INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS CANOAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL
(PROFMAT)

CRISTIANO ISLON GRÄFF

QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA?
Um ambiente de aprendizagem com foco na modelagem tridimensional

CANOAS
2025

CRISTIANO ISLON GRÄFF

QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA?
Um ambiente de aprendizagem com foco na modelagem tridimensional

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Canoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientadora: Dra. Jaqueline Molon
Coorientadora: Ma. Cláudia Brum de Oliveira Fogliarini Filha

Linha de Pesquisa: Matemática na Educação Básica e suas Tecnologias

CANOAS
2025

CIP - Catalogação na publicação

Gräff, Cristiano Islon
QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Um ambiente de aprendizagem com foco na modelagem tridimensional / Cristiano Islon Gräff. -- 2025.
167 f.
Orientadora: Jaqueline Molon.

Coorientadora: Cláudia Brum de Oliveira Fogliarini Filha.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Canoas, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, Canoas, BR-RS, 2025.

1. Educação Matemática Crítica. 2. Ambiente de Aprendizagem. 3. Cultura Maker. 4. Aprendizagem colaborativa. 5. Software RDWorks. I. Molon, Jaqueline. II. Filha, Cláudia Brum de Oliveira Fogliarini. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do SIBIFRS com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
***CAMPUS* CANOAS**
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO Nº 12

Aluno(a): Cristiano Islon Gräff

Título: **Que matemática é necessária para construir uma miniatura? Um ambiente de aprendizagem com foco na modelagem tridimensional**

Orientadora: Dra. Jaqueline Molon
Coorientadora: Ma. Cláudia Brum de Oliveira Fogliarini Filha

Data: 11/09/2025
Horário: 14h
Local (online): https://meet.google.com/xeo-pydk-zsm

Banca Examinadora	Instituição de origem
Dra. Jaqueline Molon	IFRS
Dra. Laurete Terezinha Zanol Sauer	UCS
Dr. Delair Bavaresco	IFRS
Dra. Mariana Lima Duro	IFRS

Canoas, 12 de setembro de 2025.

Parecer da banca

A banca aprova o mestrando parabenizando-o pelo excelente trabalho. Sugere que considere os apontamentos realizados junto com as orientadoras. A banca também indica a publicação do trabalho, dos resultados da pesquisa e do produto educacional.

Correções solicitadas na dissertação: ( ) Sim (x) Não
Correções solicitadas no produto educacional: ( ) Sim (x) Não

Observação: Esta Ata não pode ser considerada como instrumento final do processo de concessão de título ao aluno.

	Assinaturas
Orientadora: Dra. Jaqueline Molon	Documento assinado digitalmente JAQUELINE MOLON Data: 12/09/2025 11:50:53-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Membro 1 da banca Dra. Laurete Terezinha Zanol Sauer	Documento assinado digitalmente LAURETE TERESINHA ZANOL SAUER Data: 12/09/2025 12:59:35-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Membro 2 da banca Dr. Delair Bavaresco	Documento assinado digitalmente DELAIR BAVARESCO Data: 22/09/2025 08:09:56-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Membro 3 da banca Dra. Mariana Lina Duro	Documento assinado digitalmente MARIANA LIMA DURO Data: 24/09/2025 19:03:51-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à minha esposa Etiene, que me incentivou desde a prova de acesso ao PROFMAT até a escrita desta dissertação, estando sempre ao meu lado e me motivando a nunca desistir. Sua força e compreensão foram fundamentais, especialmente nos momentos em que precisei dedicar horas de estudo. Ao meu filho Rafael, que foi meu maior refúgio e felicidade, nascendo no final do primeiro ano de estudos e trazendo leveza a momentos desafiadores.

À minha mãe Iva e aos meus irmãos Leandro, Rosandro e à minha irmã Cristina, que sempre me apoiaram e contribuíram para o início da minha trajetória como docente, que culmina neste momento. Muito obrigado pelas conversas que me fortaleceram e pelo apoio incondicional.

À minha sogra Liziane, que proporcionou tranquilidade ao cuidar de meu filho no segundo ano deste curso, permitindo-me reconhecer que ele estava sendo muito bem cuidado, o que possibilitou uma maior dedicação aos estudos e às propostas didáticas.

Aos meus cunhados, demais familiares e amigos, que, de diferentes maneiras, ofereceram suporte, compreensão e palavras de incentivo nos momentos desafiadores. Sem vocês, esta caminhada teria sido muito mais árdua.

Às minhas orientadoras, Dra. Jaqueline Molon e Ma. Cláudia B. de O. Fogliarini Filha, expresso minha profunda gratidão não apenas pela orientação técnica e científica, mas, sobretudo, pela escuta atenta, pelos questionamentos instigantes e pelo incentivo constante à realização de uma proposta didática baseada em projetos. Seus apontamentos foram fundamentais para que este trabalho tomasse forma e para que a aplicabilidade da matemática em contextos reais ganhasse destaque ao longo da pesquisa. Seus conselhos e encorajamentos foram essenciais para a concretização deste trabalho.

Agradeço aos professores e aos meus colegas do PROFMAT – IFRS, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos ao longo do curso, os quais trouxeram um novo significado à prática docente, por meio de sua dedicação, compromisso e inspiração constante.

Agradeço também à instituição de ensino onde este projeto foi aplicado, pela abertura, acolhida e colaboração no desenvolvimento das atividades. Aos colegas professores, em especial ao professor Marcos A. B. de Azevedo, regente da disciplina Resolução de Problemas no período em que a proposta foi aplicada, cujas trocas de ideias e experiências foram essenciais ao longo do percurso. Aos estudantes, que, com suas dúvidas, vivências e singularidades, foram fonte constante de inspiração e motivação para a construção desta proposta.

Por fim, agradeço a Deus, a meu pai Auri (in memoriam) e ao meu sogro Jorge (in memoriam), pelos ensinamentos que levarei para toda a vida, pois, mesmo não sendo possível vê-los, sempre serei influenciado por suas memórias, conselhos e exemplos. Eles me ensinaram que a arte de transformar realidades por meio da educação vai muito além da simples transmissão de conteúdos, ela está ligada à escuta, ao afeto, à empatia e ao compromisso genuíno com o crescimento do outro. Com eles, aprendi que educar também é um ato de cuidado e proteção.

"A Matemática é a linguagem com a qual Deus escreveu o Universo."

Galileu Galilei

RESUMO

O presente trabalho investiga os conceitos matemáticos mobilizados e os procedimentos empregados por estudantes do 2º ano do Ensino Médio na construção de miniaturas tridimensionais de parte do ambiente escolar, a partir de uma proposta pedagógica fundamentada na Educação Matemática Crítica e na Cultura *Maker*. Essa pesquisa é de natureza qualitativa, com objetivo descritivo, desenvolvida durante as aulas de Matemática e de Resolução de Problemas, nas quais os conteúdos não foram explicitados separadamente, mas requeridos e aplicados pelos alunos no decorrer do desenvolvimento do projeto de construção das miniaturas. A proposta didática foi estruturada com momentos coletivos e em pequenos grupos, cada qual responsável pela reprodução, em escala reduzida, de um pavilhão distinto da escola, considerando suas especificações arquitetônicas e a escala de redução definida pela turma. A dinâmica favoreceu a mobilização de diferentes conceitos matemáticos, os quais foram debatidos pela turma e compartilhados no decorrer do projeto e em um seminário realizado ao final. O desenvolvimento da proposta exigiu a construção colaborativa de estratégias para a obtenção das medições reais dos prédios e a realização de registros e de análises críticas dos dados, possibilitando a modelagem planificada das estruturas tridimensionais através do uso de *softwares* como o MakerCase e RDWorks. Dessa forma, a atividade exigiu a aplicação prática de conhecimentos de proporção, semelhança, trigonometria, geometria plana e espacial, além de habilidades de organização, planejamento, uso de tecnologias, investigação crítica e tomada de decisões em grupo. Um momento significativo deste projeto foi a visita ao LabMaker do IFRS do campus Canoas, onde ocorreu a materialização dos projetos por meio do corte e marcação a laser em placas de MDF. Esta visita ampliou os horizontes educacionais e profissionais dos estudantes ao observar os recursos utilizados e disponíveis na instituição. Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de questionários, registros escritos, observações e arquivos digitais produzidos pelos alunos e pelo pesquisador, onde as intervenções do docente foram pontuais e restritas à orientação e ao esclarecimento de dúvidas, oportunizando o desenvolvimento da autonomia e da confiança dos estudantes no decorrer do projeto. A realização desta proposta, favoreceu ao autor compreender a importância do papel ativo dos estudantes no processo de aprendizagem, bem como a percepção da matemática como algo tangível e onipresente na resolução de problemas do cotidiano. As manifestações dos estudantes enfatizaram ainda que propostas que envolvem a exploração e a aplicação prática de conceitos em atividades que extrapolam os muros da sala de aula e o trabalho colaborativo tornam a aprendizagem e a consolidação do conhecimento algo mais significativo.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica, Ambiente de Aprendizagem, Cultura Maker, Aprendizagem colaborativa, Software RDWorks.

