

CONHECIMENTOS MOBILIZADOS POR ALUNOS AO DESENVOLVER UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA SOBRE CONSTRUÇÃO DE TELHADOS

KNOWLEDGE MOBILIZED BY STUDENTS WHEN DEVELOPING A MATHEMATICAL MODELING ACTIVITY ON ROOF CONSTRUCTION

SILVA, Karina Alessandra Pessoa da¹

BORSSOI, Adriana Helena²

SILVA, Rodrigo Tavares da³

RESUMO

Neste artigo apresentamos resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi evidenciar conhecimentos mobilizados por alunos ao desenvolver atividades de modelagem matemática. Para isso, fundamentamo-nos no aporte teórico da modelagem matemática entendida como alternativa pedagógica em que conhecimentos matemáticos podem ser evidenciados. Analisamos uma atividade desenvolvida por três grupos de alunos de um curso técnico em Informática em nível médio. Por meio de análise qualitativa de cunho interpretativo das produções em três momentos do desenvolvimento das atividades de modelagem, além de conhecimentos matemáticos, evidenciamos que foram mobilizados conhecimentos de recursos tecnológicos e conhecimentos da área de construção civil. Essa mobilização está associada à situação-problema, ao interesse dos alunos e ao planejamento do professor com a atividade de modelagem matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Mobilização de Conhecimentos. Trigonometria.

ABSTRACT

In this paper we present results of a survey with the objective to emphasize the knowledge mobilization of students' in mathematical modeling activities. For this, we base ourselves on the theoretical contribution of mathematical modeling understood as a pedagogical alternative in which mathematical knowledge can be identified. We analyzed an activity developed by three groups of students from a technical high school course in Computer Science. Through a qualitative analysis of the interpretative nature of the productions in three moments of the development of the modeling activities, in addition to mathematical knowledge, we show that knowledge of technological resources and knowledge of the civil construction area were mobilized. This mobilization is associated with the problem situation, the interest of the students and the planning of the teacher with the mathematical modeling activity.

Keywords: Mathematic Education. Mathematical Modeling. Knowledge Mobilization. Trigonometry.

1 INTRODUÇÃO

As reflexões para as quais lançamos olhar neste artigo são decorrentes de investigação realizada no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisa em Modelagem Matemática, Investigação Matemática

¹ Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil. Endereço eletrônico: karinasilva@utfpr.edu.br.

² Doutora Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil. Endereço eletrônico: adrianaborssoi@utfpr.edu.br.

³ Mestre em Ensino de Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Endereço eletrônico: rodrigo.tavares.matematica@gmail.com.

e Tecnologia (GEPMIT⁴), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tal investigação está inserida em um contexto de estudo e pesquisa de um dos autores, docente em formação continuada em um mestrado profissional, que experienciou, na sala de aula em que atuava, a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Segundo Almeida e Ferruzzi (2011, p. 3), “uma atividade de Modelagem Matemática abarca a atividade propriamente dita, um conjunto de ações e um conjunto de operações”, com vistas à solução de um problema.

O contexto sobre o qual emergem nossas considerações, neste artigo, é caracterizado pelo trabalho em grupos, em torno de uma atividade encaminhada pelo professor. O intuito era que os alunos se colocassem em ação para o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática a partir de uma situação-problema envolvendo a construção de telhados. Abordagens relativas à construção civil no que concernem construções de telhados e maquetes de casas têm sido empreendidas em relatos de Biembengut e Hein (2003) e Biembengut (2004). Biembengut (2004), ao desenvolver seu projeto com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, afirmou que “poucas vezes os alunos fizeram anotações em seus cadernos”, isso porque a “qualidade dos trabalhos que os alunos realizavam, os questionamentos e o interesse foram suficientes para que os aprovassem, sem qualquer restrição” (BIEMBENGUT, 2004, p. 46).

Neste sentido, a intenção era que conhecimentos matemáticos que os alunos possuíam pudessem ser identificados para resolver o problema, ou mesmo que conceitos e procedimentos matemáticos novos pudessem ser aprendidos (BORSSOI; ALMEIDA, 2004). Assim, neste artigo consideramos como objetivo *evidenciar conhecimentos mobilizados por alunos ao desenvolverem uma atividade de modelagem matemática que envolve a construção de telhados*.

Tal objetivo se apresentou em decorrência dos encaminhamentos dos alunos e das reflexões do docente que foi estimulado, no âmbito do grupo de pesquisa, a experienciar a modelagem como alternativa pedagógica. Esta iniciativa está alinhada com Blum e Borromeo Ferri (2016), para os quais a modelagem deve ter um papel importante na formação de professores tanto em nível de formação inicial quanto da formação em serviço. Segundo os autores, é crucial ter professores com conhecimento sobre o fazer modelagem para que esta seja acessível aos estudantes nos diferentes níveis de ensino. No mesmo sentido, Gould (2016, p. 185) afirma que, “para que os alunos modelem com eficácia, seus professores precisam entender a modelagem matemática”. A Modelagem Matemática, uma tendência da Educação Matemática, de acordo com Cirillo *et al.* (2016, p. 5), “[...] vincula a matemática e questões autênticas do mundo real”. Neste contexto, “[...] a tarefa principal é traduzir um problema em uma forma matemática” (CIRILLO *et al.*, 2016, p. 5).

Estes e outros autores indicam que esta tradução é a essência da Modelagem Matemática e consiste em esclarecer o problema, identificar variáveis, formular hipóteses, fazer aproximações, obter um modelo matemático e relatar as conclusões sobre o problema, baseadas nesse modelo.

Nesse sentido, entendemos que “Um modelo matemático é uma representação de um sistema ou cenário que é usado para ganhar compreensão qualitativa e/ou quantitativa de algum problema do mundo real” (BLISS; FOWLER; GALLUZO, 2014 *apud* CIRILLO *et al.*, 2016, p. 9). Tal representação pode “incluir desde símbolos, diagramas e gráficos, até expressões algébricas ou geométricas” (ALMEIDA; SILVA, 2017, p. 209) cuja finalidade possibilita descrever, explicar, interpretar ou prever o comportamento do fenômeno abordado no problema.

⁴ <https://sites.google.com/view/gepmit>.

Considerando os empreendimentos que a obtenção do modelo matemático possibilita, o uso da Modelagem Matemática em sala de aula pode ser encaminhado seguindo diferentes configurações. Isso está atrelado à adequação do encaminhamento com as necessidades de aprendizagem e com o perfil dos envolvidos (professor e alunos).

Quando pessoas diferentes olham para a mesma atividade de modelagem, elas podem ter diferentes perspectivas para a resolução e, com isso, podem surgir várias soluções alternativas e válidas, por isso devem ser descritas como "uma solução" em vez de "a solução" (CIRILLO *et al.*, 2016).

Santos e Bisognin (2007) argumentam que fazer uso da Modelagem Matemática em sala de aula com maior frequência possa promover o interesse, a vontade de aprender, ou seja, a promoção do elo entre o ensino e a aprendizagem, percebendo a aplicabilidade e explorações que podem ser feitas. Existem pesquisas que versam sobre o uso da modelagem em aulas de Matemática em diferentes níveis de ensino, tanto em aulas regulares (ALMEIDA; SILVA, 2010, ALMEIDA; TORTOLA, 2014, ALMEIDA; SILVA, 2017, BORSSOI, ALMEIDA, 2004, CIRILLO *et al.*, 2016, SILVA, 2017), quanto em momentos extraclasse (ARAÚJO; CAMPOS, 2015, BLUM; BORROMEO FERRI, 2016; GEIGER; ÄRLEBÄCK; FREJD, 2016, SCHROETTER *et al.*, 2016).

No entanto, os professores têm que tomar cuidado para que os alunos estejam ativamente envolvidos com a atividade, que estejam em ação, pois, segundo Blum e Borromeo Ferri (2016, p. 71) “[...] a modelagem não é um esporte de espectador e só pode ser aprendida envolvendo-se em atividades de modelagem”. Para os autores, deve haver um equilíbrio permanente entre a orientação do professor e a independência dos alunos e “para poder reagir de forma adaptativa, o professor deve planejar a atividade detalhadamente, incluindo uma antecipação das possíveis reações iniciais, dificuldades e respostas dos alunos” (BLUM; BORROMEO FERRI, 2016, p. 71).

Neste sentido, o professor (um dos autores deste artigo) planejou a atividade a ser desenvolvida com os alunos de um curso técnico integrado em Informática em nível médio, desencadeando atividades de modelagem matemática pelos diferentes grupos.

