da primeira aula e os e-mails com *prints* e observações referentes à pesquisa realizada no GeoGebra na segunda aula.

O conteúdo central desta aula é o Teorema de Pitágoras e os conceitos prévios mobilizados incluem navegação na internet, uso do site Google, envio de e-mails, além do reconhecimento de triângulos retângulos e da semelhança entre triângulos. O objetivo é que os estudantes reconheçam que a situação problema proposta inicialmente pode ser resolvida por meio da aplicação do Teorema de Pitágoras.

A atividade foi conduzida por meio de uma pesquisa orientada no Google, em que os estudantes buscaram palavras-chave identificadas na aula anterior, como "Teorema de Pitágoras", "triângulo retângulo", "geometria" e "problemas". O uso do Google como ambiente de pesquisa propiciou o desenvolvimento de habilidades associadas à busca autônoma por informações, aspecto destacado por Kaleff (2011), que aponta a importância das tecnologias na ampliação do acesso ao conhecimento. Além disso, Pocinho e Gaspar (2012) ressaltam que a mediação do professor é fundamental para que os estudantes aprendam a pesquisar com intencionalidade e senso crítico.

Foi nessa aula que muitos estudantes fizeram a descoberta formal do Teorema de Pitágoras. Ao pesquisar os termos, eles encontraram definições, imagens, vídeos e exercícios resolvidos que evidenciavam a relação entre os lados de um triângulo retângulo.

De acordo com Kenski (2015), a integração das tecnologias digitais à educação não se limita ao uso de equipamentos, mas envolve repensar práticas, papéis e relações. Neste caso, a utilização do Google como ferramenta de busca permitiu não apenas o acesso à informação, mas a ressignificação dos conceitos, à medida que os estudantes interpretavam, comparavam e relacionavam diferentes fontes com a situação concreta que estudavam. Essa abordagem aproxima-se da proposta de uma Educação Matemática Crítica, defendida por Ceolim e Hermann (2012), na qual o conhecimento matemático é compreendido como construção social, situada e reflexiva.

Com o objetivo de compreender como os estudantes construíram o conceito do Teorema de Pitágoras a partir da pesquisa orientada no Google, os dados produzidos nesta aula foram organizados e analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), as fontes de dados incluíram as notas de campo do pesquisador, os *prints* das pesquisas realizadas pelas duplas, os comentários escritos pelos estudantes e as anotações feitas no material impresso iniciado na primeira aula. A partir desse processo analítico, emergiram categorias, conforme o Quadro 13, que permitem interpretar as estratégias de pesquisa, os indícios de apropriação conceitual e a articulação entre teoria matemática e a situação problema inicial.

Quadro 13 – Categorias analíticas da terceira aula da sequência didática

Categoria	Subcategorias
Estratégias de Pesquisa Utilizadas Pelos Estudantes	Uso inicial de palavras-chave; Refinamento das buscas; Tentativas e erros; Busca por definições; Busca por imagens e demonstrações.
Apropriação Conceitual do Teorema de Pitágoras	Identificação da fórmula; Reconhecimento dos elementos do triângulo; Uso de material concreto; Explicações entre pares; Tentativas de definição conceitual.
Relação Entre Teoria Pesquisada e Situação Problema Inicial	Reconhecimento da aplicabilidade; Comparação com a rampa; Transferência de conhecimento.
Uso da Linguagem Matemática	Uso inicial do vocabulário; Ajustes conceituais; Articulação entre linguagens; Progressão na precisão dos termos.

Fonte: Próprio autor (2025).

Tal processo pode ser observado nas ações desenvolvidas pelos estudantes durante a pesquisa orientada, como a comparação entre diferentes definições do Teorema de Pitágoras encontradas em sites distintos, a análise de imagens, demonstrações geométricas para compreender o significado dos termos "catetos" e "hipotenusa" e o retorno ao material impresso da primeira aula para registrar novas interpretações sobre a situação problema das rampas. Esses movimentos indicam que os estudantes não se limitaram a copiar informações, mas buscaram interpretá-las e relacioná-las ao contexto investigado, evidenciando a construção ativa e situada do conhecimento matemático.

4.3.1 Categoria 1: Estratégias de pesquisa utilizadas pelos estudantes

Esta categoria refere-se às formas pelas quais os estudantes conduziram suas buscas no Google, ajustando termos, explorando diferentes fontes e refinando progressivamente suas estratégias de pesquisa.

As notas de campo registram que, inicialmente, os estudantes utilizaram palavras-chave amplas, como "Teorema de Pitágoras" e "triângulo retângulo". À medida que avançavam, passaram a refinar as buscas, evidenciando um processo de tentativa e erro. Um episódio recorrente foi a pesquisa do termo “cateto”, que resultou na exibição de imagens de um animal denominado “catitu”. Diante desse resultado, uma estudante comentou: “Não é isso, está aparecendo um bicho” (Clara). Após orientação do professor, que questionou a precisão do termo utilizado, os estudantes ajustaram a busca para “catetos”, conseguindo acessar conteúdos matemáticos pertinentes. Outro estudante afirmou: “Tem que escrever certinho, senão aparece outra coisa” (Fabrício).

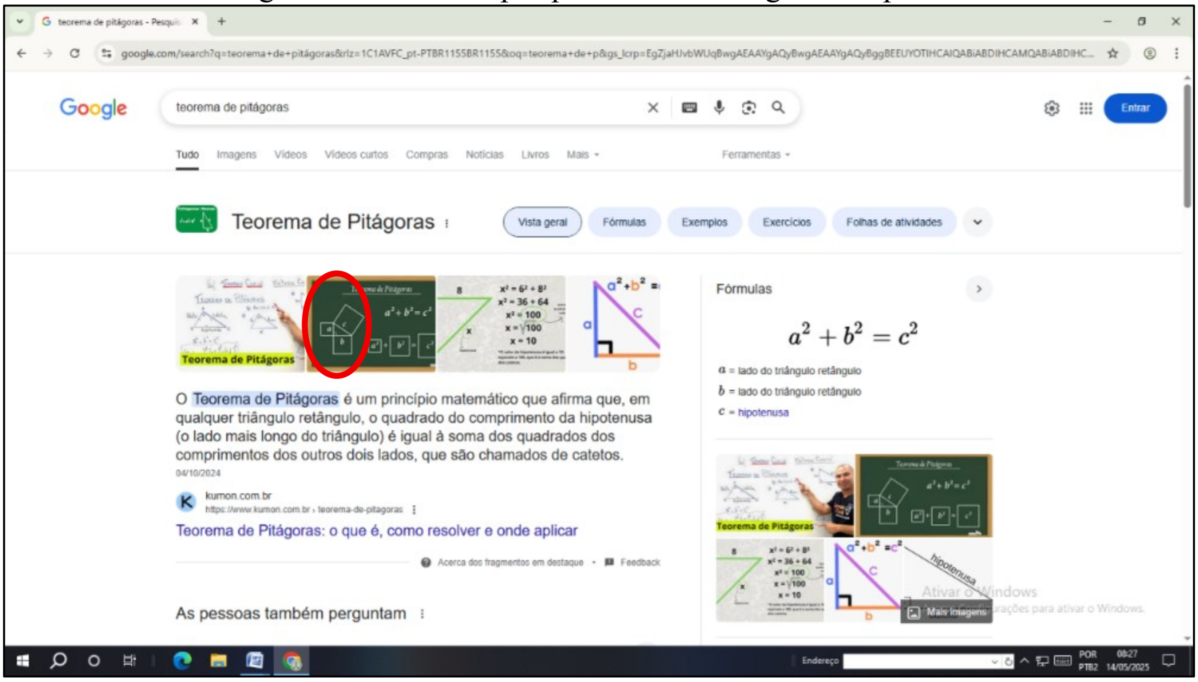
Esse movimento evidencia o desenvolvimento de habilidades relacionadas à pesquisa orientada e ao uso crítico das tecnologias digitais, conforme apontam Pocinho e Gaspar (2012), ao destacarem o papel da mediação docente na construção de estratégias de busca intencionais.

A Figura 24 a seguir mostra que os estudantes encontraram a explicação do que é o Teorema de Pitágoras e até mesmo sua demonstração geométrica, como a citada na subseção 2.5.2 na Figura 7. Vale ressaltar que os discentes, de acordo com as notas de campo do pesquisador, discutiram entre as duplas e entre toda a turma a demonstração geométrica do teorema, comentando que, quando se fala quadrado do cateto e quadrado da hipotenusa, significa a projeção destes lados do triângulo e suas respectivas áreas.

Essa interpretação é sustentada por falas registradas nas notas de campo durante a discussão coletiva. Ao observar a demonstração geométrica, um estudante afirmou: “Esse quadrado aqui é do lado, não é o número” (Gustavo), enquanto outro completou: “É como se cada lado virasse um quadrado” (Ana). Em outro momento, ao comparar os quadrados construídos sobre os lados do triângulo, uma estudante comentou: “A soma desses dois dá o maior” (Luiza), mostrando que os discentes passaram a associar a relação algébrica do teorema à representação geométrica apresentada.

De acordo com a Figura 24, mais precisamente no desenho destacado pelo círculo em vermelho, os estudantes conseguiram visualizar a demonstração do Teorema de Pitágoras e encontraram também seu conceito, mas perceberam que era necessário entender a demonstração e os termos matemáticos encontrados. O quadrado do comprimento da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos comprimentos dos outros dois lados, que são chamados de catetos. Neste momento surgem os termos hipotenusa e catetos que serão importantes na definição do teorema em aulas posteriores, bem como na construção dos significados relacionados à solução do problema inicial.

Figura 24 – *Print* da pesquisa no site Google da dupla 09



Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 24: A figura apresenta uma captura de tela de uma pesquisa realizada no site Google em um navegador de internet. Na parte superior observa-se a barra de endereço e, logo abaixo, o campo de busca contendo o termo “teorema de pitágoras”. Abaixo do campo de pesquisa aparecem as abas de navegação como “Todas”, “Imagens”, “Vídeos”, “Vídeos curtos”, “Shopping”, “Notícias”, “Livros” e “Mais”. Na área central da página é exibido um painel informativo com o título “Teorema de Pitágoras”, acompanhado de imagens ilustrativas de triângulos retângulos e da fórmula matemática $a^2 + b^2 = c^2$, apresentada em destaque. Ao lado direito há um quadro com a expressão algébrica da fórmula e a identificação dos termos como catetos e hipotenusa. Abaixo do painel aparecem resultados de busca em formato de links, com títulos, pequenos trechos explicativos e miniaturas de imagens relacionadas ao conteúdo. A organização visual evidencia a consulta realizada pela dupla 09 em um mecanismo de busca na internet para obter informações sobre o Teorema de Pitágoras.

Sob a perspectiva de Kenski (2015), a tecnologia digital assume um papel pedagógico relevante quando possibilita ao estudante reorganizar práticas e relações com o conhecimento, superando o uso instrumental das ferramentas. No contexto desta aula, o Google não foi utilizado apenas como um meio de acesso à informação, mas como um ambiente de investigação mediado, no qual os estudantes precisaram analisar resultados, ajustar estratégias de busca e validar conteúdos encontrados. A atuação do professor, ao orientar os termos pesquisados e instigar reflexões sobre a precisão das palavras utilizadas, configura-se como uma mediação intencional, conforme defendem Pocinho e Gaspar (2012), ao destacarem que a pesquisa orientada favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual dos estudantes.

Além disso, as discussões em torno da demonstração geométrica do Teorema de Pitágoras evidenciam um processo de construção conceitual mediado pela linguagem e interação social. De acordo com Vygotsky (2000), o desenvolvimento dos conceitos científicos ocorre inicialmente no plano interpsicológico, por meio do diálogo e da negociação de significados, para posteriormente ser internalizado pelo sujeito. Ao interpretarem coletivamente a relação entre os quadrados construídos sobre os lados do triângulo e a expressão algébrica do teorema, os estudantes mobilizaram conhecimentos prévios e atribuíram sentido aos novos termos matemáticos, caracterizando um processo de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), no qual a compreensão precede a formalização e a memorização dos conceitos.

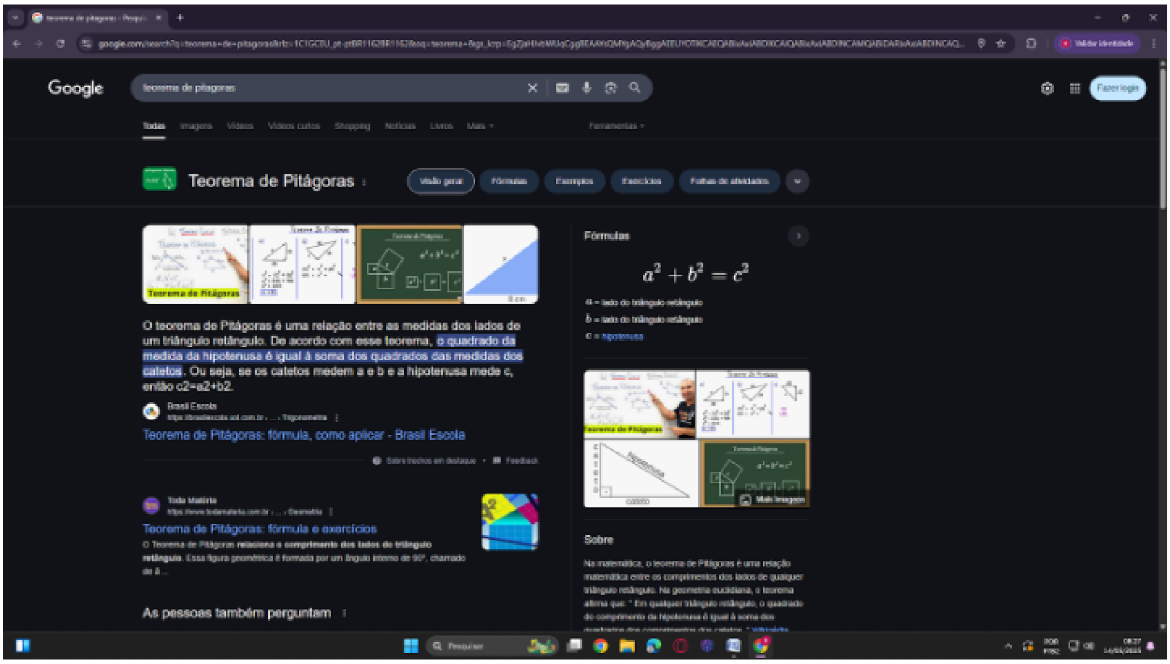
4.3.2 Categoria 2: Apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras

Esta categoria contempla os indícios iniciais de compreensão do Teorema de Pitágoras, observados a partir do reconhecimento da fórmula, da identificação de seus elementos e das tentativas de explicação do conceito com palavras próprias.

Ao encontrarem a expressão matemática $a^2 + b^2 = c^2$, o estudante Fabrício verbalizou: “Agora eu entendi! É isso que temos que usar para fazer a rampa!”, associando a fórmula à situação problema inicial. Na Figura 25, correspondente ao *print* da pesquisa da dupla 11, os estudantes destacaram a frase “o quadrado da medida da hipotenusa é igual à soma dos quadrados das medidas dos catetos” e tentaram explicar o significado de cada termo. Segundo as notas de campo do pesquisador, uma estudante afirmou: “A rampa é a hipotenusa porque é o lado maior” (Ana), enquanto o colega complementou: “Os catetos são o chão e a altura” (Fabrício).

Ao observar a Figura 25, percebe-se que os estudantes demonstraram que estão se apropriando dos conceitos de cateto e de hipotenusa, o que é essencial para o entendimento do conceito e da aplicação do Teorema de Pitágoras, apesar de ainda não escreverem a definição matematicamente adequada. A estudante Clara utilizou uma régua de madeira do professor em formato de triângulo retângulo para explicar aos colegas onde estavam localizados os catetos e a hipotenusa, demonstrando uma evolução da apropriação do conceito de maneira concreta e visual.

Figura 25 – *Print* da pesquisa no site Google da dupla 11



A hipotenusa e os catetos, os catetos sao os dois lados menores que formam o angulo reto (90 graus) enquanto o lado maior e chamado de hipotenusa.