ABSTRACT

This study researches the mathematical concepts mobilized and the procedures employed by 2nd-year high school students in the construction of three-dimensional miniatures representing parts of their school environment based on a pedagogical approach grounded in Critical Mathematics Education and the Maker Culture. This is a qualitative research, with a descriptive objective, conducted during Mathematics and Problem-Solving classes, where the mathematical contents were not taught in isolation but required and applied by students throughout the development of the miniature construction project. The didactic proposal was structured with collective moments and in small groups, each group was responsible for reproducing a different school building, at a reduced scale, based on its architectural features and a scale reduction defined by the class. The dynamics encouraged the mobilization of different mathematical concepts, which were discussed by the class and shared during the project and a final seminar. The project development required collaborative strategies to obtain real measurements of the buildings, record data and critically analyze them, allowing the flat modeling of three-dimensional structures through softwares such as MakerCase and RDWorks. Thus, the activity demanded practical application of concepts such as proportion, similarity, trigonometry, plane and solid geometry, besides skills in organization, planning, technology use, critical investigation and group decision-making. A key moment of the project was the visit to the LabMaker at IFRS – Canoas campus, where the models were materialized through laser cutting and engraving on MDF boards. This visit expanded the students' educational and professional horizons by exposing them to the resources available at the institution. The data collection involved questionnaires, written records, observations and digital files produced by students and the researcher, with the teacher's interventions limited to guidance and clarification of doubts, so fostering students' autonomy and confidence during the project. The accomplishment of this proposal favored the author to understand the importance of students' active role in the learning process and their perception of mathematics as a tangible and ubiquitous tool to solve daily problems. Students' feedback also highlighted that activities involving exploration and practical application of concepts beyond the classroom walls and the collaborative work made learning and knowledge consolidation more meaningful.

Keywords: Critical Mathematics Education, Learning Environment, Maker Culture, Collaborative Learning, RDWorks Software.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino vem se transformando ao longo dos anos e, atualmente, vive-se em uma geração conectada e familiarizada com as tecnologias digitais. No final do século XX, Lévy (1999) definiu a conexão entre o humano e o digital como ciberespaço e destacou que não é possível ignorá-la, mas sim utilizá-la para potencializar a construção do conhecimento de forma qualitativa, por meio da troca de saberes, da reestruturação de conceitos e da construção de novas representações. Essa conexão mostra-se cada vez mais presente na educação contemporânea e, conforme defendem Conte, Costa e Avelino Filha (2023), é fundamental garantir condições para que os sujeitos sintam-se inseridos e reflitam criticamente sobre a realidade do ciberespaço.

Outro ponto a ser destacado é a importância do desenvolvimento de estratégias pedagógicas para o ensino de matemática que oportunizem aos estudantes a construção de significados aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Isso pode ser feito relacionando a matemática com a realidade do aluno, por meio da proposição de problemas contextualizados reais, nos quais o estudante possa tornar-se efetivamente ativo no processo de construção do seu conhecimento.

Ao se envolver na busca por soluções a problemas, o estudante precisa interpretá-los, analisar o contexto apresentado, desenvolver estratégias de abordar cada problema, conjecturar soluções e pesquisar formas de resolvê-los por meio de reflexões e tomadas de decisões, o que conduz a uma aprendizagem crítica. Essas ações implicam a mobilização de saberes e habilidades já consolidados ou que poderão ser construídos a partir da necessidade imposta pelo próprio problema a ser resolvido, onde o trabalho colaborativo pode tornar-se um elemento propulsor das aprendizagens. Nesta busca de uma aprendizagem matemática crítica, Skovsmose (2000) apresenta os cenários para investigação, nos quais enfatiza a importância do trabalho em grupo, citando que a participação ativa dos alunos promove interações com seus colegas e com o professor, o que contribui significativamente para a aprendizagem de todos os envolvidos.

De forma geral, ao ministrar as aulas de Matemática, observa-se que muitos alunos conseguem resolver exercícios por meio da repetição de procedimentos e técnicas memorizadas, quase de forma mecânica. No entanto, quando o professor tenta promover discussões visando a atribuição de significados a esses processos, percebe-se que muitos desses alunos demonstram resistência, pois esperam que o professor indique um caminho a ser seguido, fornecendo exemplos e a forma com que deve ser feito em cada atividade. Esse comportamento impacta diretamente o dia a dia deste estudante, pois, sem experiência e confiança, ele não se sente capaz de solucionar matematicamente um problema em seu cotidiano, ou mesmo não associa esse problema ao contexto escolar.

Entende-se que a habilidade de interpretação e análise crítica de uma situação não está necessariamente vinculada à simples mecanização de cálculos (Skovsmose, 2001). Nesse sentido, percebeu-se a necessidade de oferecer aos estudantes atividades contextualizadas com referência à realidade, que permitissem a exploração de diversas estratégias de resolução, com intuito de promover o envolvimento ativo dos estudantes e engajá-los em momentos de introdução ou revisão de conteúdos matemáticos. Afinal, a construção e a ampliação de um novo conceito matemático só são possíveis quando se tem uma base sólida e concreta, uma vez que novos conhecimentos são construídos a partir da reestruturação, ampliação ou ressignificação de conhecimentos anteriores.

Além disso, a proposta deste trabalho foi motivada pela curiosidade e pelo interesse do autor em compreender por que muitos alunos não demonstram engajamento na resolução de tarefas que não permitem a resolução de forma imediata, buscando entender as dificuldades enfrentadas ao se dedicarem a processos mais longos e contínuos de construção do conhecimento. Essa curiosidade também se estende à observação de como os estudantes lidam com situações que exigem protagonismo, análises críticas e reflexões de resultados.

Essas inquietações levaram ao desejo de desenvolver uma proposta pedagógica centrada na resolução de problemas vivenciados pelos estudantes, desafiando-os a aprimorar seus conhecimentos com base em experiências concretas. Ainda houve a provocação das orientadoras deste trabalho, com o incentivo de realizar uma proposta didática através de projetos, que permitisse a aplicação direta e indireta de conceitos matemáticos, trazendo a evidência da aplicabilidade matemática em diferentes áreas e situações do cotidiano.

Assim, com a intenção de levar os estudantes a perceberem que o conhecimento matemático, construído dentro e fora da sala de aula, é aplicável e que diferentes estratégias podem ser utilizadas, dependendo do contexto e do propósito desejado, este trabalho teve por objetivo investigar a matemática mobilizada e os procedimentos empregados pelos estudantes na construção de miniaturas de quatro prédios pertencentes à escola.

Para isso, pensou-se em: 1) desenvolver uma sequência didática com orientações para que os alunos fossem capazes de construir uma maquete de parte da escola, investigando e registrando elementos matemáticos necessários para a realização da proposta; 2) aplicar o roteiro elaborado em uma turma regular do 2º ano do Ensino Médio; 3) analisar os resultados da aplicação com o intuito de responder ao problema desta pesquisa (Diante do desafio de construir uma miniatura, que matemática os estudantes mobilizam e de que forma?) e de qualificar o roteiro de atividades proposto; 4) identificar e refletir sobre as competências socioemocionais evidenciadas pelos estudantes durante o desenvolvimento das atividades.

Esperava-se que, por meio da realização das atividades propostas, os estudantes identificassem conceitos matemáticos necessários para a construção de uma miniatura tridimensional e que, assim, percebessem que a matemática pode ser aplicada em situações cotidianas. Para desenvolver a proposta, o projeto foi estruturado em dois momentos simultâneos. Durante as aulas de Matemática, os alunos trabalharam em sala com atividades contextualizadas, com o intuito de fortalecer seus conhecimentos matemáticos, e nas aulas da disciplina de Resolução de Problemas foram desenvolvidas as atividades de saída de campo, coleta e análise de dados, além do planejamento e desenvolvimento do projeto.

Desta forma, o desenvolvimento do projeto ocorreu, em grande parte, durante as aulas de Resolução de Problemas, onde ocorreu a exploração de sites, como o MakerCase[1] e a utilização do *software* RDWorks[2] para a modelagem tridimensional de cada um dos prédios. Estes *softwares* permitiram a representação bidimensional das estruturas dos prédios, que posteriormente foram recortadas e demarcadas com o uso de uma cortadora a laser. Onde a aula contextualizada de Matemática não foi analisada isoladamente, pois seus conceitos puderam ser observados diretamente na aplicação prática do projeto desenvolvido por cada grupo diante do problema de construir as respectivas miniaturas. Outra etapa importante da proposta, que materializou todo o trabalho desenvolvido pelos grupos, foi a visita ao LabMaker do IFRS Campus Canoas para a efetivação dos cortes das placas de MDF (*Medium Density Fiberboard*) de 3 mm e a posterior montagem das miniaturas.

A escolha da turma se deu devido ao seu potencial didático tanto para o referido ano quanto para o subsequente, uma vez que esses alunos não tiveram

---

[1] Disponível em: https://pt.makercase.com/#/
[2] Disponível em: https://www.rdacs.com/en/download?type=software

aulas de geometria plana e espacial até a data em que foi desenvolvido o projeto, e considerando que eles estudariam no ano seguinte, no 3º ano do Ensino Médio, diversas formas geométricas. Já a opção pela elaboração da maquete dos prédios da escola ocorreu devido ao vínculo emocional dos alunos com a instituição, ao desafio de coletar dados de locais de difícil acesso sem recursos grandiosos e pela satisfação de ter uma representação tangível e fiel de parte do ambiente escolar que tanto os marca.

A utilização de desafios geométricos proporcionam questionamentos e auxiliam na contextualização da matemática, pois segundo a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC), "a Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento" (Brasil, 2018, p. 271). Ou seja, a geometria potencializa a diversificação do conhecimento e permite favorecer o trabalho pedagógico através de projetos que proporcionam aos educandos a possibilidade de ampliar o desenvolvimento do poder investigativo, da percepção visuoespacial e do pensamento lógico.

Por fim, cabe destacar que a pesquisa associada a este trabalho classifica-se como pesquisa qualitativa com objetivo descritivo. Entre os instrumentos de geração de dados foram utilizados questionários, registros escritos dos alunos nas diferentes etapas de desenvolvimento dos projetos de suas miniaturas, arquivos dos *softwares* utilizados e fotos tiradas pelo professor-pesquisador ao longo das atividades.

Os capítulos 2 e 3 são referentes ao referencial teórico e abordam a utilização de tecnologias e a inserção de movimentos como a Cultura *Maker* na educação matemática como pontes para a percepção da aplicabilidade dos conceitos matemáticos no cotidiano e, por fim, o conceito de Educação Matemática Crítica (EMC) e os ambientes de aprendizagem na perspectiva de Skovsmose (2000), os quais orientaram o desenvolvimento da proposta didática e embasaram a análise dos dados dessa pesquisa.