Para apresentar reflexões quanto ao objetivo da pesquisa, na seção a seguir destacamos os aspectos metodológicos e descrição dos encaminhamentos dos grupos analisados. Em seguida, considerando que os encaminhamentos dos grupos se configuram como atividade de modelagem matemática, o quadro teórico sobre mobilização de conhecimento é apresentado à medida que realizamos a análise da produção dos alunos. Finalizamos com algumas considerações sobre a pesquisa e as referências citadas.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS E A ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

As informações que subsidiam nossas análises e considerações são decorrentes de registros da produção de 36 alunos, reunidos em seis grupos, cuja constituição foi prerrogativa deles, que cursavam o 2º ano do curso de Educação Profissional Técnico em Informática em nível médio de uma instituição Federal de ensino, ao desenvolverem uma atividade de modelagem matemática na disciplina de Matemática, durante o primeiro semestre de 2017.

No decorrer dos quatro anos do curso, além das disciplinas básicas para o nível médio, são oferecidas disciplinas com viés tecnológico, também nominadas como “técnicas”, que atendem a área da informática.

Os estudantes do 2º ano são oriundos do próprio município proponente do curso Técnico em Informática e de outras cidades da região. O intuito do curso é contribuir, por meio da Educação,

para o desenvolvimento socioeconômico da região, cuja economia gira em torno da agricultura, que é gerenciada por cooperativas e empresas. Segundo documento institucional, para atender esse objetivo e compromisso, o curso busca formar profissionais capazes de desenvolver atividades de caráter técnico e profissional na área da informática, bem como, proporcionar um pensamento sintético, crítico e reflexivo, capaz de interagir com o mundo de trabalho.

A ementa da disciplina de Matemática do referido curso contempla ensino de trigonometria, estudo de relações em triângulos quaisquer, matrizes, determinantes, sistemas lineares e matemática financeira, com carga horária de 111 horas/aula ao ano, distribuída em 3 horas/aula semanais.

Os registros produzidos pelos grupos de alunos compreendem manuscritos, arquivos eletrônicos, arquivo de apresentação do trabalho e uma maquete, além disso foram realizadas gravações de áudios das aulas. Os alunos foram esclarecidos quanto à investigação realizada e assinaram um termo de consentimento. A análise empreendida é de cunho qualitativo e interpretativo pautada nas considerações sobre Modelagem Matemática e mobilização de conhecimentos.

Ao nos referirmos aos grupos de alunos e seus registros, usamos a denominação Grupo n (entre 1 e 6). Quanto aos alunos, são referenciados no corpo do texto com a denominação Aluno(a) m (com m entre 1 e 36). O docente será referenciado como Professor.

A atividade desenvolvida pelos alunos em sala de aula, na segunda quinzena do mês de junho, se deu em três momentos: (i) familiarização com a situação-problema (14/06/2017); (ii) desenvolvimento e questionamentos (19/06/2017); (iii) apresentação dos resultados (21/06/2017). Parte das atividades foi desenvolvida em horário extraclasse, utilizando as dependências da instituição – laboratórios de informática com acesso à internet e biblioteca, que conta com salas de estudo. Além disso, o professor orientou o encaminhamento das atividades em horários de permanência ou quando solicitado pelos grupos.

No primeiro momento houve uma discussão inicial com duração de uma hora/aula, realizada após a conclusão dos estudos sobre trigonometria (semelhanças de triângulos, funções, equações, inequações, tabela trigonométrica, relações fundamentais e gráficos das funções seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente).

Com intuito de investigar a percepção acerca da importância da trigonometria, os alunos foram questionados pelo professor sobre aplicações desses estudos, conforme excertos de diálogos, transcritos a seguir:

Aluno 1: Para medir a altura de um prédio.

Aluno 2: Para medir a altura de uma árvore.

Aluna 3: Eu sei que tem como medir a altura de um prédio com um prato de água... mas agora não lembro como... acabei lendo uma vez.

[...]

Aluna 4: Para construção de casa...

Professor: Onde você identifica a trigonometria na construção de casa?

Aluna 4: Quando faz a escada... ou então no telhado...

Nesse momento, conforme os objetivos do professor, foram realizadas intervenções sobre uso da trigonometria no telhado, visto que a aluna mencionou elementos importantes que estavam relacionados com a atividade que o professor pretendia desenvolver. Assim dando continuidade à discussão:

Professor: Sobre o telhado, o que você pode identificar de Trigonometria?

Aluna 4: Ah professor, eu sei que os telhados têm alguns que são mais altos e outros mais baixos ...

Professor: Mas por que essa diferença?

Aluna 4: É que na neve é preciso ser mais alto para a neve escorregar... aqui (no Brasil) não é preciso...

Professor: Mas eu poderia construir um telhado mais alto aqui no Brasil?

Aluna 5: Acho que pode.

Nessa mesma aula (do primeiro momento), os alunos receberam a situação a ser investigada, como na Figura 1, para se inteirar da mesma, bem como o problema a ser investigado. Para isso, foi sugerido um modelo de telhado que poderia ser utilizado pelos grupos, assim como, informações sobre a relação de inclinação para um único tipo de telha e a quantidade por metro quadrado, fornecido por diferentes fabricantes.

Os dados apresentados na Figura 1 poderiam subsidiar os alunos para o desenvolvimento da atividade, o que não impedia que os grupos buscassem outros modelos de telhados e escolhessem outro tipo de telha para apresentar uma solução para o problema: *Qual o custo para realizar a construção do telhado de uma casa?*

Mesmo que a situação-problema e o problema tenham sido definidos pelo professor, as discussões que anteciparam o desenvolvimento da atividade, de certa forma, envolveram os alunos de tal maneira que esses passaram “a exercer um papel ativo e a lidar com um tema de seu próprio interesse” (HERMINIO; BORBA, 2010, p. 113).

No segundo momento, que teve duração de duas horas/aula, os seis grupos levaram para a sala de aula informações para o tipo de telhado que estavam considerando: a telha escolhida e um esboço dos cálculos já realizados. O Quadro 1 traz as diferentes opções de telhados, bem como resultados iniciais do desenvolvimento das atividades de modelagem.

Esse momento foi destinado aos alunos apresentarem os encaminhamentos para desenvolver as atividades de modelagem, bem como às intervenções do professor. Conhecer os encaminhamentos possibilita que intervenções adaptativas sejam feitas no sentido de “ajudar o aluno a superar uma dificuldade e continuar seu trabalho de forma independente caso outro tipo de suporte não tenha ajudado” (BLUM; BORROMEO FERRI, 2016, p. 71). Segundo os autores, para “poder reagir de forma adaptativa, o professor deve planejar a aula detalhadamente, incluindo uma antecipação das possíveis reações iniciais, dificuldades e respostas dos alunos” (BLUM; BORROMEO FERRI, 2016, p. 71). Como já conhecia a situação-problema, as intervenções adaptativas foram antecipadas pelo professor com o intuito de “validar” os encaminhamentos dos alunos.

O terceiro momento, com duração de duas horas/aula, foi dedicado à apresentação das atividades de modelagem pelos grupos, com a comunicação da solução dada ao problema: *Qual o custo para realizar a construção do telhado de uma casa? A comunicação “implica, essencialmente, em desenvolver uma argumentação que possa convencer aos próprios modeladores e àqueles cujos resultados são acessíveis que a solução apresentada é razoável e consistente”* (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 7-8).

Considerando nosso objetivo de investigação – *evidenciar conhecimentos mobilizados por alunos ao desenvolverem uma atividade de modelagem matemática* –, bem como os alcances e propósitos desta pesquisa, descrevemos e analisamos três atividades, correspondentes ao Grupo

3, ao Grupo 5 e ao Grupo 6. Esses três grupos foram escolhidos devido às diferentes estratégias de representação usadas pelos mesmos para desenvolver a atividade e apresentar uma solução para o problema que se propuseram a investigar.

Figura 1: Informações apresentadas aos alunos

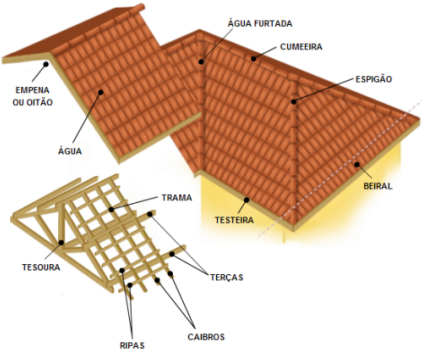
CONSTRUÇÃO DE TELHADOS

Quando o assunto é construção civil, edificação de casas residenciais ou até mesmo de prédios, um dos componentes mais importantes e que mais precisam de atenção é o telhado.