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 25: A figura apresenta uma captura de tela de uma pesquisa realizada no site Google, exibida em modo de tema escuro no navegador de internet. Na parte superior observa-se a barra de endereço e, logo abaixo, o campo de busca contendo o termo “teorema de pitágoras”. Abaixo do campo aparecem as abas de navegação como “Todas”, “Imagens”, “Vídeos”, “Vídeos curtos”, “Shopping” e outras opções. Na área central da página é exibido um painel informativo com o título “Teorema de Pitágoras”, acompanhado de imagens ilustrativas de triângulos retângulos e da fórmula matemática $a^2 + b^2 = c^2$ apresentada em destaque. À direita do painel aparece a expressão algébrica da fórmula com a identificação das variáveis. Abaixo encontram-se resultados de busca organizados em links com títulos, pequenos trechos explicativos e miniaturas de imagens relacionadas ao tema. Na parte inferior da imagem há um comentário digitado pela dupla 11, no qual os estudantes explicam que os catetos são os dois lados menores que formam o ângulo reto de 90 graus e que o lado maior é denominado hipotenusa. A organização visual evidencia a consulta realizada na internet e o registro escrito da compreensão conceitual elaborada pelos estudantes.

Os dados mostram que a apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras, nesta etapa da sequência didática, ocorre de forma inicial e progressiva, marcada mais pelo reconhecimento dos elementos e de suas relações do que pela formulação rigorosa do conceito matemático. Conforme aponta Ausubel (2003), a aprendizagem significativa não se dá de maneira imediata, mas por meio da ancoragem de novas informações em estruturas cognitivas já existentes. Nesse sentido, ao associarem a fórmula à situação problema da rampa, os estudantes demonstraram compreender a funcionalidade do teorema antes mesmo de dominar sua definição formal.

Observa-se também que os estudantes recorrem à linguagem cotidiana para explicar os conceitos de cateto e hipotenusa, utilizando expressões como “lado maior”, “chão” e “altura”, o que reforça o caráter transitório da compreensão conceitual nesse momento. De acordo com Vygotsky (2000), esse movimento é esperado no processo de formação de conceitos científicos, uma vez que o estudante transita entre conceitos espontâneos e conceitos sistematizados. Assim, ainda que as explicações apresentadas não sejam matematicamente rigorosas, elas revelam esforços de atribuição de significado e indicam que os estudantes estão se apropriando gradualmente do vocabulário e das relações próprias da matemática escolar.

A utilização de diferentes representações – algébrica, verbal, geométrica e concreta – mostrou-se fundamental para o avanço da compreensão do Teorema de Pitágoras. A ação da estudante ao utilizar uma régua de madeira em formato de triângulo retângulo para explicar os conceitos evidencia a importância do suporte visual e manipulável na construção do significado matemático. Segundo Kenski (2015), a aprendizagem se potencializa quando o estudante é incentivado a transitar entre diferentes linguagens e formas de representação, ampliando suas possibilidades de compreensão e reflexão sobre o objeto de estudo.

As interações estabelecidas entre os estudantes, tanto em duplas quanto no coletivo da turma, contribuíram para a compreensão inicial dos conceitos envolvidos no teorema. Ao explicarem uns aos outros suas interpretações, os estudantes assumiram um papel ativo no processo de aprendizagem, característica fundamental da perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000). Nesse contexto, a mediação do professor, ao incentivar a verbalização, o uso de materiais concretos e a retomada da situação problema, mostrou-se essencial para orientar o processo de construção conceitual, conforme destacam Pocinho e Gaspar (2012) ao tratarem da importância da mediação pedagógica em atividades investigativas.

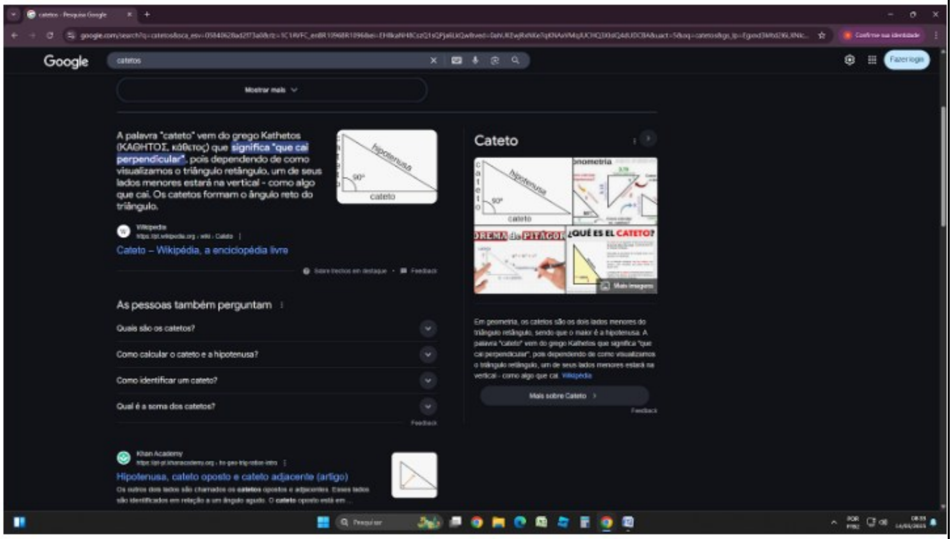
Por fim, a referência à situação problema da rampa evidencia que a apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras não ocorreu de maneira descontextualizada. Ao relacionarem a fórmula, os elementos do triângulo e as representações geométricas à necessidade de calcular medidas reais, os estudantes atribuíram sentido ao conhecimento matemático construído. Tal articulação reforça a compreensão do teorema como uma ferramenta para interpretar e resolver problemas concretos, aproximando-se da concepção de Educação Matemática Crítica defendida por Ceolim e Hermann (2012), na qual o conhecimento matemático é compreendido como socialmente situado e funcional.

4.3.3 Categoria 3: Relação entre teoria pesquisada e situação problema inicial

Esta categoria evidencia como os estudantes passaram a articular os conteúdos pesquisados com a situação problema das rampas apresentada na primeira aula da sequência didática.

A Figura 26, referente à pesquisa da dupla 06, mostra que os estudantes destacaram a expressão “que cai perpendicular” ao pesquisarem o significado de catetos. Durante a discussão, um estudante afirmou: “O chão e a parede fazem o ângulo reto” (Luís); enquanto outro completou: “A rampa fica inclinada, então ela é a hipotenusa” (Felipe). Em seus registros, a dupla concluiu que essas descobertas auxiliariam diretamente na resolução da situação problema inicial.

Figura 26 – *Print* da pesquisa no site Google da dupla 06



O triangolo tem dois catetus e uma hipotenusa e tudo parece uma rampa e isso ajudara no problema .

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 26: A figura apresenta uma captura de tela de uma pesquisa realizada no site Google. Na parte superior observa-se a barra de endereço do navegador e, logo abaixo, o campo de busca contendo o termo “cateto”. Abaixo do campo aparecem as abas de navegação, como “Todas”, “Imagens” e outras opções disponíveis na plataforma. Na área central da página é exibido um painel informativo com o título “Cateto”, acompanhado de um pequeno esquema gráfico de um triângulo retângulo, no qual os lados estão identificados, destacando-se os catetos e a hipotenusa. O texto explicativo define cateto como cada um dos dois lados que formam o ângulo reto em um triângulo retângulo. À direita do painel aparecem imagens ilustrativas relacionadas ao tema, incluindo representações de triângulos retângulos com seus lados nomeados, reforçando visualmente o conceito apresentado. Abaixo do painel informativo encontram-se resultados de busca organizados em links, contendo títulos, breves descrições e, em alguns casos, pequenas imagens associadas ao conteúdo pesquisado. Na parte inferior da imagem há um comentário digitado pela dupla 06, no qual os estudantes afirmam que o triângulo possui dois catetos e uma hipotenusa e o comparam a uma rampa, indicando que essa compreensão poderia auxiliar na resolução do problema proposto. A organização visual da figura evidencia a consulta realizada na internet e o registro escrito da interpretação conceitual elaborada pelos estudantes a partir da pesquisa.

Os registros produzidos pelos estudantes indicam que a relação entre teoria e situação problema não se deu de maneira mecânica, mas por meio de um processo de interpretação e adaptação dos conceitos matemáticos ao contexto investigado. Ao identificarem os elementos do triângulo retângulo na estrutura física da rampa, os estudantes passaram a compreender o Teorema de Pitágoras como um instrumento para analisar uma situação concreta, superando a ideia de um conteúdo abstrato e descontextualizado. Esse movimento reforça a compreensão da matemática como um conhecimento aplicado e funcional, construído a partir de necessidades reais.

A capacidade de transferir os conhecimentos pesquisados para a situação problema inicial evidencia um avanço cognitivo importante no processo de aprendizagem. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa se consolida quando o estudante consegue utilizar conceitos recém-adquiridos em novos contextos, estabelecendo relações não arbitrárias entre o conteúdo e a realidade vivenciada. No caso desta aula, ao relacionarem os termos "catetos" e "hipotenusa" aos elementos físicos da rampa, os estudantes demonstraram que os conhecimentos teóricos passaram a integrar sua estrutura cognitiva de forma funcional.

A mediação do professor desempenhou papel na articulação entre os conteúdos pesquisados e a situação problema, ao incentivar os estudantes a retomarem constantemente o contexto inicial da sequência didática. Conforme destacam Pocinho e Gaspar (2012), a mediação pedagógica é essencial para orientar o uso das tecnologias digitais de forma intencional, evitando que a pesquisa se limite à coleta de informações desconectadas dos objetivos de aprendizagem. Nesse sentido, as intervenções realizadas favoreceram a reflexão dos estudantes sobre como os conceitos matemáticos poderiam ser utilizados para compreender e resolver o problema proposto.

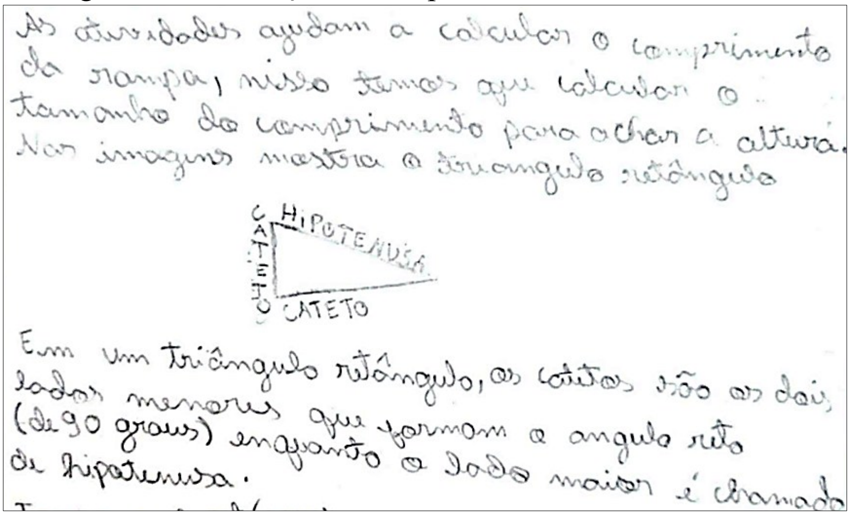
A articulação entre teoria e situação problema também aproxima a prática pedagógica desenvolvida da perspectiva da Educação Matemática Crítica. De acordo com Ceolim e Hermann (2012), o ensino de matemática deve possibilitar ao estudante compreender e interpretar situações do cotidiano, utilizando o conhecimento matemático como ferramenta de análise da realidade. Ao relacionarem o Teorema de Pitágoras à construção de rampas – elemento diretamente ligado à acessibilidade e à inclusão – os estudantes atribuíram significado social ao conteúdo estudado, ampliando sua compreensão para além do âmbito puramente escolar.

4.3.4 Categoria 4: Uso da linguagem matemática

Após o momento da pesquisa, os estudantes retornaram ao material impresso iniciado na primeira aula e realizaram novas anotações como apresentado na Figura 27. As anotações das estudantes Ana e Karla evidenciam o uso progressivo de termos matemáticos como "cateto", "hipotenusa" e "triângulo retângulo", associados à situação das rampas.

As anotações das estudantes expressam o que foi assimilado nas aulas anteriores e nesta terceira aula, na qual foi útil para a compreensão de que a situação problema das rampas envolvia diretamente os conceitos de catetos e hipotenusa, dando uma base para a construção do conceito do Teorema de Pitágoras na aula subsequente.

Figura 27 – Anotações feitas pelas estudantes Ana e Karla



Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 27: A figura apresenta uma fotografia de uma folha de papel contendo anotações manuscritas realizadas pelas estudantes Ana e Karla. O registro é feito a lápis, com escrita cursiva distribuída ao longo da parte superior e inferior da página. Na parte superior do papel, as estudantes escrevem um comentário explicando que as atividades ajudam a calcular o comprimento da rampa. A escrita apresenta traços leves e algumas palavras parcialmente sobrepostas, características de anotações feitas manualmente durante a atividade. No centro da folha há um desenho de um triângulo retângulo feito à mão. O triângulo está posicionado com a base horizontal e um dos lados formando o ângulo reto. Os lados estão identificados com as palavras "cateto" na base, "cateto" no lado vertical e "hipotenusa" no lado inclinado, que representa o maior lado do triângulo. As legendas estão escritas próximas a cada segmento, indicando visualmente a função de cada lado na figura. Na parte inferior da página, as estudantes registram a definição conceitual, afirmando que, em um triângulo retângulo, os catetos são os dois lados menores que formam o ângulo reto de 90 graus, enquanto o lado maior é denominado hipotenusa. A organização visual da figura evidencia o processo de construção do conhecimento pelas estudantes, combinando explicação escrita e representação gráfica para demonstrar a compreensão dos elementos do triângulo retângulo e sua aplicação ao problema proposto.

Ainda que as definições não estejam formalizadas matematicamente, os registros indicam a incorporação inicial do vocabulário matemático como ferramenta para compreender o problema. À luz da perspectiva de Vygotsky (2000), compreende-se que a linguagem científica não é mero reflexo do pensamento já consolidado, mas elemento constitutivo do próprio processo de formação conceitual. Nesse sentido, o uso ainda discreto dos termos matemáticos não representam fragilidade, mas sinaliza um movimento de transição do pensamento espontâneo para formas mais sistematizadas de compreensão.

A análise das categorias evidencia que a terceira aula possibilitou aos estudantes avançarem na exploração contextual para o início da apropriação conceitual do Teorema de Pitágoras. As estratégias de pesquisa, as discussões entre pares, o uso progressivo da linguagem matemática e a articulação entre teoria e situação problema indicam um processo de aprendizagem investigativa e mediada.

Observou-se a passagem de descrições predominantemente intuitivas para tentativas de explicação de relações entre as medidas dos lados do triângulo. Esse movimento indica que a linguagem começou a assumir função organizadora do raciocínio, permitindo que os estudantes articulassem procedimentos empíricos às primeiras generalizações.

Assim como observado na aula anterior, o uso intencional da tecnologia, aliado à mediação do professor, favoreceu a construção gradual de significados, preparando os estudantes para a sistematização conceitual que foi desenvolvida na aula subsequente.

4.4 Quarta aula: Construção do conceito e aplicação

Para a análise dos dados produzidos na quarta aula da sequência didática, optou-se pela Análise do Discurso (Bardin, 2016). Essa escolha justifica-se pelo objetivo específico desta etapa, que consiste em compreender como os estudantes constroem, negociam e sistematizam coletivamente o conceito do Teorema de Pitágoras por meio da linguagem, das interações e das práticas discursivas em sala de aula.

De acordo com Bardin (2016), a Análise do Discurso volta-se menos para a classificação temática dos enunciados e mais para os processos de produção de sentido, considerando o discurso como um todo articulado, situado em um contexto social e histórico específico. Nessa perspectiva, interessa compreender não apenas o que é dito, mas como os sujeitos se posicionam, reformulam ideias, utilizam diferentes registros linguísticos e constroem significados ao longo das interações.

Assim, na quarta aula, o foco da análise recai sobre as sequências discursivas produzidas pelos estudantes e mediadas pelo professor durante a construção coletiva do conceito e aplicação do Teorema de Pitágoras à situação problema. As falas, os registros escritos e as explicações orais são analisadas como unidades discursivas, buscando identificar deslocamentos conceituais, negociações de sentido e a progressiva apropriação da linguagem matemática, em consonância com a compreensão de que o discurso é constitutivo do processo de aprendizagem.

Nesta aula da sequência didática, o foco é a construção coletiva do conceito e da aplicação do Teorema de Pitágoras na resolução da situação problema inicial. Os conteúdos abordados envolvem o próprio teorema, com base nos conhecimentos prévios de triângulos retângulos e semelhança entre triângulos.

O objetivo principal da aula é possibilitar que os estudantes construam o conceito do Teorema de Pitágoras e o apliquem, tanto na resolução da situação problema proposta desde a primeira aula, quanto em outras atividades relacionadas.