O capítulo 4 traz o percurso metodológico e o detalhamento da aplicação da proposta didática, bem como discute os dados e apresenta os resultados do estudo. Por fim, no capítulo 5, as considerações finais retomam o problema da pesquisa e enfatizam os objetivos do estudo e os resultados obtidos, descreve brevemente o produto educacional resultante desta pesquisa, reconhece as limitações enfrentadas durante o desenvolvimento do trabalho e aponta o potencial da proposta de forma a incentivar futuras pesquisas na área.

2 TECNOLOGIA E CULTURA MAKER APLICADAS À EDUCAÇÃO

A tecnologia e a educação estão diretamente ligadas ao longo da história, abrangendo não apenas os avanços digitais, mas também os recursos analógicos, como o desenvolvimento e aprimoramento de cadernos, canetas, quadros e materiais lúdicos. A trajetória da computação pode ter vários pontos de partida, dependendo da perspectiva adotada, porém nota-se um crescimento exponencial em seus avanços. Segundo Ifrah (2001), o ábaco foi criado entre 2700 e 2300 a.C. e muitos conceitos matemáticos e tecnológicos foram desenvolvidos desde então. No entanto, a partir da criação do ábaco, transcorreram-se mais de 4 mil anos para a criação do primeiro computador digital. A partir desse marco a evolução tecnológica foi acelerada, levando menos de um século para alcançar a chamada computação ubíqua, caracterizada pela integração quase imperceptível e natural da tecnologia no cotidiano.

Prensky (2001) define como “nativos digitais” os jovens que cresceram imersos em tecnologias digitais. Segundo o autor, esses indivíduos são melhores em distribuir sua atenção por uma variedade de eventos, além de serem mais hábeis em multitarefas e processamento paralelo, absorvendo informações e tomando decisões rapidamente, compreendendo multimídia e colaborando em redes digitais. Desta forma, ao utilizarem um meio computacional para aprenderem, esses nativos digitais podem desenvolver competências que vão além do desafio inicial, pois, em teoria, os nativos digitais possuem a capacidade de absorver informações de múltiplas fontes, criam estratégias para superar obstáculos, entendem sistemas complexos por meio da experimentação e colaboram instantâneamente uns com os outros.

O mesmo autor ainda caracteriza a maioria dos professores como "imigrantes digitais", ou seja, indivíduos que não cresceram imersos em tecnologias digitais e, portanto, enfrentam desafios para se adaptar ao novo ambiente educacional (Prensky, 2001). Apesar de seus esforços, muitos desses educadores têm dificuldade em projetar a aprendizagem na linguagem e na velocidade que os alunos necessitam e apreciam, pois em sua grande maioria, quando utilizam ferramentas digitais, empregam métodos tradicionais, focados na exposição de conteúdos e conceitos, enquanto os estudantes preferem abordagens que envolvam experimentação, investigação e protagonismo (Prensky, 2001).

Nessa perspectiva, Kenski reflete afirmando que:

> [...] não resta apenas aos alunos a aquisição de conhecimentos operacionais para poder desfrutar das possibilidades interativas com as novas tecnologias. O impacto das novas tecnologias reflete-se de maneira ampliada sobre a própria natureza do que é ciência e do que é conhecimento socialmente válido. Exige uma reflexão profunda sobre a escola e o ensino que ela oferece; sobre as formas de avaliação da aprendizagem e do próprio processo pedagógico em ação. (Kenski, 2003, p. 73).

Ota e Rodrigues (2021) realizaram análises sobre o uso das tecnologias digitais na educação, destacando que a partir da década de 1990, com a popularização do computador pessoal e da internet, emergiram termos como Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTICs) e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). Essas denominações passaram a referenciar diferentes estágios e enfoques das tecnologias aplicadas à informação e comunicação no contexto educacional, refletindo as transformações nas práticas pedagógicas e na interação entre educadores e estudantes.

Segundo os autores, as TICs abrangem tecnologias de comunicação tradicionais e passivas, porém importantes para a disseminação da informação e comunicação em massa ao longo do século XX. Em contrapartida, as TDICs e as NTICs introduzem ferramentas digitais que permitiram a interatividade e conectividade dos usuários em tempo real, revolucionando o acesso e a disseminação da informação, possibilitando a aplicação de metodologias de ensino de forma dinâmica e personalizada, favorecendo tanto a aprendizagem quanto a comunicação entre os envolvidos no processo educativo (Ota; Rodrigues, 2021).

Desta forma, buscando a formação de cidadãos mais autônomos, conscientes e preparados para os desafios do mundo contemporâneo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca 10 competências gerais da educação básica, onde uma delas tem estreita relação com as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) e outras três perpassam pelo tema:

> 1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e **digital** para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
> 2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções **(inclusive tecnológicas**) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

> 4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e **digital** –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
> 5. **Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais** de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p.9, grifo do autor).

Tais diretrizes apontam para uma educação que integra tecnologia, pensamento crítico e protagonismo, alinhando-se à visão de Freire, ao afirmar que "não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino" (Freire, 2015, p. 30), e reforçando que no processo educativo “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (Freire, 2018, p. 95). Nesse cenário, as TDICs se apresentam como mediadoras de novas possibilidades pedagógicas que, longe de substituírem o professor, demandam dele novas competências, assim como destaca Jucá:

> As novas tecnologias não dispensam a figura do professor, ao contrário, exigem deste que adicione ao seu perfil novas exigências bem mais complexas tais como: saber lidar com ritmos individuais dos seus alunos, apropriar-se de técnicas novas de elaboração de material didático produzido por meios eletrônicos, trabalhar em ambientes virtuais diferentes daqueles do ensino tradicional da universidade, adquirir uma nova linguagem e saber manejar criativamente a oferta tecnológica (Jucá, 2011, p. 23).

Essas novas competências exigidas dos professores também são destacadas por Bueno (2022) que, no entanto, propõe uma análise mais cautelosa das habilidades comumente atribuídas aos chamados "nativos digitais". Segundo o autor, tais suposições, na maioria das vezes, não se confirmam na prática educativa, pois o fato do educando estar familiarizado com dispositivos tecnológicos e redes sociais não garante que o mesmo possua as competências necessárias para utilizá-los com criticidade, autonomia e intencionalidade pedagógica. O autor destaca que o uso constante da internet e de mídias digitais tende a se restringir ao consumo superficial de informações ou ao entretenimento, sem necessariamente desenvolver capacidades de análise, síntese ou produção de conhecimento. Segundo o autor:

> [...] educandos contemporâneos utilizam as tecnologias digitais no contexto de aprendizagem, majoritariamente, para um consumo passivo de informações ou download de notas de aula. [...]. Nesse sentido, é provável que a capacidade de seleção de informações, criticidade e argumentação, por exemplo, sejam negligenciadas (Bueno, 2022, p. 78).

Desse modo, entende-se que a presença das TDICs no ambiente escolar, por si só, não garante inovação metodológica nem assegura o protagonismo estudantil. Isso porque o ato de pensar não está diretamente vinculado ao simples ato de clicar, e a habilidade de localizar textos bem elaborados na internet, copiá-los e colá-los, não confere autoria sobre o conteúdo. Assim, o uso passivo dessas tecnologias pode comprometer o desenvolvimento do senso crítico, pela falta de confronto de ideias ou uma simples análise das informações, elementos essenciais para a construção de uma consciência reflexiva no processo educativo.

Bueno (2022) indica que estudos mostram que tanto os chamados “imigrantes digitais”, quanto os “nativos digitais”, não possuem a capacidade de se concentrar plenamente em duas ou mais tarefas, a não ser quando uma delas seja realizada de forma automatizada, sem exigir análise cognitiva. Assim, mesmo considerando que os indivíduos nascidos em um contexto rodeado pela ubiquidade das tecnologias digitais apresentem mais familiaridade e facilidade intuitiva no uso de dispositivos modernos, isso não indica que os mesmos sejam capazes de utilizá-los de forma autônoma e eficaz em um processo de aprendizagem. O autor ainda ressalta que ao contrário do que se esperava, muitos jovens não estão utilizando as redes sociais como um espaço de busca e troca de conhecimentos. Pelo contrário, muitas plataformas têm favorecido o fortalecimento de uma cultura de narcisismo digital, na qual prevalece o desejo de se manifestar e autopromover-se, em contramão da disposição para aprender com o outro (Bueno, 2022).

Diante desse cenário de incertezas e desfoque educacional, o Governo Federal, através da Lei nº 15.100/2025, proibiu o uso de celulares em sala de aula, exceto quando destinados a fins didáticos. Tal medida não desassocia a escola do contexto social ou tecnológico, pelo contrário, busca uma interação real entre os alunos e propõe o uso consciente e significativo das tecnologias no espaço escolar, onde quando utilizados com intencionalidade pedagógica, esses recursos devem contribuir para a construção do conhecimento, promovendo a análise crítica e reflexiva de conteúdos e de formas de acesso a informações relevantes e confiáveis.

Nesse contexto se destacam as metodologias ativas, que propõem uma participação engajada e intencional dos estudantes, orientando-os na construção do processo educativo por meio de pesquisas, experimentações e vivências tanto reais quanto contextualizadas. Essas abordagens colocam o aluno como protagonista de sua própria aprendizagem, incentivando-o a analisar, selecionar e refletir criticamente sobre as informações, uma vez que “a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando” (Papert, 2008, p. 37).

Nesse sentido, Seymour Papert, em sua obra "A Máquina das Crianças", publicada originalmente em 1980 e reeditada no Brasil em 2008, trazia que o uso criativo e investigativo de computadores poderia contribuir para que os estudantes se tornassem construtores ativos do próprio conhecimento. Papert (2008) partiu principalmente da realização de atividades no ambiente de programação LOGO que, para tanto, exigia que o estudante, ao se colocar como “programador”, assumisse ativamente um papel que seria o diferencial no processo de integração das tecnologias na construção do conhecimento.