O telhado tem a finalidade de proteger tanto das chuvas, como dos raios de sol e adversidades do clima. Certamente, quando o assunto é o tal telhado ainda existem várias dúvidas e inseguranças que circundam até mesmo com as pessoas mais experientes na área. Sabemos que o telhado é uma parte indispensável para qualquer abrigo, por isso, a escolha do telhado mais apropriado para cada situação, o tipo de telha, seu formato e preço devem ser levados em consideração. O objetivo é que seja evitado todo tipo de patologias em sua casa, como, por exemplo, goteiras, umidade, vento, entrada de ar e frio.

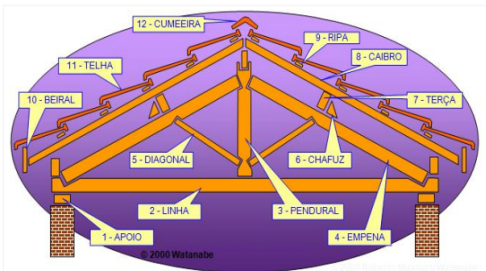
Em um telhado, deve-se realizar algumas opções para que seja feito um esboço (projeto) do que será construído. A quantidade de águas (caimentos), tipo de madeiramento necessário, se entre o telhado vai abrigar a caixa de água, e ainda o tipo de telha.

Esquema de montagem e das peças de um telhado colonial.



Fonte: Disponível em: <http://engenhariae.com.br/editorial/colunas/conheca-as-partes-que-formam-um-telhado/>

Esquema das peças de um telhado.



Fonte: Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/telhado/index.php>

Quadro: Caimento mínimo por diferentes fabricantes para a telha francesa

| Fabricante | Quantidade de telhas por metro quadrado | Peso de uma telha (seca) | Dimensões | Caimento mínimo do telhado |
|--------------|---|--------------------------|-----------|----------------------------|
| Fabricante 1 | 18 | 2550 | 38 X 22 | 30% |
| Fabricante 2 | 16 | 2700 | 40 X 24 | 30% |
| Fabricante 3 | 16 | 2600 | 40 X 25 | 30% |
| Fabricante 4 | 16 | 2800 | 38 X 24 | 45% |
| Fabricante 5 | 17 | 2400 | 40 X 22 | 36% |
| Fabricante 6 | 17 | 2500 | 40 X 22 | 50% |

PROBLEMA: Qual o custo para realizar a construção do telhado de uma casa?

Quadro 1: Diferentes telhados escolhidos pelos grupos e encaminhamentos iniciais

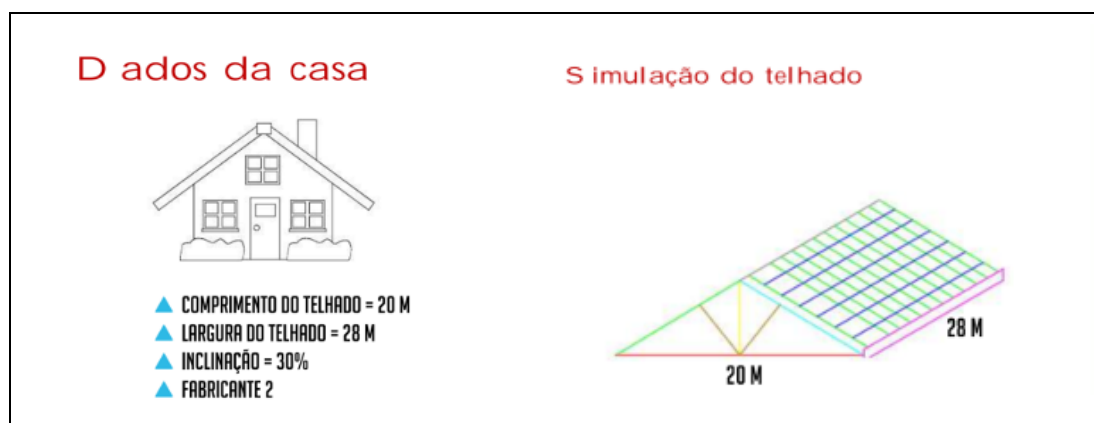
| Grupo | Tipo de telhado | Resultados iniciais |
|-------|------------------------|---|
| 1 | Chalé (duas águas) | Realizaram os cálculos, planta baixa e apresentação em <i>slides</i> . |
| 2 | Telhado com duas águas | Registros escritos dos cálculos e uma casa de boneca, feita de madeira. |
| 3 | | Trouxeram os cálculos e custos já anotados, e ainda, projeto da casa no aplicativo <i>Minecraft</i> e apresentação em <i>slides</i> dos resultados. |
| 4 | | Trouxeram os cálculos e o esboço de todo madeiramento do telhado representado por uma imagem no papel. |
| 5 | | Desenvolveram cálculos e apresentaram um esboço do madeiramento em papel. |
| 6 | Telhado em L | Trouxeram os cálculos feitos no papel, o projeto do telhado feito no aplicativo Cinema 4D e uma maquete. |

Fonte: os autores.

2.1 Atividade de modelagem do grupo 3

O Grupo 3, constituído por sete alunos – Aluno 2, Aluna 3, Aluna 4, Aluno 6, Aluno 7, Aluno 8, Aluno 10 –, optou pelo telhado de duas águas, que é convencional em grande parte das casas. As dimensões consideradas para o desenvolvimento da atividade de modelagem foram de uma casa com 20 metros (de frente) por 28 metros (de profundidade). A escolha do tipo de telhado e as dimensões consideradas pelo grupo correspondem às hipóteses formuladas para encaminhar a resolução do problema.

As medidas não são comuns para uma casa, mas o grupo argumentou que pensaram numa casa com mais espaço e cômodos. Na Figura 2, que corresponde aos *slides* elaborados pelos alunos por meio do *software Power Point*, são apresentadas as dimensões, a inclinação adotada e a telha escolhida (fabricante 2), bem como uma simulação do telhado feita pelos alunos.

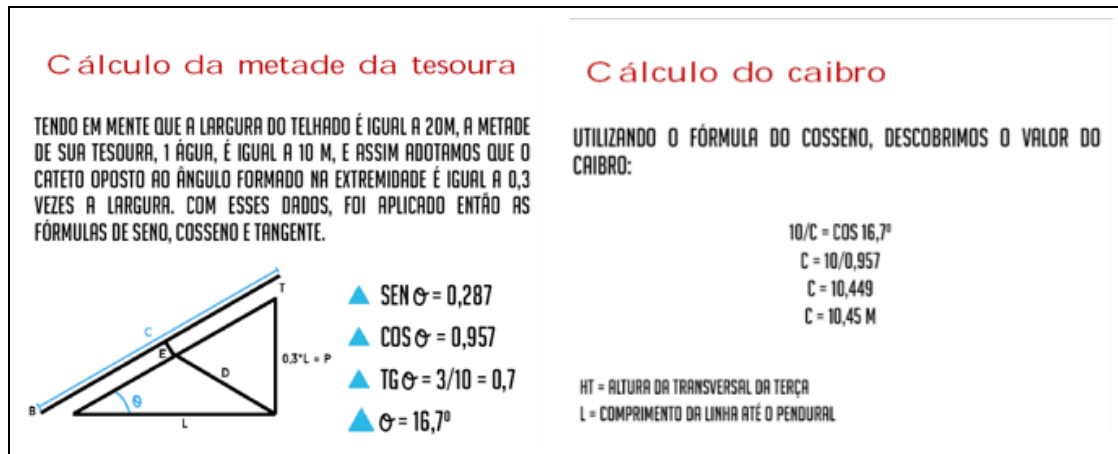
Figura 2: Informações sobre o telhado do Grupo 3

Fonte: *Slides* formulados pelo Grupo 3.

Diante das informações consideradas para o cálculo do custo do telhado, os alunos determinaram o ângulo de inclinação da tesoura ($16,7^\circ$) – que compreende o madeiramento que

sustenta o peso das telhas – e, utilizando relações trigonométricas, conforme mostra a Figura 3, determinaram a medida de cada caibro (10,45m) que sustentaria as telhas do referido telhado.

Figura 3: Informações sobre os cálculos para a obtenção da medida do caibro do Grupo 3



Fonte: Slides formulados pelo Grupo 3.