Para isso, o professor organizou os materiais produzidos pelos estudantes nas aulas anteriores e os redistribuiu às respectivas duplas. Em seguida, formou-se grupos de seis estudantes (três duplas por grupo), com o objetivo de promover a troca de ideias e a comparação das diferentes compreensões construídas na sequência didática até o momento. Nesse trabalho colaborativo, cada dupla apresentou aos colegas o que havia compreendido sobre o Teorema de Pitágoras, seus elementos e possíveis formas de aplicação à situação problema inicial. A análise da aplicabilidade do teorema foi estabelecida quando os grupos retomaram o problema das rampas e discutiram coletivamente de que maneira os conceitos identificados – catetos e hipotenusa – poderiam ser associados às medidas reais envolvidas. Assim, o trabalho em grupo favoreceu a construção do conceito a partir do confronto de ideias e da articulação entre o conhecimento teórico pesquisado e sua utilização prática no contexto do problema proposto.

A mediação do professor foi central nesse processo. Conforme aponta Vygotsky (2000), a aprendizagem ocorre primeiro em um plano interpsicológico – nas interações sociais – e, posteriormente, é internalizada no plano intrapsicológico. Durante as discussões, foram verbalizadas ideias, como a identificação da hipotenusa enquanto lado inclinado da rampa e a constatação dos catetos representando a altura do palco e a projeção horizontal no chão, bem como diferentes tentativas de explicação da relação entre os lados do triângulo retângulo. Essas ideias, ainda que inicialmente expressadas em linguagem informal, foram aproveitadas no processo de construção coletiva do conceito.

Algumas dificuldades observadas estiveram relacionadas à precisão da linguagem matemática e à compreensão do significado das expressões “ao quadrado” ou “elevado a dois”. Tais dificuldades foram sanadas por meio da mediação docente, que retomou as falas dos estudantes, promoveu comparações entre as explicações e explicitou que, apesar das diferenças na forma de expressão, os grupos estavam se referindo à mesma relação matemática. Ao final desse processo, os estudantes chegaram a uma formulação conceitualmente correta do Teorema de Pitágoras, demonstrando compreensão tanto dos termos envolvidos quanto de sua aplicação à situação problema.

A organização coletiva do conteúdo permite identificar que o conhecimento é construído em articulação com a prática social e a vivência dos estudantes, conforme ensina Zabala (1998). A regularidade observada no Teorema de Pitágoras foi validada por meio de diferentes estratégias, como a comparação entre as diversas representações construídas pelos grupos, a confrontação das explicações verbais com os registros escritos e a aplicação do teorema em situações concretas, especialmente na resolução do problema das rampas. Ao verificarem que a relação entre os lados do triângulo retângulo se mantinha constante em diferentes exemplos e formas de representação, os estudantes puderam reconhecer o teorema não como uma regra isolada, mas como uma regularidade matemática construída e confirmada coletivamente ao longo das atividades.

Com base nos materiais produzidos nas aulas anteriores – incluindo as anotações das duplas, os *prints* das atividades realizadas no GeoGebra e os registros das pesquisas orientadas no Google – os estudantes foram incentivados a retomar suas descobertas e as apresentaram aos colegas nos grupos formados. O professor acompanhou esse processo de forma ativa, circulando entre os grupos, ouvindo as explicações e intervindo por meio de questionamentos que incentivavam a reflexão, como: "Como vocês chegaram a essa conclusão?" e "Isso vale para qualquer triângulo retângulo ou só para este caso?".

O debate ocorreu a partir da exposição das diferentes interpretações construídas pelas duplas, que foram comparadas, questionadas e ajustadas coletivamente. Em um dos grupos, ao surgir divergência sobre qual lado representava a hipotenusa, o professor retomou a discussão perguntando: "Onde está o ângulo reto nessa figura?". A partir dessa intervenção, os estudantes reconheceram que a hipotenusa é o lado oposto ao ângulo reto, reorganizando suas explicações e estabelecendo a relação entre a identificação do ângulo reto e a determinação correta dos elementos do triângulo. Esse movimento indicou um avanço na compreensão das propriedades do triângulo retângulo e na precisão da linguagem utilizada pelos estudantes.

A síntese foi construída com apoio do professor, que retomou as ideias recorrentes apresentadas pelos grupos e as organizou no quadro, orientando a formulação coletiva do conceito sem desconsiderar as diferentes formas de expressão utilizadas pelos estudantes. Esse processo configurou um espaço dialógico e reflexivo de construção do conhecimento, em consonância com o princípio de mediação defendido por Vygotsky (2000) e apresentado por

Oliveira (2002), segundo o qual a aprendizagem ocorre em contextos sociais mediados por instrumentos culturais e pela atuação do professor como agente intencional do desenvolvimento.

Ao promover a sistematização coletiva do teorema, o professor cumpriu o papel de mediador do conhecimento (Brito; Purificação, 2015), agindo conforme o que Pocinho e Gaspar (2012) denominam de planejador crítico e facilitador da aprendizagem: ele reorganiza o conhecimento a partir das experiências dos estudantes, favorecendo a aprendizagem ativa.

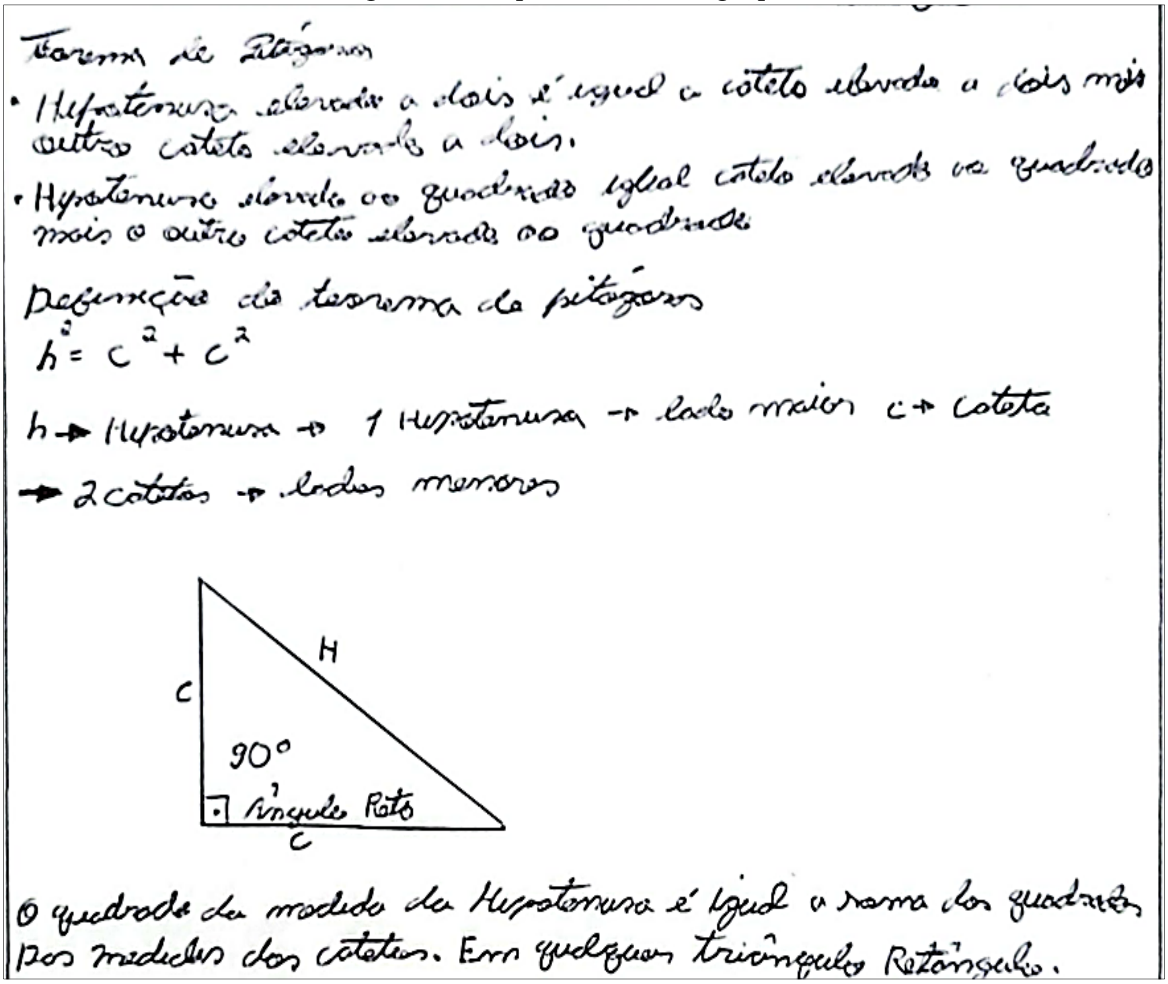
Durante o debate e a exposição de ideias pelos estudantes, os grupos apresentaram verbalmente suas conclusões sobre o Teorema de Pitágoras. À medida que os alunos expressavam suas interpretações, o professor registrava no quadro os termos e as formulações sugeridas, retomando conceitos como catetos, hipotenusa e Teorema de Pitágoras, discutindo assim coletivamente seus significados. Esse movimento de escuta, registro e reorganização possibilitou a construção conjunta do conceito. Ao final da discussão, as contribuições dos grupos convergiram para três enunciados semelhantes, que sintetizavam o conceito do teorema. Os grupos registraram essas formulações na quinta folha do Apêndice A e elaboraram uma representação do triângulo retângulo com seus elementos, como mostra a Figura 28, que apresenta um recorte das anotações do grupo 02.

Conforme a Figura 28, o conceito do Teorema de Pitágoras foi escrito com três frases distintas:

- Hipotenusa elevado a dois é igual a cateto elevado a dois mais outro cateto elevado a dois;
- Hipotenusa elevado ao quadrado igual cateto elevado ao quadrado mais outro cateto elevado ao quadrado;
- O quadrado da medida da hipotenusa é igual a soma dos quadrados das medidas dos catetos, em qualquer triângulo retângulo.

A elaboração coletiva das três formulações do Teorema de Pitágoras revela um movimento discursivo marcado por reformulações e ajustes linguísticos, no qual os estudantes buscaram diferentes maneiras de expressar uma mesma relação matemática. As expressões “elevado a dois”, “elevado ao quadrado” e “o quadrado da medida” indicam a coexistência de registros linguísticos distintos que, embora semanticamente equivalentes, refletem uma variação de apropriação da linguagem matemática formal. Conforme Bardin (2016), essas reformulações discursivas evidenciam processos de construção de sentido, nos quais o significado se estabiliza progressivamente por meio do diálogo e da validação coletiva.

Figura 28 – Apresentação do grupo 02


Teorema de Pitágoras

• Hipotenusa elevado a dois é igual a cateto elevado a dois mais outro cateto elevado a dois.

• Hipotenusa elevado ao quadrado igual cateto elevado ao quadrado mais o outro cateto elevado ao quadrado

Definição do teorema de pitágoras

$h^2 = c^2 + c^2$

h → Hipotenusa → 1 Hipotenusa → lado maior c → cateto

→ 2 catetos → lados menores

O quadrado da medida da Hipotenusa é igual a soma dos quadrados das medidas dos catetos. Em qualquer triângulo Retângulo.

Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 28: A figura apresenta uma fotografia de uma folha de papel contendo anotações manuscritas referentes à apresentação do grupo 02. O texto está escrito à mão, em letra cursiva, ocupando a parte superior e central da página. Na parte superior, os estudantes registram explicações sobre o Teorema de Pitágoras, descrevendo que a hipotenusa é o lado maior do triângulo retângulo e que os catetos correspondem aos lados menores. Em seguida, apresentam a fórmula matemática do teorema, escrita como “$h^2 = c^2 + c^2$”, indicando a relação entre os quadrados dos lados do triângulo. Também aparecem observações identificando a hipotenusa como “lado maior” e os catetos como “lados menores”. Na parte inferior da folha há um desenho de um triângulo retângulo feito à mão. O triângulo está representado com a base horizontal e um lado vertical formando o ângulo de 90°, indicado pela marcação do ângulo reto e pela anotação “ângulo reto”. O lado inclinado está identificado com a letra “H”, representando a hipotenusa, enquanto os outros dois lados estão marcados com a letra “C”, indicando os catetos. Abaixo do desenho, há uma frase conclusiva afirmando que o quadrado da medida da hipotenusa é igual à soma dos quadrados das medidas dos catetos, destacando que essa relação é válida para qualquer triângulo retângulo. A organização visual da figura evidencia o registro escrito da explicação apresentada pelo grupo, combinando definição conceitual, expressão algébrica e representação geométrica para demonstrar a compreensão do Teorema de Pitágoras.

De acordo com as notas de campo do pesquisador, a elaboração destas três frases se deu colaborativamente, utilizando os debates dos grupos e a formulação dos alunos para uma escrita final do conceito. O professor mediou o processo da escrita do conceito do Teorema de Pitágoras, mostrando aos alunos que a diferença na sua escrita não modifica o seu fundamento. Os alunos anotaram também o que são hipotenusa e catetos em um triângulo retângulo, definindo a hipotenusa como o lado maior do triângulo e os catetos os lados menores que formam a figura em estudo.

A intervenção do professor, ao explicitar que as diferentes formas de escrita não alteravam o fundamento do teorema, atuou como elemento de padronização discursiva. Esse movimento evidencia o papel da mediação docente na validação dos enunciados produzidos pelos estudantes, favorecendo a transição do discurso cotidiano para um discurso matemático mais sistematizado. De acordo com Bardin (2016), o discurso do mediador contribui para orientar os sentidos possíveis, delimitando interpretações e consolidando significados socialmente compartilhados no contexto escolar.

A colaboração entre os colegas, de acordo com as anotações de campo, manifestou-se por meio de trocas constantes de ideias, checagem de cálculos e discussão sobre estratégias de resolução. Durante o trabalho em grupo os estudantes verbalizaram explicações como: "Se esse lado é o cateto, então a rampa tem que ser a hipotenusa" (Iago) e "Primeiro a gente calcula a altura, depois usa o teorema" (Julia), evidenciando a construção coletiva do raciocínio matemático. A mediação do professor foi essencial para instigar os estudantes a justificar e validar seus procedimentos, por meio de intervenções como: "Por que vocês escolheram esse lado como hipotenusa?", "Essa conta representa o quê na situação da rampa?" e "Esse resultado faz sentido com o desenho que vocês fizeram?". Essas intervenções favoreceram a explicitação do raciocínio e a validação coletiva das estratégias utilizadas, contribuindo para que os estudantes revisassem cálculos, ajustassem interpretações e consolidassem a compreensão do conteúdo.

Cabe destacar que, nesse contexto, a evidência de aprendizagem não se limita à obtenção de um resultado numérico correto – tarefa que poderia ser realizada por uma calculadora –, mas se manifesta, sobretudo, na capacidade dos estudantes de explicitar, justificar e organizar seu próprio raciocínio. A fala da estudante Julia, descrita anteriormente, revela um movimento de antecipação e planejamento das etapas de resolução, caracterizando um processo de natureza metacognitiva. Ao explicitar os passos antes mesmo de executá-los, a estudante demonstra não apenas domínio procedimental, mas também compreensão da estrutura lógica do problema, o que indica um nível mais elaborado de aprendizagem.

Sob a perspectiva de Vygotsky (2001), a linguagem desempenha papel fundamental na organização do pensamento, sendo mediadora dos processos cognitivos. Ao verbalizarem suas estratégias, os estudantes externalizam o pensamento, tornando-o passível de reflexão, revisão e reconstrução. Esse movimento contribui para a internalização dos conceitos, uma vez que aquilo que é inicialmente construído no plano social, por meio da interação e da linguagem, tende a ser progressivamente apropriado no plano individual. Assim, a fala de Julia pode ser compreendida como um indicativo de que a estudante está operando em um nível mais avançado de compreensão, articulando linguagem, pensamento e ação de forma consciente.

As falas e registros dos estudantes ao identificarem catetos e hipotenusa na situação da rampa mostram a articulação entre discurso, representação gráfica e contexto concreto. Ao nomearem corretamente os elementos do triângulo retângulo, os estudantes demonstraram que o discurso matemático passou a operar como ferramenta de interpretação da situação problema. Segundo Bardin (2016), esse tipo de enunciação indica que o sujeito não apenas repete um conceito, mas o mobiliza discursivamente para explicar e justificar uma situação específica.