Papert (2008) argumentava que as tecnologias digitais podiam transformar a maneira como crianças e jovens aprendiam conceitos matemáticos, favorecendo o pensamento crítico, a resolução de problemas e a autonomia intelectual. Para Papert (2008), o computador, longe de ser apenas uma ferramenta de instrução, podia funcionar como uma "máquina de aprender", potencializando a Cultura *Maker* e permitindo que os indivíduos experimentassem, criassem, errassem e construíssem seus saberes em ambientes colaborativos e inovadores. Nota-se, portanto, que aliado ao trabalho de Papert (2008) está presente a ideia de “faça você mesmo”, principal elemento caracterizador da Cultura *Maker*, bastante difundida e defendida nos dias de hoje.

Movimentos como a proposta de colocar a mão na massa valorizam experiências nas quais o fazer, o experimentar e o errar se tornam partes essenciais do processo de aprendizagem, promovendo vivências significativas, engajadoras e conectadas ao mundo real. Inspirados no princípio do "faça você mesmo" (*DIY – Do It Yourself*), estes movimentos surgem como desdobramentos do construcionismo de Seymour Papert. Segundo Agnol *et al.* (2021), o foco principal está na construção do conhecimento por meio da realização de algo concreto, seja uma produção digital ou analógica, reforçando a ideia construtivista de que se aprende melhor quando se constrói algo com sentido pessoal.

Por isso, atualmente, fala-se muito na utilização da cultura ou movimento *Maker*, na qual segundo Dougherty (2016) *apud* Agnol *et al.* (2021, p. 25):

> [...] o movimento *maker*, através de processos da fabricação digital, traz uma transformação social, cultural e tecnológica que convida todos a participarem como produtores e protagonistas do fazer e não apenas como simples consumidores de produtos.

Assim, estratégias pedagógicas alinhadas às práticas do movimento mão na massa e do movimento *Maker* podem transformar os processos de ensino e de aprendizagem. Nesse contexto, o conteúdo escolar deixa de ser simplesmente transmitido pelo professor e passa a ser construído ativamente pelos próprios alunos que, com o desenvolvimento das propostas, adquirem ferramentas para compreender, aprimorar e aplicar os conhecimentos abordados em sala de aula.

Nesse cenário, a proposição de problemas ou situações desafiadoras abre espaço para que os próprios estudantes investiguem e busquem estratégias que implicam a constituição de uma caminhada, instigando-os a fragmentar os desafios, “partindo de pressupostos para então chegar à solução, formulando teorias e construindo-as por meio da experimentação” (Brockveld; Silva; Teixeira, 2018, p. 58).

Essa estratégia proporciona aos alunos a oportunidade de se envolverem ativamente no planejamento e desenvolvimento de projetos, favorecendo o cultivo de competências como criatividade, resiliência, autonomia e o fortalecimento da cultura de colaboração e compartilhamento entre pares. Nesse contexto, a sala de aula se transforma em um ambiente de investigação e criação, onde o professor atua como mediador e problematizador e os estudantes assumem o protagonismo, explorando caminhos próprios para compreender, aplicar e ressignificar os conteúdos escolares. Corroborando para este pensamento, Almeida *et al.,* destaca:

> [...] além de ser importante o professor contar com um planejamento suficientemente elaborado, é essencial que a sua aplicação seja plástica e livre de rigidez, ou seja, ao mesmo tempo em que o ensino não pode ser o resultado da improvisação, é preciso adaptar o planejamento às diferentes situações da aula, o que inclui considerar as contribuições dos alunos e introduzir modificações e adaptações no decorrer do processo de ensino. Ou seja, guardar um certo grau de flexibilidade (Almeida *et al.*, 2021, p.68).

As estratégias pedagógicas associadas ao movimento *Maker*, quando implementadas de forma interativa, tendem a contemplar a diversidade de perfis presentes na sala de aula, promovendo a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem e fortalecendo o trabalho colaborativo entre os pares. De acordo com Silva e Teixeira (2015) *apud* Brockveld, Silva e Teixeira (2018, p. 57) tais estratégias têm sido pautadas sob três “pilares teóricos e pedagógicos: educação experimental; construcionismo; e pedagogia crítica”. Ao longo desta seção, os dois primeiros foram amplamente discutidos. A pedagogia crítica, que se relaciona ao desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, conforme preconizado inclusive pela BNCC, é foco do próximo capítulo deste trabalho.

3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

O termo Educação Matemática Crítica (EMC) foi fortemente debatido por Ole Skovsmose, na Europa, a partir das décadas 80 e 90, tendo como uma de suas influências a pedagogia crítica de Paulo Freire. O conceito da EMC busca conectar o aprendizado matemático à realidade social dos estudantes, incentivando os alunos a desenvolverem o pensamento crítico e a questionarem o mundo ao seu redor, contrapondo a visão tradicional e mecanizada da matemática, promovendo assim uma aprendizagem com significados. Por pensamento crítico entende-se a capacidade de analisar informações, avaliar argumentos e tomar decisões com base em evidências, questionando pressupostos e buscando soluções criativas para problemas (Brasil, 2018). Alinhado a isso, Skovsmose (2001) relaciona a palavra crítica com alguns conceitos:

> 1) uma investigação de condições para a obtenção do conhecimento; 2) uma identificação dos problemas sociais e sua avaliação; 3) uma reação às situações sociais problemáticas. Em outras palavras, o conceito de crítica indica demanda sobre auto-reflexões, reflexões e reações (Skovsmose, 2001, p. 101).

Para tanto, o autor defende que, para uma prática educativa seja crítica, é essencial discutir condições básicas para a obtenção do conhecimento, com problemas sociais e das desigualdades, estabelecendo uma relação dialógica, na qual, na maioria das vezes, o professor não tenha respostas prontas para problemas conhecidos, mas sim que demonstre curiosidade sobre as soluções propostas pelos alunos e esteja disposto a reconsiderar seus entendimentos.

Assim, para Skovsmose, o diálogo, bem como a relação entre estudante e professor desempenham papéis fundamentais para a EMC.

> As ideias relativas ao diálogo e à relação estudante-professor são desenvolvidas do ponto de vista geral de que a educação deve fazer parte de um processo de democratização. Se quisermos desenvolver uma atitude democrática por meio da educação, a educação como relação social não deve conter aspectos fundamentalmente não democráticos. É inaceitável que o professor (apenas) tenha um papel decisivo e prescritivo. Em vez disso, o processo educacional deve ser entendido como um diálogo (Skovsmose, 2001, p. 18).

Complementando este pensamento, Paulo Freire (2015), no livro Pedagogia do Oprimido, descreve que a educação autêntica não se faz de A para B ou de A sobre B, mas de A com B, tendo em vista que:

> Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Quem ensina ensina alguma coisa a alguém. [...] ensinar é algo mais que um verbo transitivo relativo. Ensinar inexiste sem aprender e vice-versa, e foi aprendendo socialmente que, historicamente, mulheres e homens descobriram que era possível ensinar (Freire, 2015, p.25).

Assim, é possível analisar que a matemática não é apenas um conteúdo a ser ensinado e aprendido, mas também um tema a ser refletido, levando em conta seu uso tanto no contexto individual quanto social. Estes mesmos autores destacam a importância de considerar as experiências dos estudantes, suas situações e as perspectivas futuras, incluindo questões de igualdade e demonstrando que deve-se compreender os obstáculos de aprendizagem de diferentes grupos de estudantes. Considerar esses aspectos, segundo Freire:

> É a maneira correta que tem o educador de, com o educando e não sobre ele, tentar a superação de uma maneira mais ingênua por outra mais crítica de inteligir o mundo. Respeitar a leitura de um mundo educando significa torná-la como ponto de partida para a compreensão do papel da curiosidade, de modo geral, e da humana, de modo especial, como um dos impulsos fundantes da produção do conhecimento. É preciso que, ao respeitar a leitura do mundo do educando para ir mais além dela, o educador deixe claro que a curiosidade fundamental a inteligibilidade do mundo é histórica e se dá na história, se aperfeiçoa, muda qualitativamente, se faz metodicamente rigorosa (Freire, 2015, p 120).

Assim, ao adotar um currículo crítico, os princípios que aparentemente são objetivos e neutros, serão carregados de princípios e valores e para alcançar este contexto, Skovsmose (2001) aponta que o currículo deverá estar vinculado aos seguintes aspectos:

> 1) A aplicabilidade do assunto: quem o usa? Onde é usado? Que tipos de qualificação são desenvolvidas na Educação Matemática?
> 2) Os interesses por detrás do assunto: que interesses formadores de conhecimento estão conectados a esse assunto?
> 3) Os pressupostos por detrás do assunto: que sugestões e que problemas geraram os conceitos e os resultados na matemática? Que contextos têm promovido e controlado o desenvolvimento?
> 4) As funções do assunto: que possíveis funções sociais poderiam ter o assunto?
> 5) As limitações do assunto: em quais áreas e em relação a que questões esse assunto não tem qualquer relevância? (Skovsmose, 2001, p. 19).

Skovsmose (2001) define dois critérios essenciais na seleção de problemas: o critério subjetivo, no qual o problema deve ser relevante do ponto de vista dos estudantes e compatível com suas experiências, e o critério objetivo, relacionado aos problemas sociais que existem de forma objetiva. Assim o aluno será instigado a se questionar se existem modelos matemáticos que o torne capaz de "projetar" ao menos uma parte da realidade, o que faz com que o currículo matemático seja relacionado à tomada de decisões, baseada em modelos que moldam a realidade. Assim, a matemática, segundo Skovsmose (2001), exerce ação em duas frentes distintas: a de formatação e de descrição da realidade.