O número de telhas foi determinado considerando a área ocupada pelo telhado (560 m²) e o número indicado pelo fabricante 2 (16 telhas por metro quadrado), obtendo o total de 8960 telhas, conforme mostra a Figura 4. Para determinar a quantidade de ripas utilizadas na construção do telhado, o grupo considerou que o espaçamento entre as mesmas ao longo do caibro seria de 40 cm e obteve 26 ripas (Figura 5).

Figura 4: Cálculo do número de telhas

Quantidade de telha

SABENDO QUE NA TELHA DA FABRICANTE 2, CADA METRO QUADRADO EQUIVALE A 16 TELHAS, FOI CALCULADO A ÁREA DO TELHADO E MULTIPLICADO POR 16.

$$A = 20 \times 28 = 560 \text{ M}^2$$

$$560 \times 16 = 8960 \text{ TELHAS}$$

Fonte: Slide apresentado pelo Grupo 3.

Figura 5: Cálculo da quant. de ripas

Quantidade de ripa

SABENDO QUE HÁ UMA PERDA NO COMPRIMENTO DA TELHA, CONSIDERANDO QUE HÁ UMA PERDA DE 10 CM.

$$R = 10,45 : 0,40$$

$$R = 26$$

Fonte: Slide apresentado pelo Grupo 3

O material considerado pelo grupo na construção do telhado – telhas, caibros e ripas – foi organizado num quadro (Figura 6), assim como os custos unitários, obtidos pelos alunos em lojas da cidade. A solução do problema foi que o custo para a construção do telhado seria de R\$15124,30.

Com o intuito de visualizar o protótipo da casa com as dimensões escolhidas, o grupo lançou mão do recurso digital *Minecraft* (<https://minecraft.net/pt-br/>) para a representação em 3D (Figura 7). O *Minecraft* é um jogo que permite construir edificações ou mesmo cidades.

Figura 6: Valores calculados pelo Grupo 3

Custo total

APÓS CALCULAR TODAS AS QUANTIDADES, ESTAS FORAM MULTIPLICADAS PELO VALOR APROXIMADO DE CADA PEÇA.

| PEÇA | PREÇO |
|--------|----------|
| TELHA | R\$ 1,50 |
| CAIBRO | R\$ 0,90 |
| RIPA | R\$ 2,30 |

TELHA = $8960 \times 1,50 = 13440$
 CAIBRO = $11 \times 0,90 = 9,9$
 RIPA = $26 \times 28 \times 2,3 = 1674,4$

CUSTO TOTAL = R\$15124,3

Fonte: Slides formulados pelo Grupo 3.

Com o intuito de visualizar o protótipo da casa com as dimensões escolhidas, o grupo lançou mão do recurso digital *Minecraft* (<https://minecraft.net/pt-br/>) para a representação em 3D (Figura 7). O *Minecraft* é um jogo que permite construir edificações ou mesmo cidades.

Figura 7: Simulação realizada a partir do aplicativo *Minecraft*



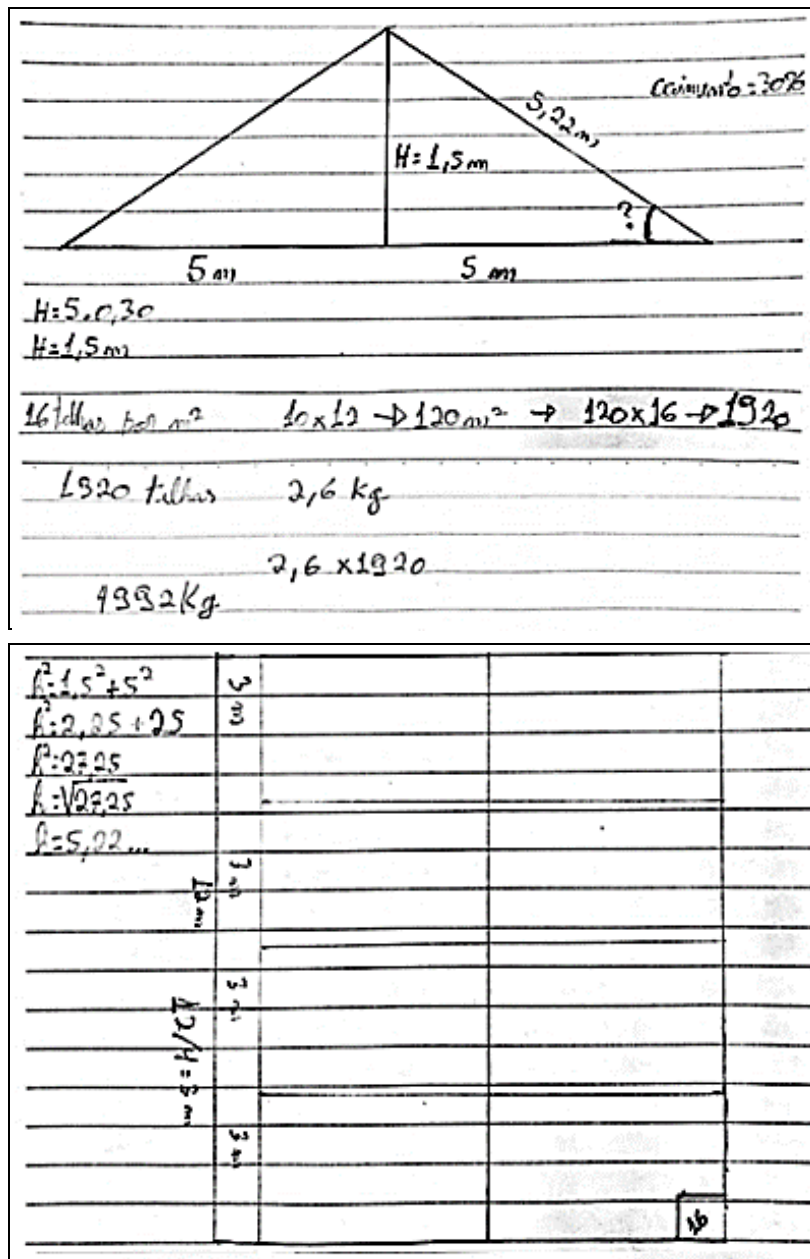
Fonte: Slides formulados pelo grupo 3.

2.2 Atividade de modelagem do grupo 5

Para iniciar o desenvolvimento da atividade, um dos três integrantes do Grupo 5⁵ – Aluna 5, Aluno 13, Aluno 14 – fez contato com um profissional da área de Engenharia Civil. Levando em conta as informações obtidas com o profissional, o grupo decidiu, por hipótese, pelo telhado de duas águas, com um caimento de telhado de 30%, considerando as dimensões de 10 metros por 12 metros.

Com essas informações, fizeram um esboço da tesoura e realizaram os cálculos do madeiramento, utilizando relações trigonométricas no triângulo retângulo. A Figura 8 mostra um primeiro esboço feito pelo grupo.

Figura 8: Esboço do Grupo 5 para o telhado



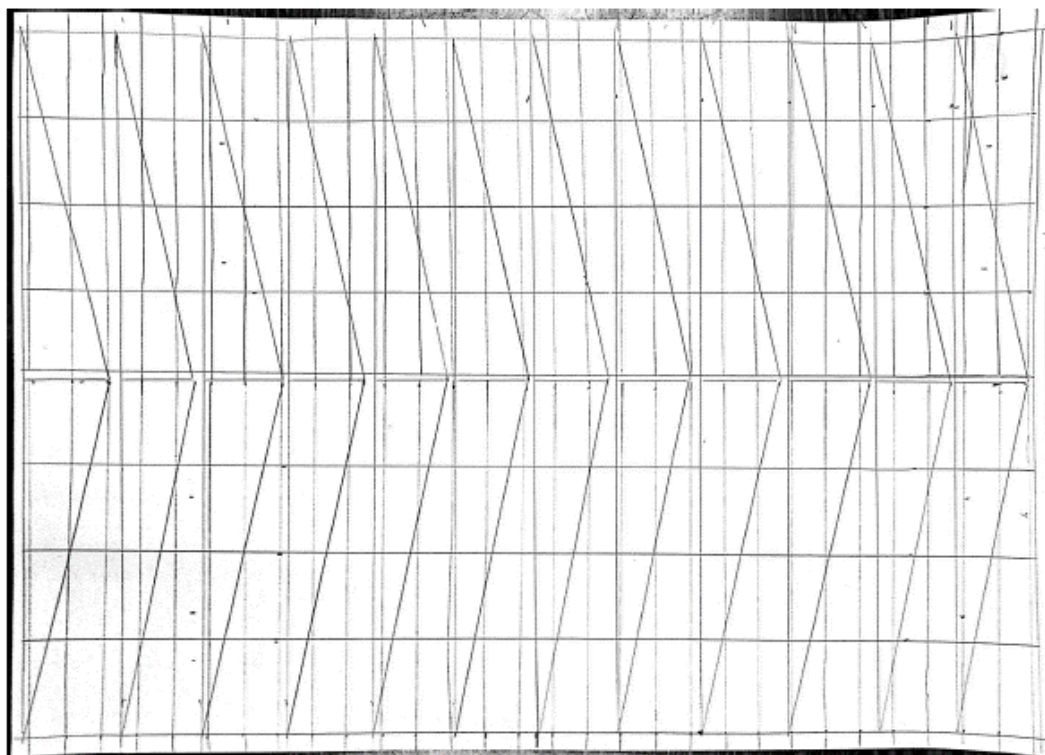
Fonte: Recortes de registros dos alunos.