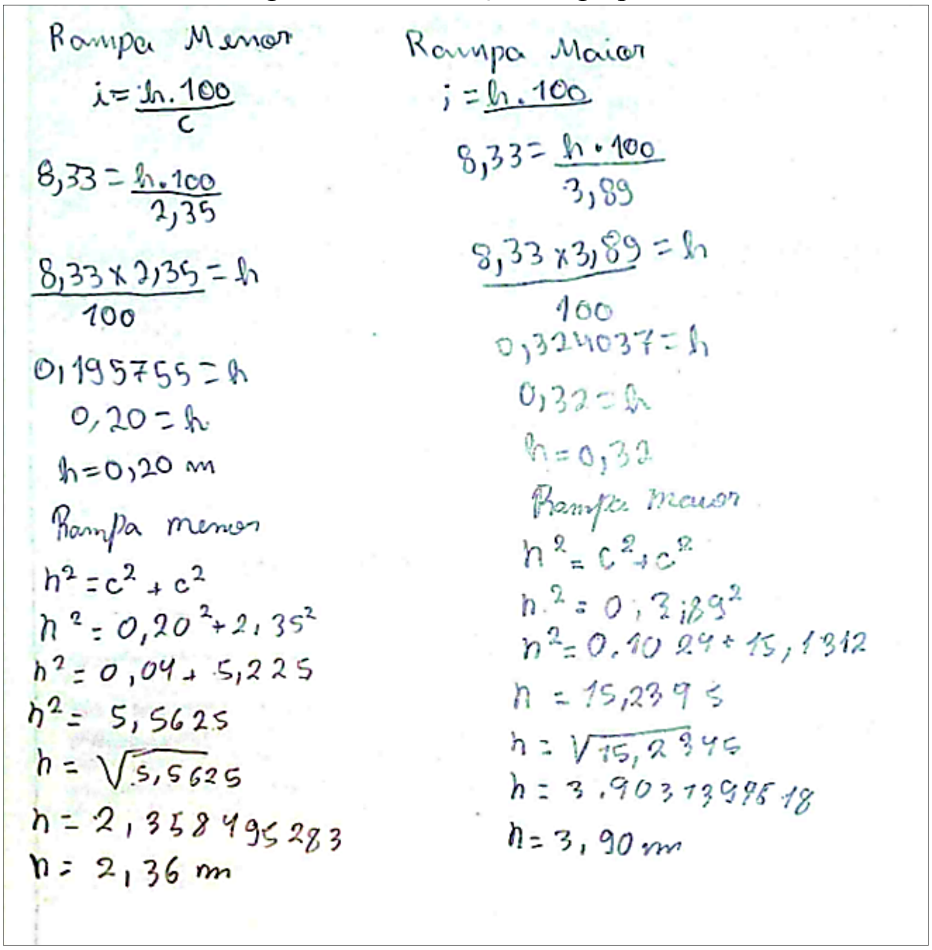
Após os debates e construção do conceito do teorema em estudo, os estudantes desenvolveram os cálculos necessários para encontrar o comprimento dos vergalhões a serem utilizados na construção das rampas de acesso ao palco. O professor, mais uma vez, como mediador da construção do conhecimento, foi ao quadro e fez anotações de como os grupos desenvolveram os cálculos para encontrar o valor do comprimento dos vergalhões.

Todos os grupos fizeram o cálculo da altura das rampas conforme a fórmula dada na situação problema inicial e, utilizando a fórmula do Teorema de Pitágoras, calcularam o comprimento das rampas, demonstrando que entenderam o que foi solicitado na primeira aula da sequência e que as pesquisas orientadas com a participação dos estudantes foram produtivas para a conclusão da atividade proposta.

Os estudantes iniciaram os cálculos com a utilização da fórmula dada para encontrar a altura das rampas em estudo, identificando que ela se tratava de um dos catetos do triângulo retângulo formado pela projeção das rampas de acesso ao palco. Com os resultados obtidos, os discentes aplicaram a fórmula do Teorema de Pitágoras, encontrando os valores das hipotenusas, 2,36m e 3,90m, que equivalem ao comprimento dos vergalhões a serem utilizados na construção das rampas de acesso ao palco.

A Figura 29 traz o recorte da anotação do grupo 03 como forma de exemplificar o que foi feito.

Figura 29 – Resolução do grupo 03

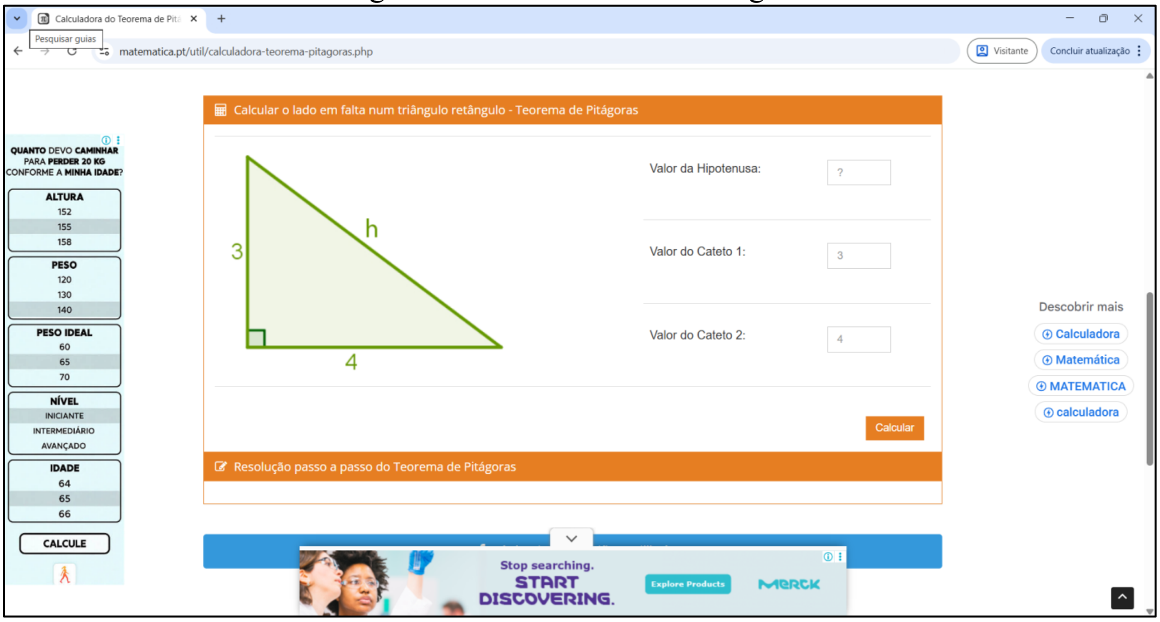


Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 29: A figura apresenta uma fotografia de uma folha de papel contendo a resolução manuscrita do grupo 03. O registro está organizado em duas colunas principais, com cálculos escritos à caneta nas cores azul e preta, distribuídos ao longo da página. Na coluna da esquerda encontra-se o título “Rampa menor”. Abaixo dele, os estudantes desenvolvem cálculos envolvendo porcentagem e proporção para determinar a altura (h) da rampa, utilizando a relação i = (h·100)/c. São apresentados valores numéricos substituídos na fórmula, seguidos de multiplicações e divisões sucessivas até obter o valor aproximado de *h* igual a 0,20 metro. Em seguida, aplicam o Teorema de Pitágoras, registrando a expressão $h^2 = c^2 + c^2$, substituindo os valores numéricos correspondentes e efetuando os cálculos até encontrar o comprimento aproximado da rampa menor, indicado como aproximadamente 2,36 metros. Na coluna da direita aparece o título “Rampa maior”. O procedimento é semelhante ao da primeira coluna: os estudantes utilizam a fórmula da inclinação para calcular a altura correspondente, registrando as etapas de multiplicação e divisão até chegar ao valor aproximado de 0,32 metro. Posteriormente, aplicam novamente o Teorema de Pitágoras, substituem os valores nas expressões algébricas, realizam os cálculos do quadrado e da raiz quadrada e registram o comprimento final da rampa maior como aproximadamente 3,90 metros. A organização visual da figura evidencia o desenvolvimento passo a passo dos cálculos matemáticos, demonstrando a aplicação de conceitos de porcentagem, proporção e Teorema de Pitágoras na resolução do problema envolvendo as dimensões de duas rampas.

Como estratégia de aplicação do teorema, foi apresentada aos estudantes a "Calculadora do Teorema de Pitágoras", acessível em https://www.matematica.pt/util/calculadora-teorema-pitagoras.php, conforme a Figura 30. Os estudantes que possuíam aparelhos celulares, dentro de cada grupo formado, utilizaram essa ferramenta digital para resolver e/ou conferir a situação problema, com orientação do professor.

Figura 30 – Calculadora de Pitágoras



Fonte: Nunes (2025).

Descrição da Figura 30: A figura apresenta uma captura de tela de uma página do site *matematica.pt*, especificamente da ferramenta intitulada “Calculadora do Teorema de Pitágoras”. Na parte superior da página observa-se a barra de endereço do navegador e, logo abaixo, o título da ferramenta destacado em uma faixa horizontal na cor laranja. Na área central da página há a representação gráfica de um triângulo retângulo em cor verde, posicionado com a base horizontal e o lado vertical formando o ângulo reto, indicado por um pequeno quadrado no vértice inferior esquerdo. O lado inclinado está identificado pela letra “h”, representando a hipotenusa. A base do triângulo apresenta o valor numérico “4” e o lado vertical apresenta o valor “3”, sugerindo um exemplo numérico para aplicação do teorema. À direita da figura do triângulo encontram-se campos para inserção de dados, identificados como “Valor da Hipotenusa”, “Valor do Cateto 1” e “Valor do Cateto 2”, acompanhados de caixas de texto para preenchimento. Abaixo desses campos há um botão com a indicação “Calcular”. Na lateral esquerda da página aparece um menu vertical com diferentes opções de cálculo organizadas em botões. A organização visual da figura evidencia o uso de uma ferramenta digital para calcular medidas em triângulos retângulos por meio do Teorema de Pitágoras, demonstrando a interface do site e a aplicação prática do conceito matemático.

Na sequência, os grupos resolveram dois exercícios adicionais e aleatórios propostos pelo docente (Apêndice B), utilizando novamente o Teorema de Pitágoras e a calculadora digital, de modo que posteriormente apresentaram suas soluções aos demais colegas, explicando o raciocínio adotado.

Um componente de cada grupo foi à frente da sala de aula, leu cada um dos exercícios atribuídos a eles e, na lousa, demonstrou as soluções encontradas. Após apresentarem aos seus pares as resoluções, o professor sugeriu a utilização da calculadora de Pitágoras para que os estudantes conferissem os exercícios.

Essa atividade foi marcada por momentos de debate e negociação de ideias entre os integrantes dos grupos. Durante o processo, os estudantes discutiram a identificação dos catetos e da hipotenusa, a escolha da operação adequada e a interpretação dos resultados obtidos. Esse movimento de argumentação coletiva favoreceu a explicitação dos raciocínios matemáticos e possibilitou que eventuais equívocos fossem problematizados e reelaborados no próprio grupo. Ao final, todos os grupos conseguiram chegar aos resultados corretos, evidenciando um processo de construção compartilhada do conhecimento.

A apresentação das soluções para a turma ampliou esse processo ao transformar as resoluções individuais dos grupos em objeto de discussão coletiva. Ao explicarem seus procedimentos aos colegas, os estudantes precisaram organizar o pensamento e utilizar uma linguagem matemática mais precisa, o que contribuiu para a construção do conceito. As intervenções dos demais grupos e do professor promoveram comparações entre diferentes estratégias de resolução, fortalecendo a compreensão do Teorema de Pitágoras, não apenas como um procedimento algorítmico, mas como um conceito passível de ser explicado e justificado.

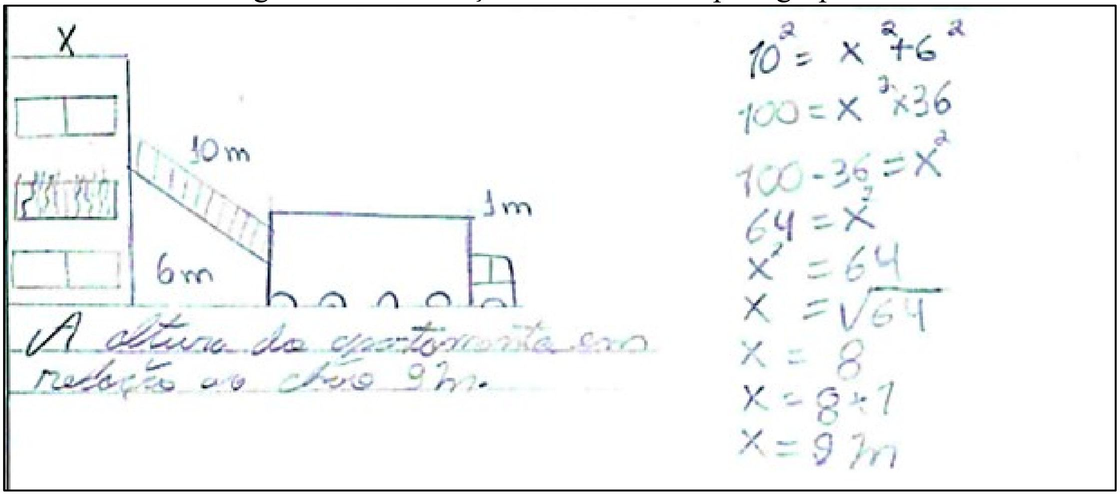
Esse momento de socialização das soluções configurou-se como um espaço de aprendizagem simultaneamente coletiva e individual. Coletiva, porque o conhecimento foi construído e validado socialmente por meio do diálogo e da mediação; individual, porque cada estudante teve a oportunidade de revisar e ampliar sua própria compreensão a partir do contato com diferentes formas de resolução. Em consonância com a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000), observa-se que a interação entre pares e a mediação do professor atuaram como elementos centrais para o avanço cognitivo dos estudantes, favorecendo a internalização dos conceitos envolvidos.

Para exemplificar a execução das atividades, segue a Figura 31, do grupo 02, que ficou com o exercício 3 do Apêndice B e apresentaram a resolução.

Exercício 3, do Apêndice B: *Durante um incêndio num edifício de apartamentos, os bombeiros utilizaram uma escada Magirus de 10 m para atingir a janela do apartamento em chamas. A escada estava colocada a 1 m do chão, sobre um caminhão que se encontrava afastado 6 m do edifício. Faça o desenho da situação descrita e calcule qual é a altura do apartamento em relação ao chão*.

Eis a resolução do grupo 02:

Figura 31 – Resolução do exercício 3 pelo grupo 02



Fonte: Próprio autor (2025).

Descrição da Figura 31: A figura apresenta uma fotografia de uma folha de papel contendo a resolução do exercício 3 realizada pelo grupo 02. A página está dividida visualmente em duas partes: à esquerda há um desenho esquemático e, à direita, o desenvolvimento dos cálculos matemáticos. Na parte esquerda observa-se um desenho representando duas estruturas retangulares, semelhantes a um prédio ligado por uma escada inclinada. O prédio da esquerda possui a indicação de altura “6m”, enquanto a escada inclinada que conecta as estruturas está identificada com a medida “10m”. O caminhão do corpo de bombeiros apresenta a indicação “1m” na parte superior. As formas são contornadas com traços coloridos e a escada aparece inclinada entre os dois níveis, sugerindo a representação de um triângulo retângulo formado pela altura, pela base e pela escada. Abaixo do desenho há uma frase manuscrita indicando que a altura do prédio está relacionada ao valor de 9 metros. Na parte direita da folha está registrado o desenvolvimento algébrico utilizando o Teorema de Pitágoras. Inicialmente aparecem as expressões: (1) $10^2 = x^2 + 6^2$; (2) $100 = x^2 + 36$. Em seguida, os estudantes efetuam os cálculos: $100 - 36 = x^2$, obtendo $64 = x^2$. Posteriormente, extraem a raiz quadrada, registrando $x = 8$. Ao final, está anotado o valor “x = 9m”, indicado como resposta para a altura solicitada no problema. A organização visual da figura evidencia a representação geométrica da situação-problema e a aplicação do Teorema de Pitágoras na resolução, demonstrando o raciocínio matemático desenvolvido pelo grupo.

Neste exercício, os estudantes, além de demonstrarem habilidade ao aplicar o Teorema de Pitágoras, conseguiram demonstrar graficamente a situação que o exercício propôs. Os discentes identificaram o cateto como sendo a distância entre o edifício e o caminhão (6m) e a hipotenusa como a escada utilizada pelos bombeiros (10m). Desta forma, os alunos aplicaram o teorema em estudo, encontrando a altura alcançada pela escada em relação ao caminhão, somando-se à altura em que a escada estava para dar a resposta final, que pedia a altura do apartamento em relação ao chão. O grupo respondeu: A altura do apartamento em relação ao chão: 9m.

O uso da calculadora de Pitágoras, acessada por meio de celulares com internet, complementou esse momento de construção, permitindo aos estudantes verificarem os cálculos realizados manualmente e explorarem diferentes representações do conteúdo matemático. Tal recurso evidenciou a função das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como ferramentas mediacionais, não apenas operacionais, mas cognitivas, conforme defendido por Kenski (2015). A tecnologia, neste contexto, não substituiu o raciocínio dos estudantes, mas ampliou sua capacidade de verificar hipóteses.