> O poder formatador da matemática é diferente do potencial descritivo da matemática (e, de um ponto de vista sociológico, mais forte que ele). A descrição levanta questões de exatidão, já a formatação enfatiza as ações tomadas com o objetivo de enquadrar fenômenos. O *locus* de discussão dos poderes descritivos é diferente do *locus* de discussão dos poderes formatadores (Skovsmose, 2001, p. 146).

Logo, para Skovsmose (2001), a abordagem das atividades educacionais não deve se restringir apenas ao ensino dos conteúdos matemáticos, mas sim considerar possibilidades de trabalhar com questões relacionadas à cidadania, ao autoconhecimento etc. Nesse contexto, utilizar estratégias pedagógicas diversificadas e aplicar essas abordagens em ambientes distintos de aprendizagem podem se tornar uma alternativa valiosa, ampliando os objetivos de aprendizagem. Skovsmose (2001) observa que:

> Tradicionalmente, uma preocupação importante da educação tem sido a de preparar os alunos para sua futura participação nos processos de trabalhos na sociedade. Mas tendências alternativas têm enfatizado que ela deve também preparar os indivíduos para lidar com aspectos da vida social fora da esfera do trabalho, incluindo aspectos culturais e políticos. Em resumo, um dos objetivos da educação deve ser preparar para uma cidadania crítica (Skovsmose, 2001, p. 87).

Freire (2015) também abrange a importância da formação de seres humanos éticos, capazes de distinguir contextos eticamente corretos e incorretos, sendo que isso perpassa pela educação crítica. Freire (2015, p. 58) entende que:

> O respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros. Precisamente porque éticos podemos desrespeitar a rigorosidade da ética e resvalar para a sua negação, por isso é imprescindível deixar claro que a possibilidade do desvio ético não pode receber outra designação senão a de transgressão.

Nesse contexto de educação crítica, mais especificamente no âmbito da educação matemática crítica, para uma melhor percepção do contexto de ensino, Skovsmose (2000) apresenta o ensino de matemática em dois tipos de ambientes de aprendizagem: o modelo do exercício e o espaço para investigação. O primeiro é focado em exercícios que têm como objetivo explorar um conteúdo previamente determinado, sendo baseado na ideia de que há uma única resposta correta para cada exercício. Em contraste, o segundo ambiente é voltado para a investigação, oferecendo aos estudantes a oportunidade de levantar hipóteses, formular questões e planejar investigações de maneiras diversas, onde em alguns casos é permitido a possibilidade de múltiplas respostas ou resultados para o problema inicialmente proposto.

Skovsmose (2000) ainda destaca que um ambiente desafiador somente se torna um cenário de investigação se o aluno estiver disposto a se envolver ativamente no processo de aprendizagem, questionando, explorando diferentes estratégias e refletindo sobre os resultados obtidos. Nesse sentido, a participação do estudante é essencial para que o ambiente investigativo se concretize, promovendo a construção do conhecimento, contrastando com a mera reprodução de respostas pré-definidas.

Ainda, buscando criar significados para os conceitos e atividades matemáticas, Skovsmose (2000) atribui a cada um desses dois ambientes três referências: a matemática pura, a semi-realidade e a realidade. Segundo o autor, a referência à matemática pura envolve atividades cujo contexto é estritamente matemático, sem ligação direta com o mundo real. A referência à semi-realidade, por sua vez, não se baseia em uma realidade observável, mas sim em uma construção teórica, utilizando informações que fazem citações a situações que poderiam ocorrer. Já nas atividades com referência à realidade, alunos e professores trabalham diretamente com situações concretas do cotidiano, aproximando a matemática do contexto vivenciado.

Ao combinar os três tipos de referência com os dois ambientes de sala de aula, Skovsmose (2000) propõe uma matriz composta por seis tipos distintos de ambientes de aprendizagem. Essa matriz destaca como diferentes formas de referência geram experiências de aprendizagem variadas, evidenciando que o contexto em que os conceitos matemáticos são explorados influencia diretamente a maneira como os alunos interagem com o conhecimento e constroem significados.

Quadro 1 – Ambientes de aprendizagem na perspectiva de Skovsmose.

	Exercícios	Cenário para Investigação
Referências à matemática pura	(1)	(2)
Referências à semi-realidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose (2000, p. 8).

O autor descreve que o ambiente (1) é dominado por exercícios apresentados no contexto da matemática pura, com o cálculo por si só ou por equações, tal como: calcule o valor de 12×46, ou ainda, resolva a seguinte equação: $5x - 12 = 15 - 4x$, referindo-se às questões matemáticas e somente a ela. Entretanto, Freire (2015) enfatiza a importância de ir além do conteúdo por ele próprio, considerando a formação de sujeitos críticos. Segundo o autor:

> A nossa capacidade de aprender, de que decorre a de ensinar, sugere ou, mais do que isso, implica a nossa habilidade de aprender a substantividade do objeto apreendido. A memorização mecânica do perfil do objeto não é aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo. Neste caso, o aprendiz funciona mais como paciente da transferência do objeto ou do conteúdo do que como sujeito crítico, epistemologicamente curioso, que constrói o conhecimento do objeto ou participa da sua construção (Freire, 2015, p.67).

Skovsmose (2000) caracteriza o ambiente (2) como o entrelaçamento dos números com figuras geométricas, permitindo uma abordagem mais exploratória. Um exemplo desse ambiente é a análise da translação de figuras geométricas no plano cartesiano, onde os alunos podem investigar padrões e relações, como o deslocamento dos vértices, a manutenção das medidas dos ângulos internos, entre outras. Essa abordagem favorece uma aprendizagem dinâmica, pois permite a observação e experimentação de conceitos matemáticos de forma interativa.

Já o autor define que o ambiente tipo (3) tem como objetivo principal a apresentação e resolução de problemas, sem considerar outros aspectos além dos conhecimentos matemáticos necessários para sua solução. Um exemplo é a comparação de preços entre dois feirantes, em que o feirante A vende um saco de 10kg de castanhas a R$ 950,00, enquanto o feirante B vende as castanhas em embalagens de 200g por R$ 20,00 cada. A partir dessas informações, são propostas questões tais como: Qual dos feirantes vende mais barato o kg? Qual é a diferença entre os preços cobrados pelos dois feirantes por 15 kg de castanhas?

Nesse contexto, a matemática é aplicada diretamente ao problema sem uma preocupação maior com interpretações ou discussões que não sejam os conhecimentos matemáticos necessários para a resolução do exercício, como por exemplo a distância entre as lojas e a casa da pessoa que vai comprar as castanhas, neste contexto existe um gasto extra de tempo ou custo? A embalagem de 10kg pode ser fracionada? É realmente necessário e possível carregar uma sacola de 15 kg de castanhas? Qual será o volume? As castanhas das duas lojas têm a mesma qualidade?

Contrapondo este cenário surge o ambiente (4), assim como o ambiente de aprendizagem tipo (3), também utiliza uma semi-realidade, mas com um contexto mais exploratório, não para a simples produção de exercícios, mas como um convite à investigação e descoberta. Um exemplo deste cenário é o trabalho de um projeto com foco no consumo de energia, onde os alunos se envolvem em cálculos em diferentes contextos e dimensões, que deverão ser calculados e analisados, permitindo reflexões sobre formas de geração de energia, consumo consciente, fontes eficazes, fontes viáveis, entre outras.

Os exercícios baseados em situações do cotidiano configuram um ambiente de aprendizagem do tipo (5). Por exemplo, gráficos que ilustram o valor do salário mínimo no Brasil a partir de um determinado período podem ser usados para explorar aspectos como o comportamento do gráfico, valor e percentual médio de aumento anual do salário mínimo. Nesse tipo de ambiente, apesar de os dados serem reais, as atividades ainda seguem o modelo tradicional de exercício e, como nos ambientes tipo (1) e (3), há um espaço limitado para investigações, explorações e questionamentos mais profundos.

No ambiente tipo (6) as situações são reais, permitindo que os estudantes realizem discussões que vão além da simples compreensão dos conceitos. A principal diferença em relação ao ambiente (5) está na forma como esse material é explorado por educadores e alunos, possibilitando que os estudantes atribuam significados diversos às atividades, sem se limitarem apenas aos conceitos e a respostas fechadas. Nesse ambiente, o professor assume o papel de orientador, guiando discussões investigativas sobre temas como a confiabilidade dos cálculos e a consideração de fatores relevantes, o que estimula reflexões mais profundas sobre a matemática e a modelagem matemática.

Nesta linha de pensamento, Freire (2015) defende uma abordagem de ensino que valorize a inovação, a reflexão crítica e a transformação social, definindo que o professor deve ir além da simples transmissão de conteúdos, estimulando os alunos a pensarem de forma independente, engajando-se em mudanças positivas na sociedade. O autor defende que esta abordagem se dá em meio a um ambiente educacional que respeite a diversidade, promovendo o diálogo e o desenvolvimento de habilidades críticas nos estudantes. Freire (2015, p. 121) enfatiza o foco do processo de ensino inserido nesse contexto:

> O que posso e o que devo fazer, na perspectiva progressista em que me acho, é, ao ensinar-lhe certo conteúdo, desafiá-lo a que se vá percebendo na e pela própria prática, sujeito capaz de saber. Meu papel de professor progressista não é apenas a de ensinar matemática ou biologia, mas o de, tratando a temática que é, objeto de um lado de meu ensino, de outro, da aprendizagem do aluno, ao ajudá-lo a reconhecer-se como arquiteto de sua própria prática cognoscitiva (Freire, 2015, p. 121).