⁵ No início, o Grupo 5 era constituído por cinco integrantes, no entanto, no decorrer do período de desenvolvimento da atividade, duas alunas pediram transferência e deixaram de cursar as aulas.

Os resultados indicaram que seriam necessárias 1920 telhas. E como cada telha tem 2,6 kg o telhado teria 4992 kg. Porém, esse resultado não considerou a área a ser coberta pelas telhas, a qual deveria ser obtida levando em conta a inclinação que foi sugerida pelo fabricante, ou seja, não seria a mesma dimensão de 10 por 12 metros para a casa.

Desse modo, após questionamentos do professor, quanto às informações consideradas, o grupo sentiu necessidade de revisar seus procedimentos e optaram por fazer um novo traçado com todo o madeiramento necessário para o telhado escolhido (como mostra a Figura 9). Com isso, perceberam os espaçamentos, assim como, a posição das tesouras, das terças e das vigas.

Figura 9: Esboço do madeiramento do telhado escolhido pelo Grupo 5



Fonte: Registros dos alunos.

O cálculo da quantidade de telhas levou em conta que, para cada metro quadrado, são necessárias 16 telhas (fabricante 3), cada telha tem uma massa aproximada de 2,6 kg, com um caimento sugerido de 30% para o telhado.

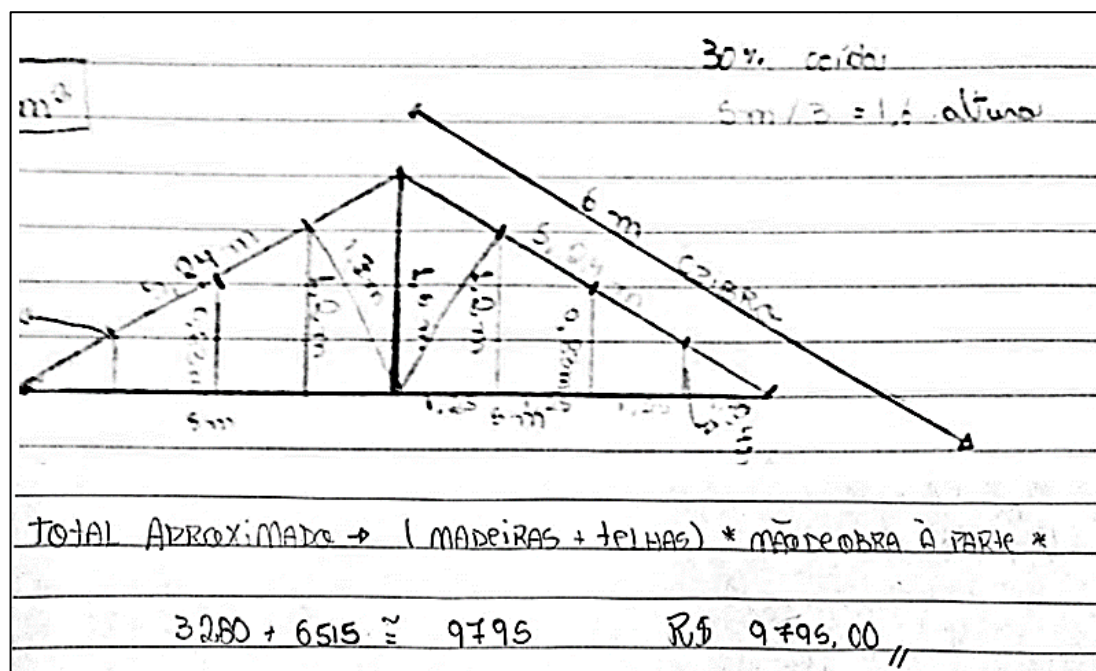
Outra informação que o grupo considerou foi o percentual de telhas que podem vir quebradas durante o transporte (consideraram em média 3%, a partir de informações obtidas com o profissional). Nesse sentido, foi feito esse acréscimo ao total calculado, além disso, o grupo considerou a cumeeira como parte integrante do telhado. A Figura 10 traz recortes dos registros dos alunos em que constam valores obtidos por meio do cálculo da quantidade de madeira e de telhas.

A quantidade necessária de madeira para o telhado foi registrada pelo grupo como na Figura 10, mas, para facilitar a visualização organizamos essas informações no Quadro 2.

O modelo de telha considerado tem um custo unitário de R\$ 2,50. A demanda é 2605 unidades para cobrir todo telhado, com custo de aproximadamente R\$ 6515,00.

Como mostra a Figura 10, o custo total de R\$ 9795,00 foi estimado pelo grupo como um valor aproximado, visto que era possível ocorrer perdas e desperdício de material durante a obra e, além disso, o valor calculado não incluía mão de obra.

Figura 10: Custos dos componentes do telhado escolhido pelo Grupo 5



Fonte: Recortes de registros dos alunos.

Quadro 2: Resultados sobre os custos obtidos pelo Grupo 5

| Madeira | Preço por metro | Quantidade necessária (metros) | Custo (R\$) |
|--------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| Vigas | R\$ 5,00 | 336 | R\$ 1680,00 |
| Caibros | R\$ 2,40 | 324 | R\$ 777,60 |
| Ripa | R\$ 1,30 | 520 | R\$ 676,00 |
| Meia tábuas | R\$ 3,00 | 48 | R\$144,00 |
| TOTAL | | | R\$ 3280,00 |