A proposta de resolução de exercícios adicionais após a atividade principal contribuiu para verificar se o conhecimento construído foi utilizado em novos contextos. A introdução da calculadora de Pitágoras como apoio facultativo mostrou-se eficaz na validação dos resultados, sem comprometer o raciocínio lógico-matemático dos estudantes. Como afirma Kenski (2015), as tecnologias devem ser compreendidas como ampliadoras da experiência educativa, e não como substitutas da atividade intelectual.

Vale destacar que, mesmo com a apresentação da calculadora de Pitágoras, os estudantes ao realizarem exercícios propostos após o desenvolvimento da sequência didática, não a utilizaram como única forma de resolução, eles montaram e efetuaram os cálculos matemáticos na folha entregue a eles e utilizaram a calculadora como um suporte de verificação do resultado.

Durante a apresentação das resoluções dos exercícios, observa-se que os estudantes utilizam o discurso para justificar procedimentos, explicar escolhas e validar resultados. As exposições orais no quadro configuram-se como práticas discursivas nas quais o raciocínio matemático é tornado público e passível de questionamento. Conforme Bardin (2016), esse tipo de discurso revela não apenas o domínio procedimental, mas a capacidade de argumentar matematicamente, elemento central na consolidação do conhecimento.

As falas dos estudantes sobre a utilização da calculadora de Pitágoras indicam um discurso que atribui à tecnologia um papel de verificação e apoio, e não de substituição do raciocínio matemático. Ao afirmarem que a ferramenta facilita a conferência dos resultados, os estudantes constroem um discurso que reconhece a tecnologia como um instrumento facilitador da aprendizagem. Segundo Bardin (2016), esse posicionamento discursivo revela valores e concepções sobre o uso do conhecimento matemático e das tecnologias no processo de aprendizagem.

Dessa forma, a quarta aula representou não apenas a sistematização de um conteúdo matemático, mas a demonstração de que, com planejamento intencional, mediação docente ativa e uso crítico de tecnologias, é possível transformar um conteúdo abstrato como o Teorema de Pitágoras em um conhecimento significativo, situado e funcional, construído colaborativamente e com protagonismo discente.

Os recursos didáticos utilizados incluíram quadro branco, os materiais produzidos nas aulas anteriores, celulares com acesso à internet e materiais escolares básicos. A avaliação foi realizada com base nas conclusões dos estudantes quanto à definição e à aplicação do Teorema de Pitágoras, tanto na situação problema quanto nos exercícios complementares.

4.5 Quinta aula: Aplicação do *quiz*

Na última aula da sequência didática, os estudantes revisaram a aplicação do Teorema de Pitágoras por meio de atividades interativas. Os conteúdos abordados envolveram a aplicação do teorema, com base em conhecimentos prévios como triângulos retângulos, semelhança entre triângulos, catetos e hipotenusa.

O objetivo foi de permitir que os estudantes aplicassem o Teorema de Pitágoras em diferentes situações, resolvendo exercícios de forma lúdica e reflexiva. A metodologia adotada foi uma aula dialogada, seguida da realização de um jogo no formato de *quiz*, utilizando a plataforma digital Kahoot. A plataforma não foi utilizada apenas como ferramenta avaliativa, mas como dispositivo de produção de dados sobre os processos de aprendizagem construídos ao longo da sequência didática, em consonância com o caráter interventivo da pesquisa-ação.

A aula teve início com uma breve retomada conceitual conduzida pelo professor, relembrando como o teorema foi utilizado para resolver a situação problema inicial. Em seguida, os estudantes participaram de um *quiz* temático elaborado pelo professor, composto por cinco questões envolvendo o conceito e a aplicação do teorema em diferentes contextos na plataforma digital Kahoot, conforme o Apêndice C. Essa estratégia visou retomar os conteúdos explorados e avaliar o nível de compreensão dos estudantes de maneira envolvente e formativa.

A aula foi conduzida no laboratório de informática da escola, com a participação dos 27 estudantes da turma, organizados em 12 duplas e um trio (tratado nesse trabalho como "dupla"). Cada dupla utilizou um único dispositivo para acessar o Kahoot, sendo registrada na plataforma como um "jogador", conforme a dinâmica própria da ferramenta. Dessa forma, destaca-se que todos os estudantes participaram da atividade, ainda que as respostas tenham sido construídas coletivamente no interior de cada dupla. Essa organização favoreceu a interação constante entre os participantes, que discutiam coletivamente as alternativas apresentadas no *quiz* antes de registrar a resposta.

De acordo com as notas de campo, era recorrente ouvir comentários como: "Espera, faz a conta primeiro" (Felipe), "Esse é o lado maior, então é a hipotenusa" (Caio) ou "Se esse é o cateto, tem que elevar ao quadrado" (Priscila). Essas trocas evidenciam que os estudantes não respondiam de forma individual e impulsiva, mas negociavam significados e estratégias, comparando raciocínios e buscando consenso dentro do grupo antes de tomar uma decisão.

Assim, as respostas registradas no Kahoot representam produções coletivas, resultantes da interação entre os membros de cada dupla, o que reforça o caráter coletivo da atividade.

O ambiente digital, interativo e desafiador, rompeu com a estrutura tradicional de aula, como registrado nas notas de campo: “foi uma aula diferenciada [...] sai um pouco daquela inércia de aula tradicional”.

O recurso digital foi aqui compreendido, em consonância com Kenski (2015), como meio mediacional da aprendizagem, na medida em que favoreceu a participação ativa dos estudantes e a explicitação dos raciocínios matemáticos. Após o encerramento do *quiz*, o professor promoveu um debate coletivo sobre as questões, solicitando que os estudantes explicassem como chegaram às respostas. Segundo as notas de campo, alguns estudantes justificaram suas escolhas afirmando: “A gente fez a conta primeiro, depois marcou” (Paulo), enquanto outros relataram estratégias diferentes, como: “A gente usou a calculadora só para conferir” (Ana) ou “Primeiro a gente desenhou o triângulo para ver quem era cateto e quem era hipotenusa” (Luiza).

Houve também comparações entre estratégias, com estudantes reconhecendo que erros iniciais ocorreram por não identificarem corretamente os elementos do triângulo ou por responderem com pressa. Essas explicações permitiram confrontar procedimentos distintos, validar estratégias corretas e compreender os equívocos cometidos, configurando o Kahoot não apenas como ferramenta de resposta rápida, mas como suporte para a reflexão matemática e a argumentação coletiva.

Quadro 14 – Resultado final do jogo através do *quiz*

Teorema de Pitágoras				
Final Scores				
Rank	Player	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers
1	Bolonha	4238	5	0
2	Jao	3600	4	1
3	King Crimson	3582	4	1
4	Daliel	3520	4	1
5	MELA	3502	4	1
6	Carlão de 09	3335	4	1
7	Rai	3205	4	1
8	Kars	3176	4	1
9	Kety	3052	4	1
10	Kahoot	2800	3	2
11	Daniel	2582	3	2
12	Teus	2292	3	2
13	-spider	845	1	4

Fonte: Próprio autor (2025).

O Quadro 14 apresenta o resultado final do jogo, com as pontuações obtidas, a quantidade de respostas corretas e a quantidade de respostas erradas marcadas pelos estudantes.

Quadro 15 – Resultado do *quiz* realizado no Kahoot

Jogadores	Questão 1			Questão 2			Questão 3			Questão 4			Questão 5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
-spider		X	17,32		X	13,81			30,00	X		37,16			180,00
Bolonha	X		21,25	X		34,99	X		5,34	X		27,71	X		116,34
Carlão de 09		X	28,40	X		26,14	X		22,94	X		30,45	X		16,84
Daliel		X	12,13	X		22,08	X		5,44	X		38,20	X		49,59
Daniel	X		60,83	X		24,33		X	21,42	X		15,41		X	86,81
Jao	X		33,38	X		23,36	X		3,90	X		23,66		X	121,96
Kahoot		X	15,43	X		6,33	X		4,37	X		24,14			180,00
King Crimson	X		39,04	X		22,19	X		3,83	X		23,83			180,00
MELA	X		40,37	X		25,87	X		7,13	X		24,60		X	1,89
Rai		X	11,77	X		53,95	X		9,91	X		56,01	X		61,87
Teus		X	24,60	X		40,21	X		20,50	X		47,63		X	74,16
Kars		X	13,09	X		65,99	X		5,50	X		52,92	X		84,14
Kety		X	23,74	X		64,79	X		8,11	X		72,56	X		86,73

Legenda do Quadro 15: 1 – Acertos; 2 – Erros; 3 – Tempo de resposta em segundos.
Fonte: Próprio autor (2025).

Complementarmente, no Quadro 15, os dados quantitativos do desempenho dos estudantes foram sistematizados, relacionando, para cada questão do *quiz*, o percentual de acertos e o tempo médio de resposta. Essa organização possibilita analisar de forma integrada a relação entre desempenho e estratégias cognitivas mobilizadas.

Para a análise dos dados produzidos na quinta aula da sequência didática, optou-se pela Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), compreendida como um conjunto de técnicas de análises das comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam inferências relativas às condições de produção e recepção dessas mensagens.

A partir do material constituído pelas notas de campo, registros do Kahoot (tempo de resposta, índices de acerto e erro) e falas dos estudantes durante o *quiz*, foram definidas as seguintes categorias de análise:

1. Estratégias de resolução e gestão do tempo;
2. Relação entre competição e reflexão matemática;
3. Mediação docente e regulação das aprendizagens;
4. Uso da tecnologia como instrumento mediador.

Os dados apresentados nos Quadros 14 e 15 foram discutidos em cada categoria apresentada a seguir.

4.5.1 Estratégias de resolução e gestão do tempo

A análise dos dados do *quiz* evidenciou, inicialmente, uma relação significativa entre tempo de resposta e índice de acertos. Na primeira questão, observou-se tempo médio reduzido em comparação ao limite disponibilizado, acompanhado de um número expressivo de erros. Esse dado sugere que, naquele momento inicial, os estudantes priorizaram a rapidez em detrimento da organização do raciocínio matemático.

Após a finalização da tarefa, o aplicativo mostra aos jogadores um *ranking* da questão, indicando a resposta correta, o número de acertos e erros e a pontuação obtida por cada participante. Diante desse resultado, o professor interrompeu momentaneamente a dinâmica do jogo e chamou a atenção dos estudantes para os dados exibidos, questionando-os sobre o que estavam observando. Segundo as notas de campo, o professor levantou perguntas como: "Por que tanta gente errou essa questão?", "Vocês acham que foi dificuldade de conteúdo ou pressa para responder?" e "O tempo influenciou na escolha da resposta?". Esses questionamentos tiveram como objetivo deslocar o foco do resultado em si para o processo de resolução, incentivando os estudantes a analisarem criticamente suas próprias ações durante o jogo.

A partir desses questionamentos, instaurou-se um momento de reflexão coletiva, no qual os estudantes verbalizaram suas percepções sobre os erros cometidos. Alguns relataram que responderam rapidamente para obter mais pontos, enquanto outros reconheceram que não identificaram corretamente os catetos e a hipotenusa antes de calcular. De acordo com as notas de campo, comentários como “Eu fui no chute porque o tempo estava acabando” e “A gente não fez a conta” foram recorrentes. Tais enunciados, segundo Bardin (2016), constituem unidades de registro que revelam concepções implícitas acerca da tarefa, indicando que a lógica da pontuação influenciou as estratégias adotadas.

Após a intervenção do professor, na qual o foco foi deslocado do ranking para a análise do processo de resolução, observou-se aumento no tempo médio das respostas e crescimento no índice de acertos nas questões seguintes. Tal movimento sugere uma reorganização estratégica por parte dos estudantes, que passaram a dedicar mais tempo à leitura, identificação dos elementos do triângulo e realização dos cálculos antes de responder.

4.5.2 Relação entre competição e reflexão matemática

O formato do Kahoot introduziu um elemento competitivo na dinâmica da aula. Inicialmente essa característica mostrou-se mobilizadora, mas também gerou respostas impulsivas. Conforme indicam os registros do Quadro 15, a ênfase na pontuação e no ranking estimulou decisões rápidas, nem sempre fundamentadas no raciocínio matemático.

Entretanto, após a mediação docente, instaurou-se um momento de reflexão coletiva sobre os erros e acertos. O professor problematizou os resultados, questionando se os equívocos estavam relacionados à dificuldade conceitual ou à pressa para responder. Esse movimento promoveu uma mudança na postura dos estudantes, que passaram a valorizar o processo de resolução.

A intervenção reflexiva do professor, ao deslocar o foco da pontuação para o processo de resolução, promoveu uma reorganização das estratégias de resolução das atividades pelos estudantes. Na segunda questão, cuja complexidade era equivalente à primeira, houve um aumento do tempo médio de resposta e um crescimento no índice de acertos. Esse movimento indicou que o tempo, quando associado à reflexão e não apenas à competição, tornou-se um aliado do raciocínio matemático.

Sob a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2000), esse momento pode ser compreendido como regulação externa que favorece a autorregulação. Ao refletirem sobre suas próprias estratégias, os estudantes demonstraram maior consciência sobre seus processos cognitivos, ajustando-os nas questões subsequentes.

4.5.3 Mediação docente e regulação das aprendizagens

A quinta aula, do ponto de vista da pesquisa-ação, não representou apenas um momento de verificação da aprendizagem, mas um espaço de retroalimentação pedagógica. A intervenção do professor durante o *quiz* configurou-se como ação reflexiva sobre a prática em curso, característica fundamental da pesquisa-ação.

Ao interromper a dinâmica para analisar coletivamente os resultados parciais, o docente transformou um possível momento de exposição do erro em oportunidade formativa. A discussão pública das estratégias permitiu confrontar procedimentos distintos, validar raciocínios corretos e explicitar equívocos recorrentes, como a identificação incorreta de catetos e hipotenusa.

Conforme o Apêndice C, pode-se notar que a questão 3 era de leitura e interpretação, ou seja, era uma pergunta direta de qual fórmula representa o Teorema de Pitágoras, e não havia a necessidade de calcular valores, assim, a média de duração foi de 11 segundos, sem prejudicar o elevado índice de acerto. Dos 13 jogadores – correspondentes às 13 duplas formadas pelos 27 estudantes da turma –, um errou a questão e outro deixou de respondê-la, o que motivou nova intervenção do professor. Segundo as notas de campo, o docente questionou a turma: "Por que essa questão foi respondida tão rápido?" e "O que fez com que mesmo sendo uma pergunta direta alguém errasse ou não respondesse?". Em resposta, alguns estudantes afirmaram que "acharam fácil demais" e responderam sem conferir as alternativas, enquanto outro relatou que "se confundiu com as letras da fórmula". A partir dessas falas, o professor destacou a importância da atenção à leitura das alternativas, mesmo em questões consideradas simples, reforçando que compreender a estrutura simbólica da fórmula é parte essencial do domínio do conceito.

Esse movimento evidencia que a avaliação assumiu caráter mediado e formativo, não se restringindo à mensuração de desempenho, mas atuando como instrumento de reorganização do pensamento matemático.

4.5.4 Uso da tecnologia como instrumento mediador

O Kahoot não foi utilizado apenas como ferramenta avaliativa, mas como dispositivo de produção de dados sobre os processos de aprendizagem construídos ao longo da sequência didática. Conforme Kenski (2015), as tecnologias digitais podem atuar como meios mediacionais quando favorecem participação ativa e explicitação de raciocínios.

As falas dos estudantes indicam que o recurso tecnológico não substituiu o cálculo manual, mas foi incorporado como suporte de verificação e organização do pensamento. Comentários como “A gente foi direto na conta” (Fabrício), “Primeiro eu identifiquei os catetos e depois apliquei a fórmula” (Marina) evidenciaram que a tecnologia foi apropriada como instrumento auxiliar, e não como mecanismo de resposta.

Após a finalização do *quiz*, o professor apresentou o *ranking* com os acertos dos estudantes e retomou, um a um, os exercícios utilizados no jogo, conforme o Quadro 15. Para cada questão, o docente solicitou que os estudantes explicassem como chegaram à resposta escolhida, instigando-os a verbalizar os procedimentos adotados.

Durante a discussão, alguns estudantes reconheceram que responderam rapidamente nas primeiras questões sem organizar o raciocínio, enquanto outros destacaram que, ao desenhar o triângulo e identificar catetos e hipotenusa, sentiram-se mais seguros na escolha da resposta. Esse momento possibilitou uma reflexão coletiva sobre os erros cometidos, levando os discentes a concluírem que, em uma nova proposta de *quiz*, seria importante “ler com mais atenção” (Flávia), “saber quais são os catetos e qual é a hipotenusa antes de calcular” (Gustavo) e “conferir o resultado com calma” (Maik), evidenciando um avanço na consciência sobre os próprios processos de aprendizagem.