Skovsmose (2000, p. 14) afirma que a "linha vertical que separa o paradigma do exercício dos cenários para investigação é, por certo, uma linha muito 'espessa', simbolizando um terreno imenso de possibilidades". Com essa simbologia, o autor destaca a diferença entre exercícios e cenários para investigação. Skovsmose (2000) complementa essa ideia ao escrever que:

> Alguns exercícios podem provocar atividades de resolução de problemas, as quais poderiam transformar-se em genuínas investigações matemáticas. Propor problemas significa um passo adiante em direção aos cenários para investigação, embora atividades de formulação de problemas possam ser muito diferentes de um trabalho de projeto. Não há dúvida de que as linhas horizontais também são "fluidas" (Skovsmose, 2000, p. 14).

Assim, o autor busca evidenciar os benefícios da utilização de ambientes de aprendizagem que facilitem discussões sobre as mudanças na educação matemática, educação que segundo o autor, ocorre principalmente nos ambientes (1) e (3), tendendo inclusive para o ambiente (5). A resolução de exercícios por meio da mecanização faz parte do que Skovsmose (2000) define como a tradição da educação matemática e o mesmo não menospreza sua importância, no entanto, estimula os professores a oportunizar desafios organizados dentro dos ambientes de aprendizagem dos tipos (2), (4) e (6), promovendo uma abordagem mais exploratória e investigativa. Para o autor:

> Sustento que a educação matemática deve se mover entre os diferentes ambientes tal como apresentado na matriz. Particularmente, não considero a ideia de abandonar por completo os exercícios da educação matemática. [...]. É importante que os alunos e professores, juntos, achem seus percursos entre os diferentes ambientes de aprendizagem. A rota "ótima" não pode ser determinada apressadamente, mas tem que ser decidida pelos alunos e pelo professor (Skovsmose, 2000, p. 15).

Em uma entrevista concedida à Revista Paranaense de Educação Matemática (RPEM) em 2012, Skovsmose abordou, ainda, aspectos importantes sobre a concepção de um currículo de matemática que contemple questões relacionadas à democracia, às dimensões sociais, econômicas e culturais. Nesta revista, os autores Ceolim e Hermann (2012) destacam algumas vivências e pontos de vista da EMC de Skovsmose, na qual evidenciam alguns desafios na utilização deste tipo de currículo, compartilhando uma experiência ao efetuar uma visita a comunidade cigana em Barcelona, na qual, recebeu a adaptação total de seu currículo para conceitos da Educação Matemática Crítica. Segundo Skovsmose *apud* Ceolim e Hermann (2012) este currículo foi formulado com base em situações do cotidiano familiarizadas pelos estudantes e cada atividade era cuidadosamente contextualizada, com tempo suficiente para aprofundar cada tópico com os alunos.

Embora esse currículo tenha sido considerado um exemplo de Educação Matemática Crítica, Skovsmose ressalta que nenhum destes estudantes teve a oportunidade de ingressar no ensino superior, pois o currículo estava contemplando somente conteúdos do cotidiano, não estando diretamente alinhado aos requisitos necessários para o ingresso na educação superior. A partir dessa observação, Skovsmose conclui que é preciso cautela ao considerar as funções específicas de um currículo de Educação Matemática Crítica, devendo ser desenvolvido de acordo com o contexto particular de cada grupo, levando em conta as necessidades dos alunos a que se destina, mas sem perder a essência da formação educacional necessária para o acesso a novas oportunidades.

Pelo exposto, percebe-se a importância de, enquanto professores, considerar as múltiplas frentes do trabalho pedagógico. Formar cidadãos críticos, conscientes de seu lugar no mundo é tão importante quanto criar espaços para a aplicação dos diferentes conhecimentos matemáticos necessários para que os sujeitos consigam seguir seu percurso educacional ou profissional de acordo com seus interesses e necessidades. De todo modo, a EMC alinha-se com a BNCC quanto ao desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, enquanto não descaracteriza a necessidade de que o estudante aprenda os objetos específicos de conhecimento da área, no caso desse trabalho, da matemática. Nesse aspecto, considerando a matemática como construção humana, pode-se considerá-la como ferramenta para ler e modelar o mundo. Contudo, em sala de aula, é preciso que os professores, tendo consciência disso, proporcionem aos estudantes momentos para que possam mobilizar o conhecimento da área e aplicá-lo em situações em que os próprios estudantes sintam necessidade.

É com esse intuito que o presente projeto de pesquisa foi proposto. Ou seja, com o foco de oportunizar que os estudantes desenvolvam estratégias e busquem, por meio de diálogo com seus pares, com os professores e a partir da pesquisa, envolver-se em uma proposta de ambiente de aprendizagem com foco na modelagem tridimensional, com o intuito de modelar miniaturas dos prédios da escola. O desafio proposto aos alunos considera um contexto real, próximo e afetivo dos estudantes, que são convidados a refletir sobre a matemática da sala de aula necessária para a realização do projeto e de que forma pode-se articulá-la para que, ao final, as miniaturas dos diferentes prédios sejam obtidas considerando a escola como unidade de referência. Destaca-se que, assim, cada grupo, além de refletir sobre seus desafios na construção da miniatura de um dos prédios da escola, precisa dialogar com os demais para garantir alinhamento e padronização no projeto final que resultará da união dos projetos dos pequenos grupos, conforme será descrito no próximo capítulo.

Entende-se que essa proposta aproxima-se do ambiente de aprendizagem do tipo 6 proposto por Skovsmose (2000), por possibilitar a exploração de um contexto real e por extrapolar a aplicação direta de um conteúdo específico, pois cada grupo podia investigar, explorar seu objeto de trabalho criando hipóteses e estratégias de abordagem próprias.

4 QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA?

Este trabalho lançou-se no desafio de investigar a matemática necessária para a construção de miniaturas tridimensionais de alguns prédios pertencentes a uma escola estadual do município de Canoas no Rio Grande do Sul (RS). O intuito era fazer com que os estudantes percebessem que o conhecimento matemático é aplicável e que é possível lançar mão de diferentes estratégias para utilizá-lo em situações. Tendo em vista o trabalho desenvolvido, este capítulo apresenta o percurso metodológico aplicado, bem como os dados que foram coletados no decorrer da proposta, analisando-os na medida em que se traz, também, a sequência de orientações dadas aos estudantes e discute-se os resultados obtidos.

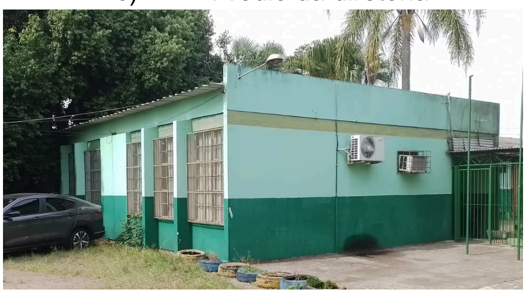
A escolha da escola foi motivada pelo fato de ser o local onde o professor-pesquisador estava lecionando durante o período de realização de seu mestrado profissional. Para o desenvolvimento da proposta didática, foi priorizada a construção de réplica de quatro pavilhões: a quadra de esportes (figura 1a), a área de eventos (figura 1b), o prédio da diretoria (figura 1c) e o refeitório (figura 1d), pois são espaços de grande circulação comum da escola, onde ocorrem importantes trocas de aprendizagens e socialização entre séries.

Figura 1 – Imagem dos prédios da escola utilizados no estudo.

a) Quadra de esportes

b) Área de eventos

c) Prédio da diretoria



d) Fundos do refeitório

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Além disso, considerando o tema do projeto, verificou-se que os prédios que constituem o espaço escolar se destacam pela sua forma geométrica, potencializando uma pesquisa mais ampla que possibilitaria aos estudantes o estabelecimento de relações entre a matemática da sala de aula e a realidade. Assim, esse local seria rico em possibilidades para a modelagem dos prédios utilizando conceitos matemáticos, recursos computacionais e a posterior o corte das construções realizadas por eles em uma cortadora a laser de modo a reproduzir em escala reduzida essas estruturas tridimensionais.

Do ponto de vista da infraestrutura, no ano de 2024 a escola contava com sete (07) turmas de ensino médio e sete (07) turmas de ensino fundamental, dispondo de um laboratório de cultura *maker* equipado com computadores antigos, nos quais foi possível instalar o *software* RDWorks, além de *cromebooks*, que, entretanto, não permitiam a instalação do referido *software*.

Vale ressaltar que em maio de 2024 o estado do Rio Grande do Sul enfrentou um grande volume de chuvas, o que resultou em um prejuízo moral e material de diversas escolas, incluindo a escola sede do projeto, que se localiza em um bairro que ficou em alerta de evacuação e somente conseguiu retornar às atividades do ano letivo após 28 dias de paralisação. Quando as atividades foram retomadas, foi necessário revisar os conteúdos do trimestre anterior, pois o mesmo não estava concluído até o período da suspensão das aulas, o que comprometeu parte da sequência didática do ano letivo de 2024.

A turma participante do projeto era composta por 26 alunos do 2º ano do Ensino Médio devido ao potencial didático da proposta, tanto para o referido ano quanto para o subsequente, uma vez que esses alunos não tiveram aulas de geometria plana e espacial no Ensino Médio até a data da aplicação deste projeto e considerando que esses estudantes iriam estudar, no ano seguinte, diversas formas geométricas, sendo este conteúdo parte do previsto para o 3º ano do Ensino Médio.

É importante destacar que a pesquisa desenvolvida é do tipo qualitativa com objetivo descritivo. Enquanto método de geração de dados, tratou-se de pesquisa do tipo intervenção pedagógica e durou em torno de seis semanas, acontecendo durante as aulas de Matemática e de Resolução de Problemas, totalizando 18 períodos de 45 minutos. A coleta de dados se deu através de registros de conversas entre os estudantes de cada grupo, dos professores das disciplinas com os grupos, da realização de anotações dos participantes nas atividades solicitadas e do diário de bordo, utilizado para registrar aspectos tanto das conversas coletivas quanto dos encaminhamentos das ações conjuntas e as observações referentes ao desenvolvimento das atividades pelos alunos em cada etapa.