Fonte: Organizado pelos autores a partir dos registros dos alunos

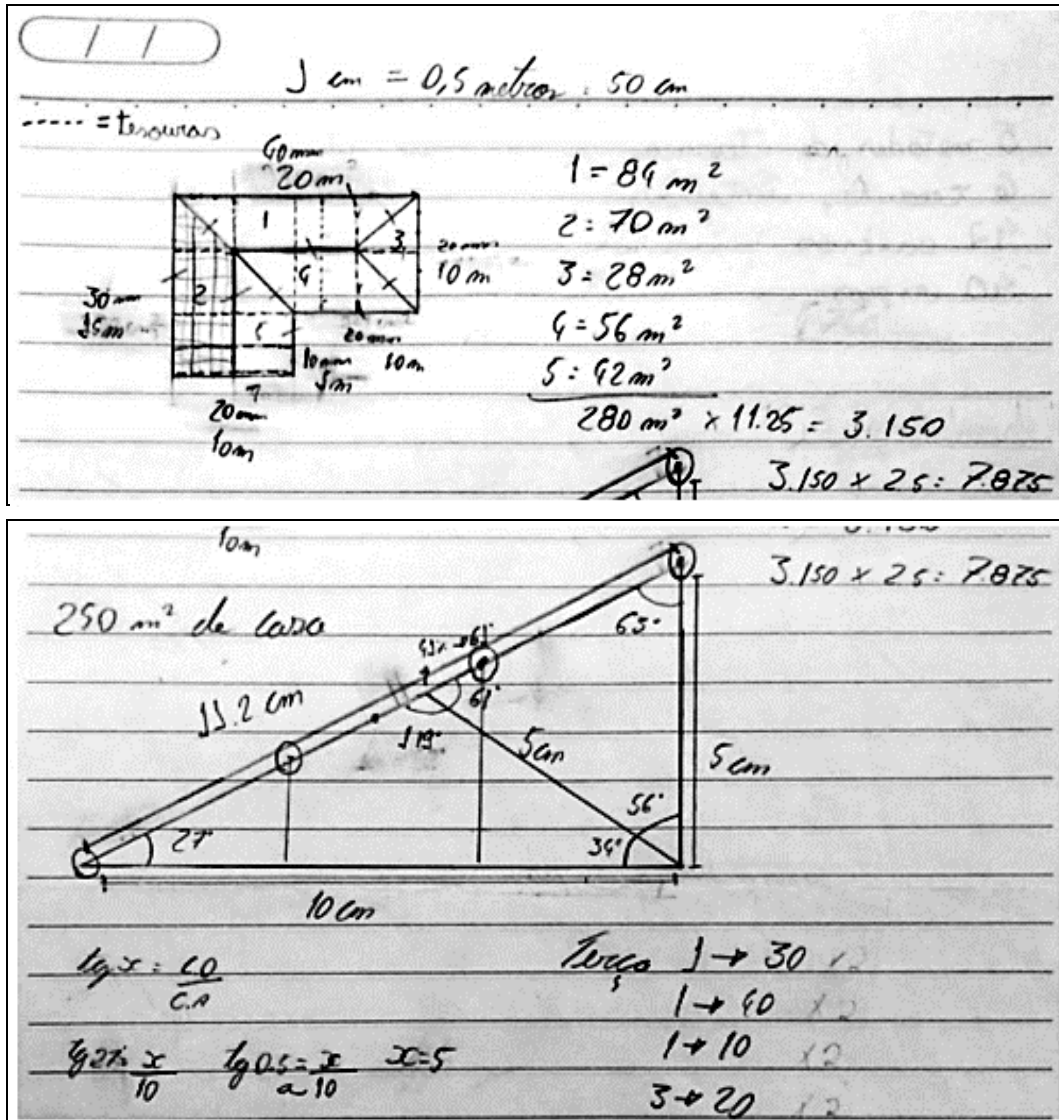
2.3 Atividade de modelagem do grupo 6

No segundo momento da atividade, os quatro integrantes do Grupo 6 – Aluno 1, Aluno 9, Aluno 11, Aluno 12 – trouxeram anotações com cálculos sobre a tesoura necessária para sustentar as telhas, considerando como hipótese os dados fornecidos pelo fabricante 6 e um modelo de telhado em formato de “L”.

No cálculo do número de telhas, o grupo dividiu o telhado em regiões, que totalizou 3150 m². Considerando o caimento adotado, alguns conceitos de trigonometria foram necessários: relações trigonométricas do triângulo retângulo para o cálculo do caibro; relações para triângulos quaisquer para obter a empena (Figura 11).

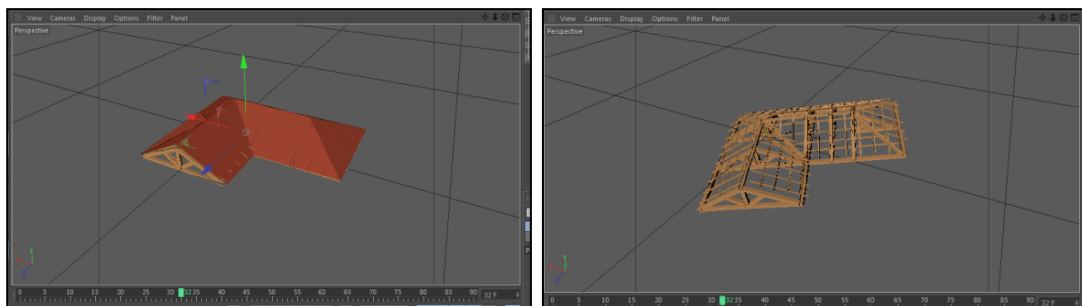
Para visualizar como estariam dispostos os elementos do telhado (trama, cumeeira, fundo e o telhado escolhido) o Grupo 6 fez uma simulação utilizando o aplicativo *Cinema 4D* – programa computacional multiplataforma desenvolvido para modelagem 3D –. Com a simulação foi possível visualizar cada elemento do telhado, esconder os demais e rotacionar o telhado (Figura 12).

Figura 11: Cálculos iniciais do telhado e madeiramento do Grupo 6



Fonte: Recortes de registros dos alunos

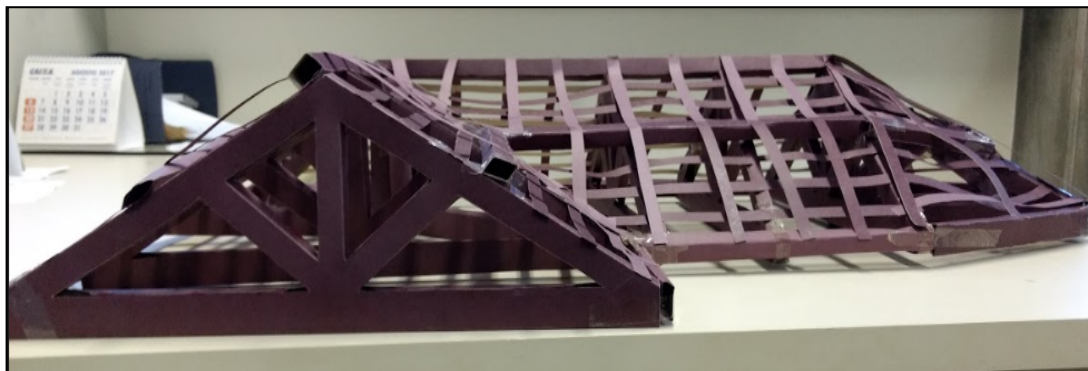
Figura 12: Projeção em 3D, feita no aplicativo Cinema 4D, à esquerda a representação do telhado, e à direita, a representação da trama.



Fonte: Relatório do Grupo 6

Complementarmente, o grupo representou o telhado por meio de uma maquete na escala de 2 cm para 1 m, que foi finalizada na aula (segundo momento). Nessa representação (Figura 13) foi possível ter uma noção apenas do madeiramento do telhado.

Figura 13: Representação da trama por meio de maquete



Fonte: Arquivo do professor.

Na obtenção do modelo matemático, considerando os dados fornecidos pelo fabricante (6), para a área calculada de 3150 m², seriam necessárias 4760 telhas, com custo unitário de R\$ 1,10. A Figura 14 mostra considerações feitas pelo grupo para a dedução do modelo matemático.

Figura 14: Dedução do modelo matemático

Dedução do modelo matemático:

Para elaborarmos as tesouras foi usado trigonometria em geral. Para calcular as dimensões tanto da diagonal, pendural e da linha, usou-se a lei dos senos, assim como para calcular o ângulo de abertura da diagonal. Como foi usado fabricante 6 das telhas, e considerando um caimento de 50% considerando que a cada 20% das terças terá uma tesoura.

Fonte: Relatório entregue pelo Grupo 6

Um dos integrantes desse grupo – Aluno 11 – tinha acesso a um depósito de material de construção, onde obteve outras informações sobre valores unitários dos componentes do telhado, que permitiram precisar outros custos: para a cumeeira, com preço de R\$ 1,10 por quilograma, seriam necessários 208 kg; para os caibros e vigas, custando R\$ 600,00 por metro cúbico de madeira de *pinus*, seriam necessários 1,3 m³ para o telhado.

Considerar que a cada 20% das terças teria uma tesoura, foi uma das informações que o grupo obteve com um profissional da área de Engenharia Civil, segundo o qual são orientações usuais para quem executa obras. Os resultados obtidos pelo grupo são apresentados na Figura 15.

Figura 15: Custo detalhado do telhado

Para a construção desse telhado utilizamos a telha do fabricante 6, o nosso custo calculado foi:

Madeiramento: cerca de R\$ 800,00 em pinus.

Telhas: cerca de R\$ 5.236,00, com o preço unitário de R\$ 1,10.

Cumeiras: cerca de R\$ 228,80, com o preço unitário de R\$ 1,10.

Fonte: Relatório entregue pelo Grupo 6

O grupo utilizou a expressão *cerca de* em sua conjectura, justificando que na construção civil há perdas e desperdício de material, porém como não seriam considerados nem a mão de obra nem o custo de outros materiais, optaram por calcular apenas o material necessário sem haver sobras. Considerando os valores apresentados na Figura 15 para madeiramento, telhas e cumeeiras, o grupo chegou ao total de R\$ 6264,00 para o tipo de telha, madeira e formato do telhado escolhido.

3 CONHECIMENTOS MOBILIZADOS NA ATIVIDADE SOBRE CONSTRUÇÃO DE TELHADOS

Diante de um problema a ser resolvido – *Qual o custo para realizar a construção do telhado de uma casa?* –, os alunos, em grupos, realizaram ações diversas que complementaram e deram encaminhamentos à atividade. Tais ações, de certa forma, colocaram em movimento, preparando para o serviço ou para a ação (NAIDORF, 2014), diferentes conhecimentos. Nesse sentido, houve mobilização de conhecimentos de forma que estes tornaram-se úteis “aumentando seu valor em relação à sua utilidade” (NAIDORF, 2014, p. 14) para se chegar a uma solução para o problema.