Essa apropriação do recurso tecnológico evidencia que a plataforma favoreceu a participação ativa dos estudantes e a explicitação de seus raciocínios. A socialização imediata dos resultados após cada questão promoveu comparações entre diferentes estratégias e estimulou a argumentação matemática. Desse modo, a tecnologia contribuiu para o processo da aprendizagem construída ao longo da sequência didática, potencializando a reflexão coletiva e individual sobre o Teorema de Pitágoras.

Em síntese, a análise da quinta aula, orientada pelas categorias apresentadas, indica que a articulação entre avaliação mediada, interação entre pares e uso intencional da tecnologia favoreceu a reorganização das estratégias de resolução e o aprofundamento da compreensão conceitual. A relação entre tempo de resposta, índice de acertos e intervenções pedagógicas, evidenciada nos Quadros 14 e 15, oferece subsídios para compreender o *quiz* como possibilidade de reflexão sobre a prática docente.

Os dados obtidos na realização do *quiz* indica que os estudantes não apenas reconheceram o teorema em situações já exploradas, mas conseguiram mobilizá-lo em contextos distintos, atendendo ao princípio da aprendizagem crítica defendido por Ceolim e Hermann (2012), no qual o conhecimento matemático é compreendido como instrumento de análise e intervenção sobre situações concretas. A familiaridade conceitual observada ao longo do *quiz*, mesmo sob a limitação de tempo imposta pela dinâmica do jogo, reforça que a aprendizagem construída nas aulas anteriores foi significativa e funcional.

Ao possibilitar a verificação do desempenho coletivo e individual dos estudantes por meio dos relatórios da plataforma, o *quiz* se configurou como um instrumento de avaliação formativa e diagnóstica. Como ensina Zabala (1998), em sequências didáticas bem planejadas, a avaliação deve ser processual, contínua e integrada às atividades, permitindo ao professor identificar dificuldades e ajustar a mediação de forma pertinente.

Do ponto de vista da pesquisa-ação, a quinta aula não representou apenas um momento de verificação de aprendizagem, mas um espaço de retroalimentação pedagógica, em consonância com a compreensão de pesquisa-ação como um processo cíclico de planejamento, ação, observação e reflexão (Thiollent, 2011). As intervenções realizadas durante o *quiz* evidenciaram ajustes imediatos na condução da aula, especialmente ao deslocar o foco da competição para a reflexão sobre o processo de resolução. Ainda que tais intervenções tenham ocorrido de forma pontual, seus efeitos foram perceptíveis na reorganização das estratégias dos estudantes ao longo do jogo, indicando a validação da avaliação mediada e reforçando o caráter reflexivo e interventivo da prática docente no contexto da pesquisa-ação.

Por fim, esta última aula ratificou a importância de articular intencionalmente os recursos tecnológicos às práticas pedagógicas, potencializando o envolvimento dos estudantes.

4.6 Síntese das aprendizagens, dificuldades e contribuições das tecnologias

Ao final da análise das cinco aulas que compuseram a sequência didática, torna-se pertinente reunir e sistematizar os principais aspectos observados ao longo do processo investigativo, evidenciando o que os estudantes aprenderam, quais dificuldades emergiram e de que maneira as tecnologias digitais contribuíram para a construção de significados relacionados ao Teorema de Pitágoras.

Um aspecto relevante refere-se ao desenvolvimento da linguagem matemática. Ao serem incentivados a discutir, registrar e apresentar suas ideias, os estudantes passaram a utilizar com maior precisão termos como “hipotenusa”, “catetos” e “quadrado dos lados”, ainda que, em alguns momentos, essas nomenclaturas tenham sido utilizadas de forma imprecisa. Esse processo de construção da linguagem, conforme discutido por Vygotsky (2001), está diretamente relacionado à formação de conceitos, sendo mediado pelas interações sociais e pelo uso de signos e instrumentos.

No que diz respeito às dificuldades encontradas, destacam-se, inicialmente, obstáculos relacionados à interpretação da situação-problema. Alguns estudantes apresentaram dificuldade em identificar as informações relevantes e em estabelecer relações entre os dados apresentados e o conceito matemático envolvido. Esse aspecto evidencia a necessidade de se trabalhar, de forma mais sistemática, a leitura e a interpretação de problemas matemáticos, uma vez que tais habilidades são fundamentais para a resolução de situações contextualizadas.

Foram observadas dificuldades conceituais referentes à compreensão da ideia de área e à relação entre as medidas dos lados do triângulo retângulo. Em alguns momentos, os estudantes demonstraram concepções equivocadas, como a crença de que o Teorema de Pitágoras poderia ser aplicado a qualquer tipo de triângulo ou a utilização inadequada da fórmula, sem considerar a necessidade de identificação correta da hipotenusa. Tais equívocos podem ser compreendidos como obstáculos epistemológicos, no sentido de que revelam formas prévias de pensamento que, embora coerentes do ponto de vista do estudante, não se alinham ao conhecimento científico formal.

Outro ponto que merece destaque é a tendência inicial de alguns estudantes em buscar respostas prontas na internet, sem realizar uma análise crítica das informações encontradas. Esse comportamento, observado principalmente nas atividades de pesquisa orientada, evidencia a importância da mediação docente no uso das tecnologias, de modo a orientar os estudantes na seleção, interpretação e validação das informações.

A utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) mostrou-se um elemento central no processo de ensino e aprendizagem. Ferramentas como o GeoGebra e a calculadora de Pitágoras possibilitaram aos estudantes visualizar e testar hipóteses, favorecendo a compreensão das relações matemáticas envolvidas. O uso dessas ferramentas contribuiu para tornar o aprendizado mais dinâmico, interativo e significativo, conforme defendido por Kenski (2015) e Kaleff (2011).

As tecnologias favoreceram a aprendizagem colaborativa, uma vez que os estudantes, organizados em duplas ou grupos, compartilharam descobertas, discutiram estratégias e construíram coletivamente soluções para os problemas propostos. Esse processo colaborativo foi fundamental para a superação de dificuldades e para a consolidação dos conhecimentos, corroborando a perspectiva de que a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando mediada socialmente, conforme os pressupostos de Vygotsky (2000).

Cabe ressaltar, ainda, o papel do professor como mediador ao longo de toda a sequência didática, conforme defende Oliveira (2002). As intervenções realizadas foram essenciais para problematizar respostas, esclarecer dúvidas e direcionar o olhar dos estudantes para aspectos relevantes do conteúdo. Essa mediação mostrou-se particularmente importante nos momentos em que emergiram concepções equivocadas, possibilitando que os estudantes revisassem suas ideias e avançassem em direção a uma compreensão mais adequada do conceito, conforme ensina Vygotsky (2001).

Destaca-se que a integração entre situação-problema, uso de tecnologias e trabalho colaborativo contribuiu para a construção de uma aprendizagem potencialmente significativa (Ausubel, 2003). Os estudantes não apenas resolveram os problemas propostos, mas também atribuíram sentido ao conteúdo estudado, reconhecendo sua aplicabilidade em contextos reais, como no caso da construção das rampas de acesso.

A análise evidencia que o uso intencional e mediado das tecnologias, aliado a uma proposta pedagógica contextualizada e colaborativa, pode favorecer não apenas a aprendizagem de conceitos matemáticos, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e tecnológicas, fundamentais para a formação integral dos estudantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo investigar de que modo o uso de celulares e computadores da escola, associados a aplicativos e plataformas digitais, pode contribuir para a resolução de problemas e para a aprendizagem significativa do Teorema de Pitágoras, a partir da aplicação de uma sequência didática fundamentada em uma situação problema real. Ao longo da pesquisa foi possível constatar que a integração intencional das tecnologias digitais ao ensino da matemática favoreceu a construção de significados, a participação ativa dos estudantes e a articulação entre conhecimentos matemáticos e contextos do cotidiano.

A pesquisa se deu em um cenário educacional contemporâneo, marcado pelo protagonismo das tecnologias digitais e pelas exigências de novas abordagens pedagógicas. Nesse sentido, a escola se vê desafiada a dialogar com uma geração de nativos digitais (Costa *et al.*, 2015) que se relaciona intensamente com dispositivos móveis, redes sociais e ambientes digitais, mas não estão preparados criticamente para a apropriação reflexiva dos conteúdos acessados (Desmurget, 2021). Nesse contexto, a escola assume o desafio de integrar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) de forma pedagógica, crítica e intencional, especialmente em realidades marcadas por vulnerabilidade social, como a da instituição em que a pesquisa foi realizada.

De certo, foi fundamental discutir a presença e o papel das TDIC no processo educativo. Conforme D'Ambrósio (2019), o desenvolvimento tecnológico acompanha a trajetória humana e deve ser compreendido como parte da constituição das práticas sociais. Já Kenski (2015) afirma que a tecnologia, enquanto expressão de conhecimento científico, deve ser compreendida de forma crítica, como um recurso que pode ampliar as possibilidades pedagógicas, desde que seu uso seja intencional e contextualizado. Nesse sentido, ao se investigar como os alunos constroem o conhecimento sobre o Teorema de Pitágoras com o uso de celulares e computadores da escola, foi importante considerar a intencionalidade didática e o contexto social em que essas ferramentas foram utilizadas.

Neste contexto, a pesquisa explorou a perspectiva sociocultural de Vygotsky (2000), especialmente no que se refere à mediação da aprendizagem por meio de ferramentas, destacando a importância das interações sociais e da ação do professor como mediador do conhecimento. A noção de mediação foi aprofundada, com base em Costa *et al.* (2015), que ressaltam o papel das TDIC como instrumentos que potencializam o processo de ensino, desde que integradas a estratégias pedagógicas consistentes.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhida a aplicação de uma sequência didática que partiu de uma situação problema concreta, relacionada à construção de rampas de acessibilidade no ginásio da escola. A escolha da construção da quadra, possibilitou aos estudantes estabelecerem conexões entre o conteúdo matemático e o mundo real, favorecendo a mobilização de saberes prévios, a investigação ativa e a apropriação do conceito do Teorema de Pitágoras de forma significativa. As atividades desenvolvidas com o apoio de softwares como o GeoGebra, pesquisas no Google, uso de plataformas de avaliação como o Kahoot e até o emprego de calculadoras digitais, como a calculadora de Pitágoras, permitiram aos estudantes experimentarem o conhecimento matemático de modo mais dinâmico, interativo e colaborativo.

A primeira aula da sequência teve como foco a compreensão da situação problema, sendo marcada pela observação de plantas arquitetônicas e visita ao local da intervenção. Os estudantes utilizaram seus celulares para registrar e editar imagens sobre o espaço, o que favoreceu a contextualização do problema apresentado. Com a manipulação das fotos capturadas pelos discentes, eles mostraram ter entendimento de como seriam construídas as rampas de acesso ao palco e, ao mesmo tempo, demonstraram interesse e entusiasmo ao realizarem a tarefa.

Na segunda aula, com o uso do GeoGebra, os estudantes realizaram simulações e experimentações matemáticas que os ajudaram a visualizar relações entre os lados dos triângulos, promovendo uma aprendizagem visual e exploratória. Ao manusearem os exercícios pesquisados no site em questão, os estudantes os compararam com a situação problema inicial e perceberam que havia uma conta a ser realizada para solucionar a questão e termos específicos associados aos problemas, como cateto e hipotenusa. Desta forma, foi possível notar que o conhecimento sobre o Teorema de Pitágoras estava sendo construído aos poucos, com pesquisa, comparação e diálogo entre os discentes.

A terceira aula envolveu pesquisa orientada no Google, com buscas por palavras-chave como catetos, hipotenusa e triângulo retângulo até chegarem ao termo "Teorema de Pitágoras", o que favoreceu a construção autônoma do conceito por meio da investigação. Os *prints* e as anotações dos alunos evidenciaram que o entendimento ao teorema estava sendo formado gradativamente e o diálogo entre eles mostraram o interesse e empenho pela realização da tarefa.

A quarta aula concentrou-se na construção coletiva do conceito do teorema em questão e na aplicação de sua fórmula na situação problema inicial. Esta atividade se mostrou importante para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, pois a participação ativa na escrita final do Teorema de Pitágoras proporcionou uma aprendizagem crítica, na qual os discentes demonstraram domínio ao expressarem cada um dos elementos de um triângulo retângulo bem como suas relações métricas. Ainda nesta aula foi utilizada a calculadora de Pitágoras para a solução e conferência de exercícios realizados pelos estudantes, o que destacou que o conhecimento sobre o assunto foi primordial para o uso da tecnologia em questão. Os discentes comentaram que, com a calculadora de Pitágoras era mais fácil resolver os exercícios, mas com a mediação do professor, ficou destacado que não havia como manusear a calculadora sem saber identificar os elementos de um triângulo retângulo.

A quinta aula utilizou o Kahoot como ferramenta de revisão e avaliação, promovendo interação e reflexão sobre os erros e acertos. As anotações de campo revelaram momentos de colaboração, autorregulação e desenvolvimento do pensamento crítico por parte dos estudantes, evidenciando que o uso intencional das tecnologias e a abordagem investigativa contribuíram para a construção do conhecimento matemático.

A sequência didática desenvolvida a partir da situação problema relacionada à construção das rampas de acessibilidade do ginásio da escola mostrou-se eficaz para aproximar o conteúdo matemático da realidade dos estudantes. A contextualização do problema permitiu a mobilização de conhecimentos prévios, favoreceu a investigação ativa e contribuiu para a apropriação gradual do conceito do Teorema de Pitágoras. O uso de recursos como o GeoGebra, pesquisas orientadas no Google, a calculadora de Pitágoras e a plataforma Kahoot possibilitou diferentes formas de exploração, representação, validação e revisão dos conceitos matemáticos.

A análise das aulas evidenciou que o conhecimento matemático foi sendo construído progressivamente, por meio da pesquisa, da experimentação, do diálogo entre os estudantes e da mediação docente. Nas aulas finais, especialmente na construção coletiva do conceito do Teorema de Pitágoras e na resolução da situação problema inicial, os estudantes demonstraram maior autonomia, domínio conceitual e capacidade argumentativa, indicando que os objetivos propostos pela pesquisa foram alcançados. Nesse sentido, pode-se afirmar que o uso pedagógico das tecnologias contribuiu de forma significativa para a aprendizagem do Teorema de Pitágoras, desde que articulado a uma intencionalidade didática clara e à atuação mediadora do professor.

Um aspecto relevante evidenciado ao longo do desenvolvimento da pesquisa, coerente com o caráter de pesquisa-ação do estudo, foi a necessidade de realizar ajustes contínuos na condução da sequência didática. A observação das interações dos estudantes, das dificuldades apresentadas e das estratégias mobilizadas em cada aula orientou a reformulação de encaminhamentos pedagógicos nas aulas subsequentes. Por exemplo, as dificuldades iniciais na utilização da linguagem matemática e na identificação dos elementos do triângulo retângulo levaram à ampliação de momentos de discussão coletiva e explicitação conceitual.

Da mesma forma, a maneira como os estudantes interagiram com os recursos digitais indicou a necessidade de equilibrar momentos de exploração autônoma com intervenções mediadoras mais sistemáticas. Esses ajustes não foram previamente planejados de forma rígida, mas emergiram do processo reflexivo sobre a prática, caracterizando um movimento cíclico de ação e reflexão que fortaleceu a coerência entre os objetivos da pesquisa e as necessidades reais da turma.

Outros ajustes necessários foram: a forma de se recolher os materiais produzidos pelos estudantes, que inicialmente seriam enviados por e-mail, mas no decorrer das aulas foi necessária a criação de documentos no aplicativo Word e repasse ao professor através de pen drive; além de a alteração da forma de apresentação dos conceitos encontrados pelos grupos na quarta aula, isso porque, os grupos apresentariam cada um uma definição do Teorema de Pitágoras, porém a aula se tornou um grande debate, sendo formado o conceito do teorema de forma coletiva e colaborativa.

Esse movimento de replanejamento contínuo evidenciou que a sequência didática não se configurou como um roteiro fechado, mas como uma proposta flexível, sensível às respostas dos estudantes. A cada aula, as análises realizadas a partir dos registros de campo e das produções dos discentes subsidiaram decisões pedagógicas para os encontros seguintes, o que contribuiu para tornar o processo de ensino mais responsivo e significativo. Assim, a pesquisa-ação permitiu compreender que a integração das tecnologias digitais ao ensino da matemática exige constante avaliação e adaptação, considerando tanto os aspectos conceituais quanto as dinâmicas de interação e participação dos estudantes.