Como parte do processo de análise do conhecimento matemático abordado, também foram utilizados dois questionários, aplicados no início, logo após o professor-pesquisador falar sobre o projeto com os alunos, e no fim da realização da proposta. Os dois questionários e o roteiro da conversa em grupo podem ser vistos na íntegra nos apêndices A, E e F. De modo resumido, o primeiro questionário teve por objetivo identificar os conhecimentos geométricos já estabelecidos e a percepção dos alunos sobre a aplicabilidade da geometria no cotidiano, o qual foi fundamental para determinar quais conteúdos deveriam ser discutidos e como abordá-los na aula de Matemática, a fim de orientar e dar suporte aos próximos passos do projeto. Já o segundo questionário e a conversa em grupo foram realizados no encerramento do projeto, de forma a levantar dados qualitativos relacionados à compreensão dos conhecimentos geométricos, à potencialização das interações sociais oportunizadas pelas atividades propostas e ao papel da matemática em diversas áreas do saber.

No final da pesquisa foi feito um seminário com a turma participante, onde a mesma compartilhou percepções sobre o projeto como um todo, destacando aspectos considerados interessantes, os desafios enfrentados e as aprendizagens realizadas. Essa troca de ideias teve o intuito de possibilitar que a turma conhecesse estratégias usadas por outros grupos na construção das respectivas miniaturas, fazendo com que pudessem perceber que havia diferentes caminhos para a aplicação da matemática no decorrer do projeto.

Cabe destacar que todos os alunos da turma participaram da proposta de atividades, mas somente foram analisados e considerados na pesquisa os dados dos alunos que forneceram a autorização por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os maiores de idade e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e TCLE para os menores de idade e seus responsáveis (Apêndices G, H e I). Destaca-se que a presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do IFRS sendo registrada sob o número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 81532924.8.0000.8024, submetida em 15/07/2024.

As informações e os dados da pesquisa estão sendo mantidos confidenciais, não havendo nenhuma identificação do participante. Para fins de referência aos alunos, no decorrer da apresentação e análise dos dados da pesquisa, foi utilizada a seguinte notação: Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5 para nomear os alunos do grupo responsável por trabalhar com a quadra de esportes (grupo Q); A1, A2, A3, …, A8 para nomear os alunos do grupo responsável pela área de eventos (grupo A); D1, D2, D3, …,D7 para nomear os alunos do grupo responsável por replicar o prédio da diretoria (grupo D) e R1, R2, R3, …, R6 para nomear os alunos do grupo responsável pelo prédio do refeitório (grupo R).

As atividades desenvolvidas durante o projeto foram apoiadas em três pilares. O primeiro refere-se às aulas regulares de Matemática, as quais não tiveram um planejamento específico vinculado à pesquisa, de modo que o material usado pelo professor nessas aulas não faz parte do projeto de modelagem tridimensional vinculado a esta pesquisa. Cabe destacar que alguns dos conteúdos programáticos previstos na ementa do corrente ano para a turma participante já incluíam temáticas pertinentes ao projeto que foram abordadas em sala de aula, entre elas: relações métricas nos triângulos e semelhança de figuras planas. Adicionalmente, optou-se por abordar questões inerentes à determinação de escalas, razão e proporção e Teorema de Tales.

O segundo pilar foram as aulas da disciplina de Resolução de Problemas, onde os alunos fizeram as conjecturas dos conteúdos que acreditavam que seriam utilizados, junto ao levantamento, tratamento e manuseio dos dados coletados para a realização da maquete. Por fim, o terceiro pilar do estudo foi a visita ao LabMaker no IFRS, que teve por finalidade ampliar a visão da aplicabilidade da matemática e dar forma ao projeto através de placas em MDF de 3 mm que foram cortadas e demarcadas pela máquina de corte a laser CNC Router 60x40 cm, através do *software* RDWorks.

Os riscos destes procedimentos eram mínimos, pois somente foram utilizadas ferramentas simples para a coleta de dados, como trena e transferidor, e no momento da observação dos prédios da escola os alunos estavam sendo supervisionados por dois responsáveis. A participação nesta pesquisa não trouxe complicações legais de nenhuma ordem, os procedimentos utilizados obedeceram aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos, conforme resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e nenhum desses procedimentos ofereceu riscos à dignidade do participante, porém caso o participante tivesse a necessidade, ele poderia ser encaminhado a equipe de orientação escolar que estava à disposição. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida sobre a pesquisa, o aluno, ou responsável, poderia entrar em contato imediato com o professor-pesquisador responsável pelo estudo.

Destaca-se que a proposição das atividades da pesquisa e o seu desenvolvimento enquanto ambiente de aprendizagem (Skovsmose, 2000) com foco na investigação dos conhecimentos matemáticos que os estudantes mobilizaram para modelar as miniaturas dos prédios ocorreu, majoritariamente, durante as aulas da disciplina de Resolução de Problemas. Dessa forma, a proposta didática resultante do presente estudo pauta-se no desenrolar dos acontecimentos dessas aulas, nas dúvidas, nos questionamentos e nas soluções encontradas pelos estudantes diante do desafio de modelar as peças que iriam constituir suas miniaturas e que seriam cortadas em MDF. Além disso, a proposta didática também contemplou o levantamento prévio dos possíveis caminhos para a realização da construção de cada miniatura que foram realizados pelo professor-pesquisador que, por vezes, foram distintos dos propostos e desenvolvidos pelos grupos, como será descrito na apresentação e análise dos resultados ao longo deste capítulo.

Independentemente desse trabalho prévio do professor-pesquisador, enfatiza-se a valorização dos caminhos e soluções que foram construídos pelos grupos, ao encontro do trazido de Brockveld, Silva e Teixeira (2018) no decorrer do referencial teórico. Nesse sentido, o professor-pesquisador buscou dar autonomia aos estudantes para que pudessem, partindo de pressupostos, formular hipóteses e testá-las por meio da experimentação, estratégia vinculada à educação experimental e ao construcionismo, conforme defendido por Papert (2008). Contudo, em alguns momentos, o professor-pesquisador atuou também como problematizador, buscando o desenvolvimento da criticidade dos estudantes frente aos resultados obtidos e à verificação da validade dos procedimentos adotados, indo ao encontro do terceiro pilar vinculado às estratégias pedagógicas do movimento *maker*, a educação crítica. Ainda, esse movimento de valorização da prerrogativa “faça você mesmo” e a constituição de um ambiente de aprendizagem proposto pelo desafio da construção de miniaturas dos prédios da escola também alinhou-se aos princípios da educação matemática crítica (Skovsmose, 2001).

O primeiro contato da turma com o projeto ocorreu na quinta-feira, 3 de outubro de 2024. Nesse mesmo dia, também estava prevista a participação dos alunos em uma Mostra Científica Escolar, o que exigiu ajustes nas aulas e reduziu o tempo destinado ao projeto para apenas 30 minutos. Ainda assim, optou-se por manter a data inicial em função do cronograma das atividades do ano letivo que, nos meses finais, previa a utilização de material fornecido pela Secretaria de Educação. Devido ao tempo limitado, o contato inicial dos alunos com o projeto foi destinado para uma conversa sobre como o projeto deveria acontecer, informando que as aulas de Matemática seriam destinadas a sanar dúvidas sobre conteúdos pertinentes ao projeto, e que a parte prática iria acontecer principalmente durante as aulas de Resolução de Problemas, contando com a colaboração também do professor dessa disciplina.

Neste contato inicial foi explicado que a finalidade do projeto era de identificar que matemática seria necessária para a produção das miniaturas de quatro pavilhões do colégio, realizando tarefas tais como medições, representação bidimensional de um objeto tridimensional, aplicação de uma escala de redução e a representação das paredes dos prédios em peças encaixáveis. Esta representação seria modelada na plataforma RDWorks nos computadores da sala *Maker* da escola. Ainda, foi dito que as peças seriam cortadas e marcadas em placas de MDF, através de uma cortadora a laser em uma visita ao campus Canoas do IFRS que seria realizada no decorrer do projeto.

Os alunos logo demonstraram animação em conhecer o campus, manifestando tanto o desejo quanto a necessidade de estabelecer mais contatos com instituições que promovam seu aperfeiçoamento pessoal e profissional por meio da educação. Pires e Junior (2025) destacam que atividades extraescolares potencializam o desenvolvimento cognitivo, social e cultural dos discentes. Logo, o contato com instituições educacionais que promovem uma formação ampla e de qualidade complementa e potencializa a formação acadêmica, despertando o interesse dos estudantes pelo conhecimento e ampliando sua visão de futuro e pertencimento ao meio educacional.

No meio de empolgações e questionamentos, o professor-pesquisador da turma apresentou os termos de consentimento necessários para o uso dos dados na escrita desta dissertação. Foi explicada a diferença entre os termos dos alunos maiores de idade (três alunos da turma naquele momento), e os dos alunos menores de 18 anos (vinte e três alunos da turma naquele momento). Contudo, foi ressaltado que a assinatura do termo de consentimento era opcional e que apenas autoriza o uso dos dados nesta dissertação, sem qualquer penalidade para quem optasse por não assiná-lo.

Dos 26 alunos participantes pertencentes à turma, 18 aceitaram participar da pesquisa. Os estudantes A1, A3, A4, Q4, R3, R4, R5, R6 não devolveram os termos assinados e seus dados não foram analisados e apresentados neste trabalho. Ainda na primeira aula destinada para a apresentação do projeto, faltando poucos minutos para o seu término, foi apresentada a miniatura da mesa do professor construída em MDF (Figura 2), com o objetivo de oferecer aos alunos um primeiro contato com o material a ser trabalhado e mostrar uma forma de efetuar os encaixes das peças, motivando os alunos a se empenharem no projeto. Destaca-se que essa miniatura faz parte da atividade em grupo que foi realizada na sequência da proposta.