Dependendo do contexto em que os conhecimentos são mobilizados, diferentes ações podem ser empreendidas. Essas diferentes ações podem ser efetivadas dentro de uma mesma atividade. Ao propor e desenvolver atividades no contexto de formação continuada com professores de matemática com o intuito de integrar o *software* GeoGebra nas aulas, Cyrino e Baldini (2017, p. 38) evidenciaram que “comparar os diferentes modos de ‘pensar’ e resolver a mesma tarefa possibilitou a mobilização de conhecimento pedagógico do conteúdo”. Todavia, no âmbito de atividades de modelagem matemática em sala, com os alunos,

[...] uma mesma situação-problema pode desencadear diferentes problemas e diferentes resoluções. Isso denota o caráter subjetivo da atividade de modelagem matemática, no sentido de que o modelo matemático é, de certo modo, um retrato da realidade sob a ótica daquele que a desenvolve (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 11).

Esse retrato da realidade foi evidenciado nas diferentes formas de resolução apresentadas pelos grupos cujas atividades foram descritas na seção 2. Para Almeida e Silva (2017, p. 216), os encaminhamentos realizados pelos alunos no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática são “amparados nos conhecimentos acerca da situação e dos objetos matemáticos utilizados para encontrar uma solução para o problema definido”. Para além dos conhecimentos matemáticos que emergiram da situação e que são estudados na escola, foram mobilizados conhecimentos a partir de pessoas especializadas na área de construção civil e conhecimentos sobre recursos tecnológicos.

Os conhecimentos matemáticos relativos àqueles abordados no estudo de Trigonometria, tais como relações trigonométricas no triângulo retângulo, semelhanças de triângulos e trigonometria em triângulos quaisquer, se fizeram presentes e serviram como suporte para solucionar o problema estudado pelos três grupos analisados, após definirem o tipo de telhado. Corroboramos com Silva e Trivelato (2017, p. 140), que “a ciência que é ensinada na escola precisa contribuir para que os indivíduos possam, em sua vida cotidiana, articular conhecimentos para a tomada de decisões”. Os conhecimentos matemáticos mobilizados auxiliaram os alunos a tomarem decisões relativas ao custo do telhado que estavam investigando, com o objetivo de apresentar uma solução para o problema matemático oriundo da atividade planejada pelo professor.

Embora o Grupo 3 tenha simulado o telhado de uma casa com medidas não usuais (20m x 28m), denotando o retrato da realidade que pretendiam investigar no sentido de atribuir mais espaços e cômodos para a casa, fez uso dos conhecimentos matemáticos relativos às relações trigonométricas no triângulo retângulo para determinar a inclinação da tesoura, bem como o tamanho do caibro.

Com vistas a vislumbrar um encaminhamento para o desenvolvimento da atividade, o Grupo 5 empreendeu esforços com o intuito de conhecer conceitos da área de Engenharia Civil com relação à construção dos telhados e, para tanto, estabeleceram contato com um profissional da área. Com isso, diferentemente do Grupo 3, o Grupo 5 estabeleceu medidas para uma casa convencional (10m x 12m).

O que podemos evidenciar é que a atividade de modelagem possibilitou a mobilização de conhecimento para além da comunidade escolar. Isso vai ao encontro da afirmação de que a mobilização do conhecimento, considerando sua utilidade, “envolve uma parceria entre pesquisadores e pesquisa, e conecta o campus e a comunidade” (NAIDORF, 2014, p. 8). A comunidade que comercializa os materiais de construção também foi consultada com o intuito de determinar um custo para o telhado.

Os três grupos analisados não consideraram todos os materiais utilizados nem o custo de mão de obra, estabelecendo simplificações para o desenvolvimento da atividade de modelagem matemática. Borromeo Ferri (2006) afirma que as simplificações auxiliam no estudo do problema em atividades de modelagem matemática. De fato, as simplificações quanto a estes aspectos não remetiam a elementos do telhado que careciam de conhecimentos de trigonometria, de modo que o professor não fez intervenções adaptativas no sentido de sugerir que tais aspectos fossem levados em conta.

De certa forma, o contato com o profissional, estabelecido pelo Grupo 5, auxiliou os alunos a refutarem uma possível solução para o problema, quando concluíram que a solução *1920 telhas com massa de 4992 kg* não seria suficiente para cobrir o telhado com a inclinação determinada pelo fabricante e que foi escolhida a partir das informações apresentadas na Figura 1. Em estudo relatado por Rosa e Orey (2017, p. 159), “diferentes atividades de sala de aula foram planejadas para incentivar os alunos a pesquisar, explorar e interpretar o conhecimento trigonométrico entrevistando profissionais que atuam na construção civil”. Os autores apontam que os estudantes de um grupo que decidiu trabalhar com relações trigonométricas envolvidas na construção da empena do telhado, levando em conta os conhecimentos dos operários com quem conversaram, mostraram que foram capazes de compreender a conexão entre o conhecimento local (aquele praticado pelos profissionais da área) e o conhecimento acadêmico. Neste sentido, podemos evidenciar que conhecimentos de profissionais foram mobilizados pelos membros do Grupo 5 no desenvolvimento da atividade de modelagem analisada.

Conhecimentos relativos a diferentes recursos tecnológicos como o jogo *Minecraft*, o aplicativo *Cinema 4D*, a construção de maquetes, bem como o uso do *Power Point* para realizar a comunicação dos resultados, auxiliaram na visualização dos telhados a serem construídos considerando informações especificadas por cada um dos três grupos.

Uma das integrantes do Grupo 3 – Aluna 4 – tem conhecimento das regras e dinâmicas do uso do jogo *Minecraft* para realizar representações por meio de blocos em 3D. Aproveitando desses conhecimentos, fez a representação da casa com medidas fictícias para auxiliar na visualização dessa construção. Embora o *Minecraft* não seja um aplicativo para fins educacionais, permitiu aos

alunos utilizar a tecnologia criando modelos e estratégias (SILVA *et al.*, 2016) com o intuito de auxiliar na visualização espacial.

A mobilização de conhecimentos de uma disciplina do curso Técnico em Informática ocorreu por um dos integrantes do Grupo 6 – Aluno 9 – ao representar, em diferentes janelas do aplicativo *Cinema 4D*, o telhado em forma de “L” que o grupo se propôs a estudar. De posse desses conhecimentos mobilizados, o Grupo 6 se valeu da visualização gráfica da trama, da cumeeira, da estrutura do telhado. Com isso, estabeleceram representações de forma que se aproximassem da realidade os cálculos desenvolvidos. Ao tratar de representações em Modelagem Matemática, D’Ambrosio (2015, p. 43), afirma que “a realidade é restrita a fatos e fenômenos selecionados e o resultado é um tipo de ‘realidade isolada e individualizada’”.

Todavia, mesmo fazendo uso do aplicativo, o grupo ainda optou por fazer a construção de uma maquete para tornar a visualização dinâmica. Segundo Lehnen e Madruga (2013, p. 8), o “fato de utilizar materiais concretos e a modelagem em sala de aula torna a aprendizagem mais dinâmica e atraente aos olhos de docentes e discentes”. Com essa decisão, os alunos mobilizaram outros conhecimentos matemáticos, tais como proporcionalidade e escala.

Organizar a apresentação dos resultados por meio do *Power Point* retrata que os alunos têm conhecimentos sobre esse recurso tecnológico que pode ser considerado como uma “verdadeira suíte multimídia” (SANCHES, 2016, p. 6). Segundo Sanches (2016), explorado como ferramenta educacional, o *Power Point* possibilita uma “multimídia, desenvolvendo habilidades como a autoria e o trabalho em equipe” (p. 7).

Para além dos conhecimentos mobilizados pelos alunos no desenvolvimento da atividade, o professor se aventura a lidar com uma área que possivelmente não tenha conhecimento, aprendendo com seus alunos. Lançar mão de possibilidades em que se faça necessária a mobilização de conhecimentos diversos, “cria uma nova posição que pode melhorar a relação entre produtores e usuários de conhecimento” (NAIDORF, 2014, p. 16).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada pelo docente junto ao grupo de estudos e a análise da produção dos alunos mostram que os diferentes encaminhamentos colaboraram para promover discussões acerca de conhecimentos provenientes na disciplina, numa abordagem contextualizada, colocando os alunos como sujeitos corresponsáveis pela sua aprendizagem. Além disso, diante das diferentes estratégias no desenvolvimento das atividades de modelagem de cada grupo evidenciou-se conhecimentos diversos, seja sobre a situação-problema, seja sobre os objetos matemáticos a elas associados.