A pesquisa também evidenciou o desenvolvimento de competências investigativas, argumentativas e socioemocionais. Os estudantes foram incentivados a formular hipóteses, testar ideias, justificar procedimentos e colaborar com os colegas, o que está em consonância com os pressupostos da Educação Matemática Crítica (Ceolim; Hermann, 2012), ao promover reflexões sobre questões sociais relevantes, como acessibilidade e inclusão. Assim, a aprendizagem matemática ultrapassou o domínio da técnica, assumindo um caráter formativo e socialmente contextualizado.

Apesar dos resultados positivos, é importante reconhecer os limites desta pesquisa. O estudo foi desenvolvido em um período relativamente curto, com a aplicação da sequência didática em apenas uma turma, o que restringe a possibilidade de generalização dos resultados. Além disso, a pesquisa esteve condicionada à infraestrutura tecnológica da escola, especialmente à disponibilidade e à qualidade da conexão com internet, fator que, em alguns momentos, interferiu no andamento das atividades. Tais limitações não invalidam os resultados obtidos, mas indicam a necessidade de cautela na extrapolação das conclusões.

Diante desses limites, apontam-se possíveis desdobramentos futuros da pesquisa. Sugere-se a aplicação da sequência didática em outras turmas e contextos escolares, bem como sua adaptação para diferentes níveis de ensino, a fim de ampliar a compreensão sobre o potencial das tecnologias digitais no ensino da matemática. Além disso, a proposta pode contribuir para ações de formação continuada de professores, incentivando reflexões sobre o uso pedagógico das tecnologias e sobre metodologias investigativas no ensino de conceitos matemáticos. Outro desdobramento possível consiste no desenvolvimento de produtos educacionais, como materiais didáticos digitais ou sequências didáticas adaptadas, que possam ser compartilhados com outros docentes.

Além das contribuições para o ensino do Teorema de Pitágoras, a realização desta pesquisa-ação representou um importante processo formativo para o pesquisador enquanto docente. O acompanhamento sistemático das aulas, a análise dos registros e a reflexão constante sobre as decisões pedagógicas favoreceram uma postura investigativa diante da própria prática. Esse movimento possibilitou ressignificar o papel do professor não apenas como transmissor de conteúdos, mas como mediador e pesquisador de sua ação pedagógica, capaz de tomar decisões fundamentadas teoricamente e sensíveis às necessidades dos estudantes.

A experiência também evidenciou a importância da formação docente para o uso crítico e pedagógico das tecnologias digitais. Ao planejar e conduzir atividades que integravam diferentes recursos tecnológicos tornou-se necessário refletir sobre intencionalidade didática, gestão do tempo, mediação das interações e avaliação da aprendizagem. Esse processo contribuiu para o desenvolvimento de competências profissionais relacionadas ao planejamento de sequências didáticas investigativas, à articulação entre teoria e prática e à incorporação consciente das tecnologias como instrumentos de aprendizagem. Assim, a pesquisa reforça que a formação continuada do professor é condição essencial para que as tecnologias digitais sejam efetivamente integradas ao ensino de forma significativa.

Por fim, os resultados desta pesquisa reafirmam que a simples presença das tecnologias digitais não garante inovação pedagógica, conforme destaca Kenski (2015). É a intencionalidade do professor, aliada à mediação pedagógica e à contextualização dos conteúdos, que possibilita transformar as tecnologias em instrumentos de aprendizagem significativa. Ao articular matemática, tecnologia e realidade social, este estudo contribui para a reflexão sobre práticas pedagógicas mais críticas, inclusivas e alinhadas às demandas da educação contemporânea, reforçando a importância do papel do professor como mediador na construção do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. S., SIMÕES, B. S., MIOLA, A. F. S. O uso do GeoGebra em uma perspectiva colaborativa: uma proposta para o ensino do Teorema de Pitágoras à luz do sócio-construtivismo. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 18, p. 01–20, jan/dez 2023. DOI: https://doi.org/10.5007/1981-1322.2023.e93570. Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/reps/article/view/10764/7581. Acesso em 20 set 2025.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Computação na Educação Básica: complemento à BNCC. Brasília: MEC, 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/BNCCComputaoCompletodiagramado.pdf. Acesso em 11 set. 2025.

BRASIL. **Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. Diário Oficial da União: Brasília, 2025. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-15.100-de-13-de-janeiro-de-2025-606772935. Acesso em 10 jun. 2025.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias:** um repensar. 2. ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2015.

CALLEGARI, M. A. **Kahoot! em sala de aula**: otimizando a prática educativa - Um guia para a construção e utilização de quizzes. 2021. Disponível em: https://www.iq.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profqui/produtoseducacionais/produto-marcos-antonino-callegari.pdf. Acesso em 12 jun. 2025.

CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. **Pesquisa científica:** da teoria à prática. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2012.

CASSOL SILVA, C. C.; MENTGES, M. J. A pesquisa-ação como agente transformador na área da educação. **Revista Eventos Pedagógicos**, Sinop, v. 14, n. 1 (35. ed.), p. 54–69, jan./maio 2023. DOI: 10.30681/reps.v14i1.10764. Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/reps/article/view/10764/7581. Acesso em 17 set 2025.

CASTELLAR, S. M. V.; SEMEGHINI-SIQUEIRA, I. **Da Educação Infantil ao Ensino Fundamental**: Formação docente, inovação, aprendizagem significativa. Porto Alegre: +A Educação - Cengage Learning Brasil, 2015.

CEOLIM, A. J.; HERMANN, W. Ole skovsmose e sua educação matemática crítica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 8–20, 2012. DOI:

10.33871/22385800.2012.1.1.8-20. Disponível em: https://periodicos.unespar.edu.br/rpem/article/view/5922. Acesso em: 04 fev. 2025.

COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. S.. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 3, p. 603–610, set. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912. Acesso em: 16 jun. 2025.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática** – elo entre as tradições e a modernidade. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

DESMURGET, M. **A fábrica de cretinos digitais**: os perigos das telas para nossas crianças. Tradução de Mauro Pinheiro. São Paulo: Vestígio, 2021.

DUVAL, R.. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução de Méricles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**. Florianópolis, v. 7, n. 2, 2012. DOI: https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266. Acesso em: 17 mar. 2026.

GARCIA, M. S. S. **Aprendizagem significativa e colaborativa**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020.

GEOGEBRA. **GeoGebra**. 2025. Disponível em: https://www.geogebra.org/. Acesso em: 10 out. 2025.

GIBBS, G.; FLICK, U. **Análise de dados qualitativos. (Métodos de pesquisa)**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Revisão técnica Lori Viali. Porto Alegre: Grupo A, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7 ed. Barueri: Grupo GEN, 2019.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022.

GIOVANNI JÚNIOR, J. R.; CASTRUCCI, B. **A conquista da matemática:** 9º ano. 4. ed. São Paulo: FDT. 2018.

GOMES, M. M. Fatores que facilitam e dificultam a aprendizagem. **Revista Educação Pública**. 2018. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/18/14/fatores-que-facilitam-e-dificultam-a-aprendizagem. Acesso em: 01 fev. 2025.

IAHNKE, S. L. P. **Aprendizagem móvel**: um novo paradigma para facilitar a aprendizagem significativa por meio da colaboração nas redes sociais. Curitiba: Appris, 2023.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

KALEFF, A. M. M. R. Criatividade, Educação Matemática e Laboratório de Ensino. In: Encontro brasileiro de educação matemática, 5, 2011, Brasília, **Anais.** Brasília: SBEM – Regional, p. 1-20, 2011. Disponível em:

https://www.academia.edu/6167769/CRIATIVIDADE_EDUCA%C3%87%C3%83O_MATEM%C3%81TICA_E_LABORAT%C3%93RIOS_DE_ENSINO. Acesso em: 30 abr. 2024.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias:** O Novo Ritmo da Informação. Campinas: Editora Papirus, 2015.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas: quais são conhecidas pelos professores e quais são possíveis na educação?. **VIDYA**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 185-202, 2021. DOI: 10.37781/vidya.v41i1.3773. Disponível em: https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3773. Acesso em: 10 jul. 2025.

LIMA, E. L. **Meu Professor de Matemática e outras histórias**. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 1991.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 2012.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 8–28, 2012. DOI: 10.22169/revint.v7i13.245. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/245. Acesso em: 14 jun. 2025.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2020.

NETO, S. L. S.; LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa no ensino de Química no contexto do ensino médio. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 20, n. 45, p. 195–213, 2024. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/15966. Acesso em: 10 jun. 2025.

NUNES, V. **Calculadora do Teorema de Pitágoras**. Disponível em: https://www.matematica.pt/util/calculadora-teorema-pitagoras.php. Acesso em: 22 abr. 2026.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky:** aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

OLIVEIRA, A. M. L.; NASCIMENTO, E. S. A trajetória de vida de Pitágoras e suas principais contribuições à Matemática. **Revista Itinerarius Reflectionis**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 1–13, 2020. Disponível em: https://revistas.ufj.edu.br/rir/article/download/62848/34570/277643. Acesso em: 14 jun. 2025.

OLIVEIRA, E.; SILVA, M. A.; FREITAS, V. G. G. A contribuição da plataforma Kahoot! no ensino de Matemática na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Contemporânea,** [S. l.], v. 3, n. 10, p. 17060–17079, 2023. DOI: https://doi.org/10.56083/RCV3N10-026. Disponível em: https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/1848/3227. Acesso em: 20 set. 2025.

PAIS, L. C. **Didática da matemática. Uma análise da influência francesa**. São Paulo: Grupo Autêntica, 2019.

POCINHO, R. F. S.; GASPAR, J. P. M. O uso das TIC e as alterações no espaço educativo. **Exedra: Revista Científica**, n. 6, p. 143-154, 2012. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3936744. Acesso em: 25 ago. 2023.

RUFINO, C. J. **A tecnologia e as práticas pedagógicas na Educação Matemática da EJA:** as percepções docentes a partir de um minicurso de formação continuada. Lavras: Ed. UFLA, 2023.

SEI MAIS MATEMÁTICA. **8.º ano | Demonstração do teorema de Pitágoras**. Disponível em: https://seimaismatematicablog.wordpress.com/2015/11/09/8-o-ano-demonstracao-do-teorema-de-pitagoras/. Acesso em: 10 jun. 2025.

STRATHERN, P. **Pitágoras e seu teorema em 90 minutos.** Tradução de Marcus Penchel. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. **Didática de matemática:** como dois e dois: a construção da Matemática. São Paulo: FTD, 1997

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set/dez, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009. Acesso em 17 set 2025.

VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. São Paulo: Ícone, 1988.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Edição Ridendo Castigat Mores. São Paulo: eBooksBrasil, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

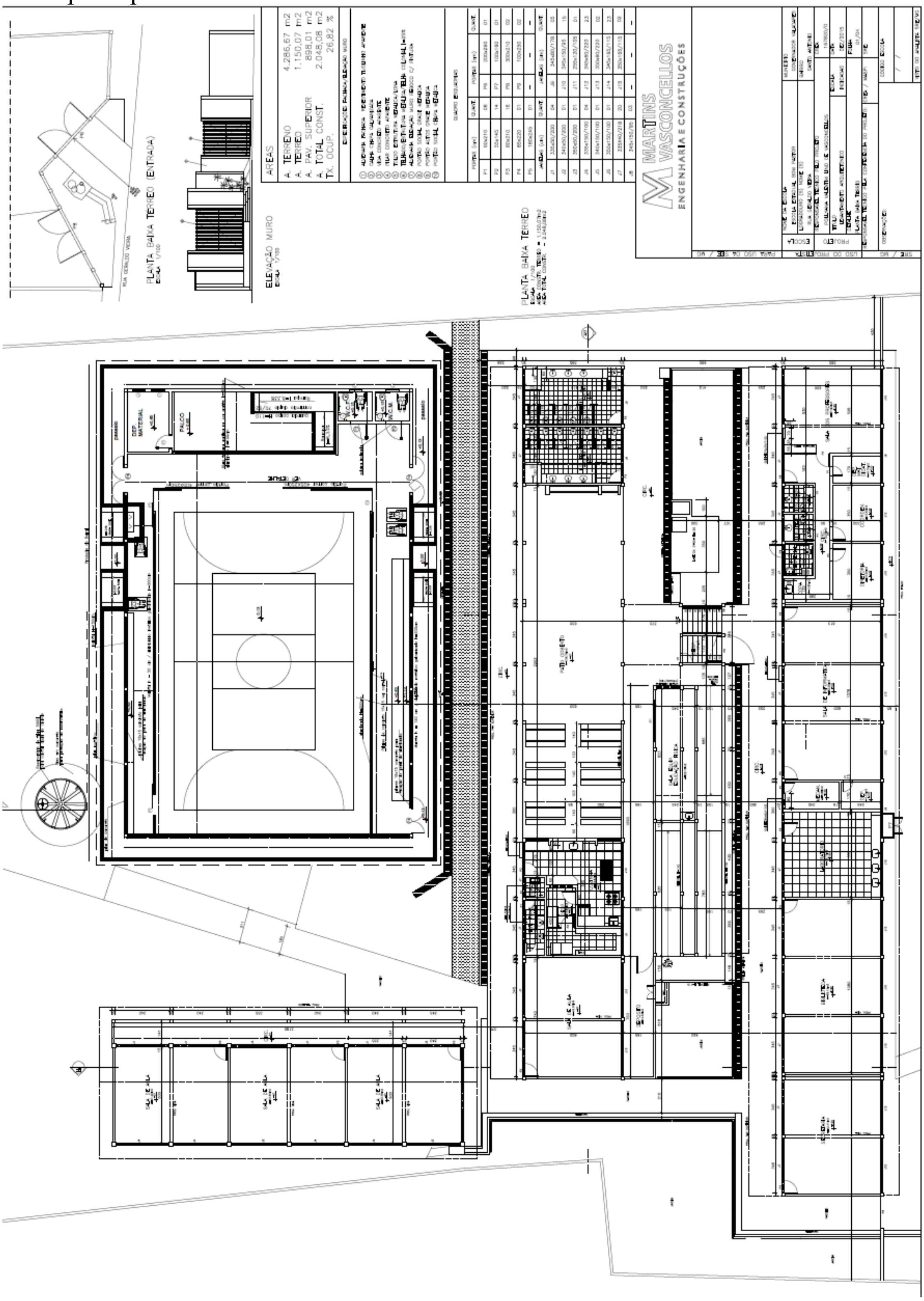
ZORZIN J. P.; SILVA G. H. G. **Contribuições de uma prática formativa envolvendo o software GeoGebra para professores e professoras que ensinam matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Ciênc educ (Bauru). 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320220026. Acessado em 02 de set. 2025.