No desenvolvimento de uma atividade planejada pelo professor, a mobilização de conhecimentos ocorre na medida em que os alunos se envolvem com a situação-problema e com o problema cujo objetivo é buscar uma solução.

Os conhecimentos dos alunos determinaram cada comportamento do grupo seja para a escolha do tipo de telhado (telhado de duas águas ou em formato de L), seja para simular sua visualização espacial (uso do *Power Point*, *Minecraft*, *Cinema 4D* ou maquete). De certo modo, isso está atrelado às representações que foram feitas no desenvolvimento de cada atividade. As representações correspondem à “realidade individualizada” (D’AMBROSIO, 2015, p. 43). Em outra pesquisa, D’Ambrosio (2009, p. 89) caracteriza a realidade individualizada como um “complexo de

experiências e explicações acumuladas por um indivíduo, ao longo de sua vida, como uma resposta individual às suas necessidades e vontade” Isso de certa forma determina seu comportamento.

O modo como se dá a mobilização dos conhecimentos também está atrelada aos interesses dos alunos para com a situação-problema. Procurar profissionais da área, associar conhecimentos de jogos ou mesmo se aventurar a construir uma maquete, de certa forma, são ações que configuram interesses dos alunos. Os mesmos poderiam apresentar uma solução para o problema a partir de conceitos matemáticos sobre trigonometria estudados em sala de aula, a partir dos dados apresentados na Figura 1. Todavia, não se limitaram aos conhecimentos matemáticos de âmbito escolar. Evidenciamos que houve uma busca de utilidade para os conhecimentos que possuíam com o intuito de acioná-los e empreendê-los na atividade matemática. Isso corrobora com o fato de que “[...] a modelagem não é um esporte de espectador” (BLUM; BORROMEO FERRI, 2016, p. 71).

Há de se considerar o planejamento da atividade pelo professor, que possibilitou aos alunos “exercer um papel ativo e a lidar com um tema de seu próprio interesse” (HERMINIO; BORBA, 2010, p. 113), visto que a temática foi escolhida na interação do professor com os alunos.

Com isso, evidenciamos que a mobilização de conhecimentos está associada à situação-problema, ao interesse dos alunos e ao planejamento do professor com a atividade de modelagem matemática. Isso porque, cada situação vai solicitar conhecimentos diferentes, de acordo com indivíduos diferentes e contextos diferentes. O planejamento do professor é indutor de mobilização. Um trabalho de modelagem envolvendo telhado (escolhido pelo professor), requer conhecimentos concernentes a esse tema.

Como coloca Cirillo *et al.* (2016), pessoas diferentes podem olhar para uma atividade de modelagem e terem diversas perspectivas para a resolução e, além de surgirem soluções alternativas e válidas notamos que estas podem ser determinadas pelos distintos conhecimentos que os alunos mobilizam.

Quanto à investigação que retratamos neste artigo, deve-se considerar que os dados que subsidiaram nossas análises correspondem às produções relatadas pelos alunos nos três diferentes momentos de aulas (em dias distintos) por meio de relatórios entregues e dos quais não foi feito um acompanhamento *in loco*. Investigar conhecimentos mobilizados pelos alunos em uma atividade totalmente desenvolvida em sala de aula, em que os mesmos lançam mãos daqueles constituídos em fontes diversas e que estão acessíveis, pode configurar a emergência de outras ações e de outros comportamentos, constituindo-se, assim, em possibilidades de pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. A comunicação em atividades de Modelagem Matemática: uma relação com a teoria da atividade. In: ANAIS DA CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13^a, 2011. Recife-PE, 2011. v. 1, p. 1-11.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, A. Por uma Educação Matemática Crítica: a Modelagem Matemática como alternativa. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 221-241, 2010.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. A Ação dos Signos e o Conhecimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, v. 31, n. 57, p. 202-219, 2017.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALMEIDA, L. M. W.; TORTOLA, E. Modelagem Matemática no ensino fundamental: a linguagem dos alunos como foco de análise. **Jornal Internacional de**

- Estudos em Educação Matemática**, 2014, v. 7 n. 1, p. 111-142, 2014.
- ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. In: ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. A. P. (Orgs.). **Modelagem Matemática em Foco**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014. p. 1-21.
- ARAÚJO, J. L.; CAMPOS, I. S. Negotiating the use of Mathematics in a Mathematical Modelling Project. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds.). **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: cultural, social and cognitive influences. ICTMA 16**. New York: Springer, 2015. p. 283-292.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática & implicações no ensino e na aprendizagem**. Blumenau: Edfurb, 2004.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2003.
- BLUM, W.; BORROMEO FERRI, R. Advancing the Teaching of Mathematical Modeling: research-based concepts and examples. In: NCTM. **Mathematical Modeling and Modeling Mathematics**. USA: APME, 2016, p. 65-76.
- BORROMEO FERRI, R. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38 n. 2, p. 86-95, 2006.
- BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Modelagem matemática e aprendizagem significativa: uma proposta para o estudo de equações diferenciais ordinárias. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 91-121, 2004.
- CIRILLO M.; PELESKO, J. A.; FELTON-KOESTLER, M. D.; RUBEL, L. Perspectives on modeling in school mathematics. In: NCTM. **Mathematical Modeling and Modeling Mathematics**. USA: APME, 2014, p. 3-16.
- CYRINO, M. C. C. T.; BALDINI, L. A. F. Ações da formadora e a dinâmica de uma comunidade de prática na constituição/mobilização de TPACK. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 19, n. 1, 25-48, 2017.
- D'AMBROSIO, U. Mathematical Modeling: cognitive, pedagogical, historical and political dimensions. **Journal of Mathematical Modelling and Application**. Blumenau, v. 1, n. 1, 89-98, 2009.
- D'AMBROSIO, U. Mathematical Modelling as a strategy for building-up systems of knowledge in different cultural environments. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds.). **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: cultural, social and cognitive influences. ICTMA 16**. New York: Springer, 2015, p.35-44.
- GEIGER, V.; ÄRLEBÄCK, J. B.; FREJD, P. Interpreting Curricula to find: opportunities for modeling: case studies from Australia and Sweden. In: NCTM. **Mathematical Modeling and Modeling Mathematics**. USA: APME, 2016, p. 207-216.
- GOULD, H. What a modeling task looks like. In NCTM. **Mathematical Modeling and Modeling Mathematics**. USA: APME, 2016, p. 179-186.
- HERMINIO, M. H. G. B.; BORBA, M. C. A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 1, 111-127, 2010.
- LEHNEN, C. A.; MADRUGA, Z. E. F. Modelagem matemática e construção de maquetes: relato de uma prática do curso de licenciatura. In: ANAIS DO CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA, 6º, 2013. Canoas-RS: ULBRA, 2013. v. 1, p. 1-19.
- NAIDORF, J. C. Knowledge utility: From social relevance to knowledge mobilization. **Education Policy Analysis Archives**, Arizona, v. 22, n. 89, p. 1-31, 2014.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodelling as the Mathematization of Cultural Practices. In: STILLMAN, G. A. BLUM, W.; KAISER, G. (Orgs.). **Mathematical Modelling and Applications: Crossing and Researching Boundaries in Mathematics**

- Education.** Switzerland: Springer, 2017.
- SANCHES, C. E. *PowerPoint* como ferramenta educacional e sua contextualização nas TICs. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 15, p.1-9, 2016.
- SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007.
- SCHROETTER, S. M.; STAHL, N. S.; CHRYSOSTOMO, C. S.; DUNCAN, C. R. A escrita e o pensamento matemático no ambiente virtual utilizando a modelagem matemática: experiência de uma turma de 9ºano. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 373-396, 2016.
- SILVA, A. L.; CAVALCANTE, M. T. M.; VIANA, L. H.; MOITA, F. M. G. S. C. Utilização do *Minecraft* na construção de conceitos geométricos como forma de estímulo a Aprendizagem da Matemática. In: ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 3º, 2016. Natal-RN. 2016. v. 4, p. 1-12.
- SILVA, K. A. P. Tarefas que Emergem em Atividades de Modelagem Matemática em um Ambiente Educacional de Cálculo Diferencial e Integral. **JIEEM**, v.10, n. 1, p. 23-40, 2017.
- SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 139-153, 2017.

**Submetido em abril de 2020.
Aprovado em agosto de 2020.**