APÊNDICE A – Material entregue para os estudantes

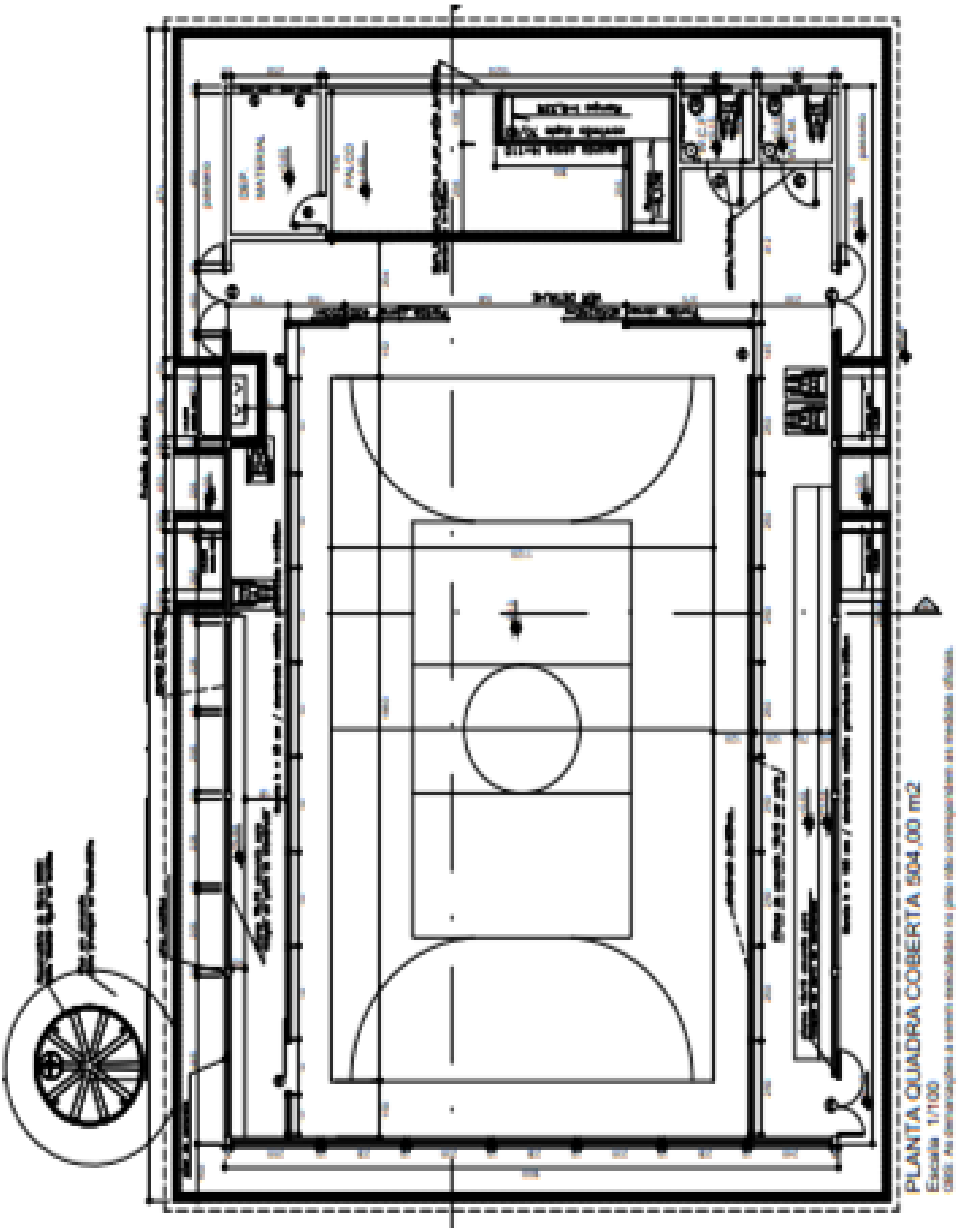
Escola: ____

Estudantes: ____

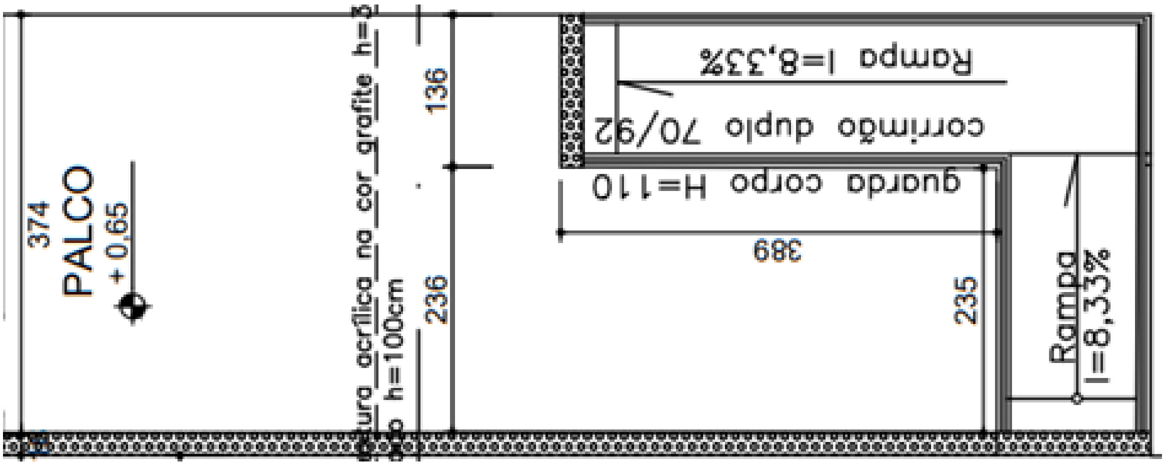
1 - Observe a planta da escola e localize a sala em que você estuda e o local onde será construído o ginásio poliesportivo:

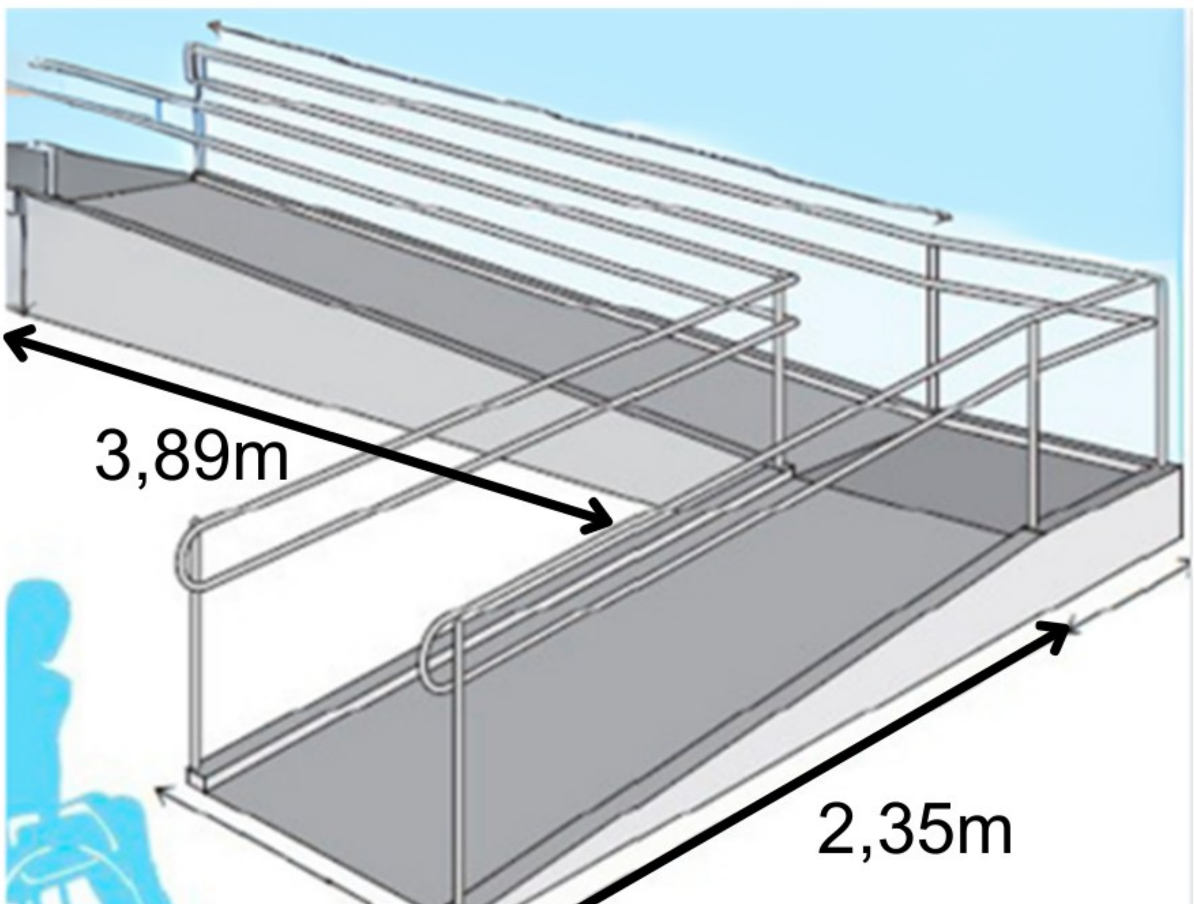


2 - Agora, observe a planta do ginásio poliesportivo e localize o palco e as suas rampas de acesso:



3 – Como podemos verificar, o palco terá duas rampas de acesso, com um patamar de descanso.





De acordo com a ABNT NBR 9050:2020 que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, em seu índice 10.4.3:

> 10.4.3 Quando houver desnível entre o palco e a plateia, este pode ser vencido através de rampa
> com as seguintes características:
> a) largura de no mínimo 0,90 m;
> b) inclinação máxima de 1:6 (16,66 %) para vencer uma altura máxima de 0,60 m;
> c) inclinação máxima de 1:10 (10 %) para vencer alturas superiores a 0,60 m;
> d) ter guia de balizamento, não sendo necessária a instalação de guarda-corpo e corrimão (ABNT, 2020, p.127).

No projeto apresentado, podemos verificar que a inclinação utilizada será de 8,33%, e é calculada da seguinte forma:

$$i = \frac{h.100}{c}$$

Onde

i é a inclinação, expressa em porcentagem (%);

h é a altura do desnível;

c é o comprimento da projeção horizontal.

Situação Problema – Utilizando os dados apresentados, resolva:

Para se fazer estas rampas é necessário se construir com vergalhões, o que os pedreiros chamam de gradeados, preencher com pedra brita, para depois colocar o concreto que forma a rampa. Levando em consideração todos os dados relacionados e que o gradeado vai do início das rampas até o seu ponto mais alto, qual será a medida dos maiores vergalhões que formarão as rampas?

Escola: ____
Estudantes: ____

Anotações:

APÊNDICE B – Atividades de aplicação do Teorema de Pitágoras

1 – Um terreno triangular tem frentes de 12 m e 16 m em duas ruas que formam um ângulo de 90°. Desenhe este terreno e calcule quanto mede o seu terceiro lado.

2 – O portão de entrada de uma casa tem 4 m de comprimento e 3 m de altura. Que comprimento teria uma trave de madeira que se estendesse na diagonal do portão? Esboce a figura.

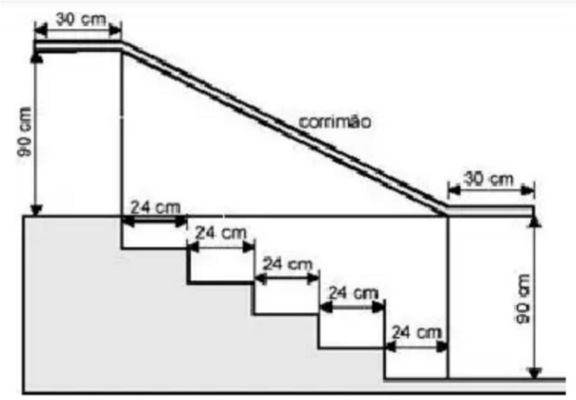
3 – Durante um incêndio num edifício de apartamentos, os bombeiros utilizaram uma escada Magirus de 10 m para atingir a janela do apartamento em chamas. A escada estava colocada a 1 m do chão, sobre um caminhão que se encontrava afastado 6 m do edifício. Faça o desenho da situação descrita e calcule qual é a altura do apartamento em relação ao chão.

4 – Quantos metros de fio são necessários para conectar a rede de energia de um poste de 6 m de altura até a caixa de luz de uma casa que se encontra a 8 m da base do poste?

5 – Para se fazer a limpeza das caixas d'agua de um edifício de 15 m de altura, foi utilizada uma escada de 17 m de comprimento. Para que ela atinja o topo do edifício, esta escada deverá ser colocada a que distância de sua base?

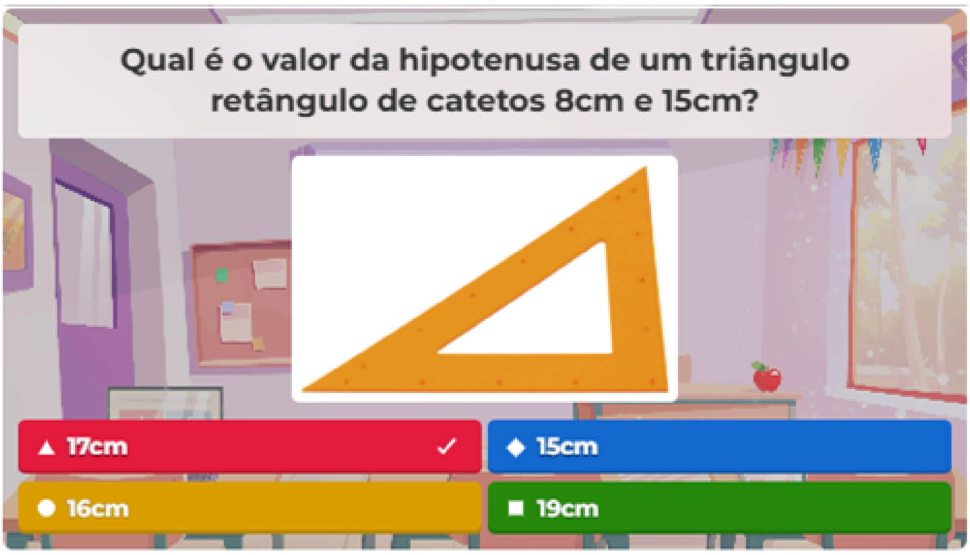
6 – Construa um mapa contendo as cidades A, B e C, de forma que elas sejam os vértices de um triângulo retângulo, sendo que o ângulo reto é Â. A distância entre as cidades A e C é de 40 km e a estrada BC tem 50 km. Porém entre as cidades AC existem montanhas que impedem a construção de uma estrada que ligue diretamente A com C, por isso, será construída uma estrada da cidade A para a estrada BC. Qual é o comprimento da estrada que será construída?

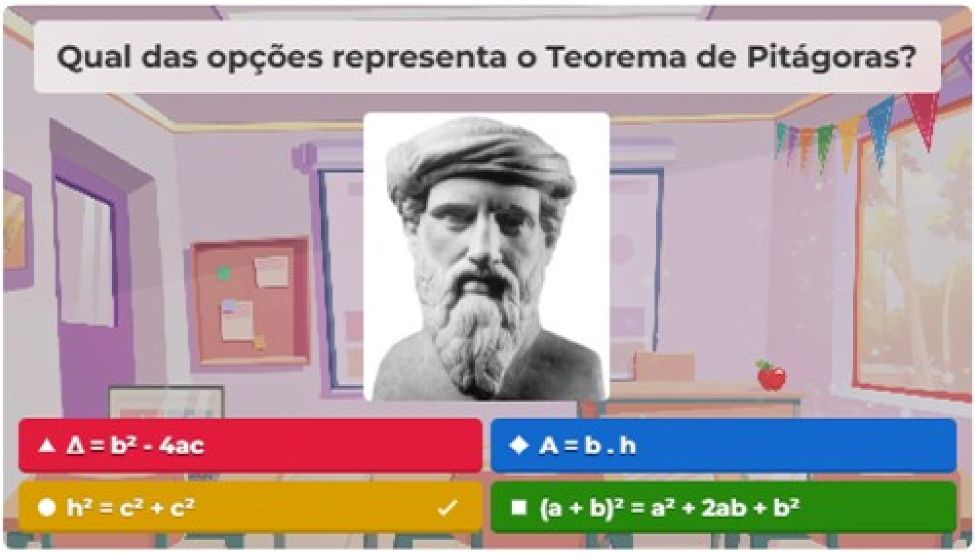
7 – O esquema abaixo representa o projeto de uma escada de 5 degraus com mesma altura.
De acordo com os dados da figura, qual é o comprimento de todo o corrimão?



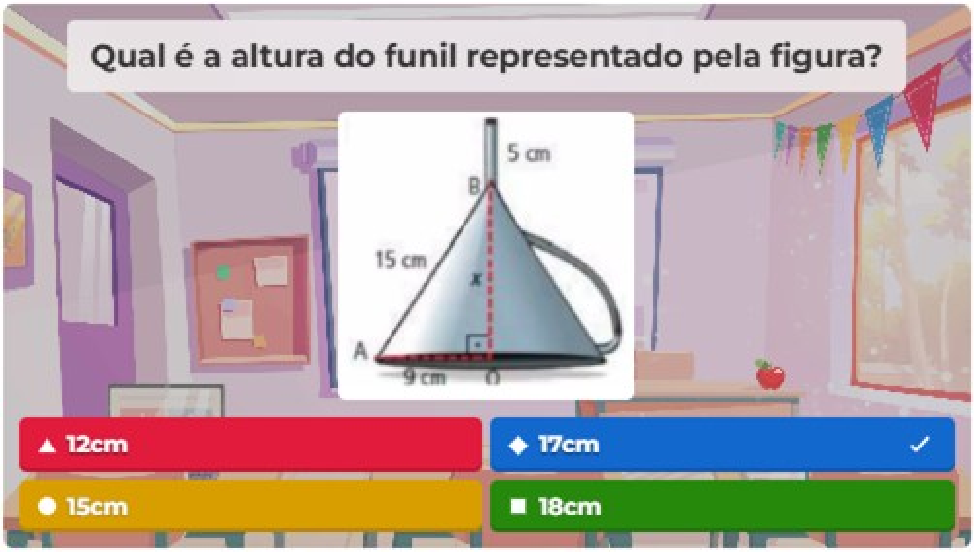
8 – Os lados de um triângulo ABC medem 10 cm, 24 cm e 26 cm. Você pode afirmar que esse triângulo é retângulo? Demonstre seus cálculos e faça o esboço da figura.

APÊNDICE C – Atividades elaboradas na plataforma Kahoot






Uma pessoa percorre a trajetória de B até C. Qual foi a distância percorrida?
B
60m
C
80m
▲ 150m
◆ 100m ✓
● 120m
■ 110m


Qual é a altura do funil representado pela figura?
5 cm
B
15 cm
x
A
9 cm
O
▲ 12cm
◆ 17cm ✓
● 15cm
■ 18cm