Figura 2 – Miniatura da mesa do professor da sala de aula.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No encerramento desta aula, pode-se observar o interesse e motivação dos alunos em participar do projeto. Destaca-se a atitude de D3, aluno que demonstrava um bom desempenho em várias disciplinas, porém não obtinha o mesmo resultado na área das exatas, que comentou estar empolgado para ver o processo da construção das maquetes, destacando, sua curiosidade em acompanhar como as informações coletadas seriam transcritas para o *software* e, posteriormente, utilizados para o corte a laser, evidenciando seu desejo de aprender algo prático e palpável.

Considerando a organização do trabalho, dividiu-se a proposta didática desenvolvida em etapas, conforme apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 – Sequência didática planejada.

Etapas	Descrição da(s) atividade(s)
1	Aplicação do questionário inicial (Apêndice A).
2	Atividade mobilizadora: apresentação e questionamentos sobre a construção da miniatura da mesa do professor.
3	Formação dos grupos e definição do prédio a ser trabalhado por cada grupo. Realização da primeira saída de campo para coleta de fotos dos prédios e de dados iniciais, procurando identificar possíveis desafios para a construção de cada miniatura. Tarefa 1: Saída de Campo (Apêndice B). Tarefa 2: Momento Pós-Campo (Apêndice C).
4	Construção de um instrumento para medir ângulos (transferidor adaptado). Atividades de exploração do uso desse recurso para medição de alturas. Determinação da altura da sala de aula utilizando o transferidor e discussões. Tarefa 3: Medição da altura da sala de aula (Apêndice D).
5	Segunda saída de campo para medições e registro de informações dos prédios nas fotos impressas dos prédios que foram coletadas anteriormente.
6	Trabalho na sala de Cultura *Maker*. Exploração de recursos para a modelagem das peças para as miniaturas de cada grupo.
7	Trabalho na sala de Cultura *Maker* e novas idas a campo para ajustes, correções e coleta de novas informações para a execução dos projetos a partir das necessidades percebidas durante a modelagem das peças no *software* RDWorks.
8	Visita ao IFRS Canoas. Corte das peças encaixáveis dos projetos de cada grupo. Montagem das miniaturas tridimensionais dos prédios.
9	Seminário coletivo e aplicação de questionário final.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com intuito de favorecer a fluidez na leitura do texto, optou-se por apresentar, no decorrer desta seção, os dados gerados e, logo em seguida, as discussões e reflexões pertinentes. Para tanto, a seção 4.1 descreve a aplicação do questionário inicial (etapa 1), na qual objetivou diagnosticar o conhecimento prévio dos estudantes e suas percepções sobre a matemática no cotidiano. Na seção 4.2 são apresentados os dados e os resultados coletivos da turma ao apresentar a miniatura em MDF da mesa do professor (etapa 2), bem como a medição coletiva da altura da sala com um transferidor modificado (etapa 4).

A seção 4.3 relata sobre a formação dos grupos e a definição do prédio a ser trabalhado por cada grupo, descrevendo como foi realizada a primeira saída de campo para coleta de fotos dos prédios e de dados iniciais (etapa 3). Por sua vez, a seção 4.4 detalha o processo de construção das miniaturas nos grupos, sendo criada uma subseção para cada grupo, informando como ocorreu a organização dos grupos, as saídas de campo destinadas para registro, medições e conferências, bem como a representação do esboço digital das peças no *software* RDWorks (etapas 5, 6 e 7).

A seção 4.5 relata as últimas etapas comuns dos projetos, na qual incluem a construção de chaveiros e a visita ao IFRS, trazendo a experiência de produção em um material concreto (miniaturas tridimensionais) a partir das atividades desenvolvidas nos grupos (etapa 8). Por fim, na seção 4.6 retoma-se o problema de pesquisa na medida em que discute-se o questionário final e o seminário realizado com os estudantes (etapa 9) trazendo reflexões sobre a proposta desenvolvida e acerca da importância desse tipo de trabalho para a formação dos estudantes e para a prática docente.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL

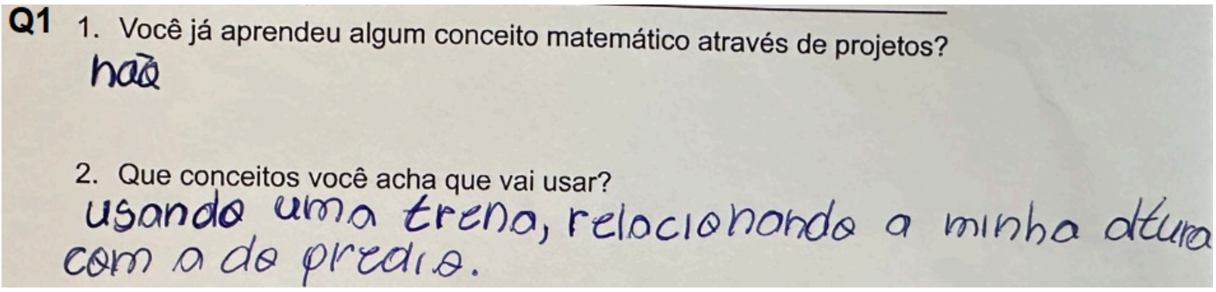
Esta seção apresenta os dados do questionário inicial (Apêndice A) que foi aplicado na aula que ocorreu na sexta-feira, dia 4 de outubro de 2024, na disciplina de Resolução de Problemas, com o auxílio do professor regente. Este questionário trazia perguntas referentes à experiência dos alunos com projetos e às expectativas em relação ao projeto, entre elas: Quais conceitos matemáticos você acha que vai usar? Que desafios você imagina que irá enfrentar para obter as medidas originais para desenvolver o projeto ao tentar medir partes inacessíveis dos prédios? Sabe como superá-los?

No entanto, percebeu-se uma certa preocupação por parte dos alunos quanto às respostas, temendo escrever algo que pudesse ser considerado errado. Neste momento, reforçou-se que o mais importante era explorar juntos a construção do conhecimento, explicando que não havia respostas certas ou erradas, mas sim perspectivas formadas por diferentes contextos, cuja colaboração e integração poderiam potencializar o aprendizado. Além disso, enfatizou-se que naquele momento estava sendo realizado um levantamento prévio dos conhecimentos da turma e as ideias preliminares para a execução do desafio de construir as miniaturas.

Enquanto os alunos preenchiam o questionário, foi perguntado quais alunos já teriam o termo de consentimento assinado por eles e pelos responsáveis, reforçando a importância desse documento e explicando que sua não entrega não acarretaria nenhuma penalidade de natureza estudantil.

Vale ressaltar que neste dia estavam presentes 13 alunos que permitiram a análise de seus dados. Destes, apenas o aluno A2 relatou já ter trabalhado com projetos em uma pesquisa envolvendo a medição de rampas. Cinco desses alunos conseguiram identificar algum tipo de instrumento de medida ou conceito matemático que poderia ser empregado para a realização da coleta de dados, tais como trenas e comparações de medidas. A figura 3, apresentada abaixo representa uma das respostas dos alunos, destacando o uso da trena e já sugerindo uma comparação com a própria altura do estudante. Além deste exemplo, outros quatro alunos, identificados como D1, R1, Q1 e Q5, também mencionaram a utilização da trena em suas descrições. No entanto, os alunos R1, R2 e Q1 fizeram referência a conceitos de semelhança de figuras, enquanto o aluno D1 mencionou a ideia de perspectiva como estratégia possível para realizar medições.

Figura 3 – Conceitos trazidos pelo aluno Q1 no questionário inicial.


Q1 1. Você já aprendeu algum conceito matemático através de projetos?
não

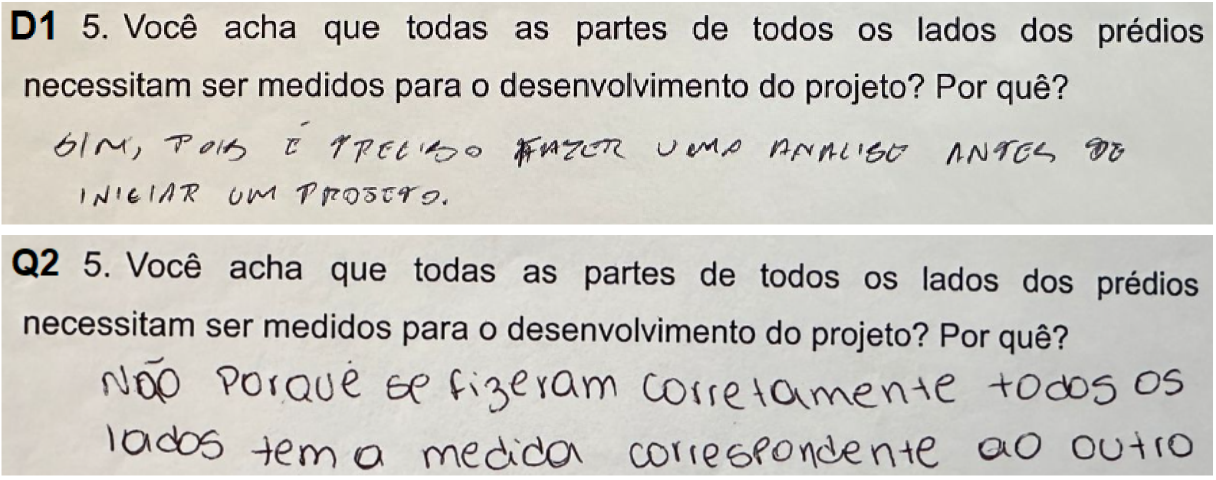
2. Que conceitos você acha que vai usar?
usando uma trena, relacionando a minha altura com a do predio.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

De forma geral, a turma reconheceu que a medição de locais de difícil acesso representaria um desafio. Alguns alunos (Q1, Q2 e D1) já associaram a utilização da medição de ângulos como uma possível solução. Os alunos R1 e D3 sugeriram, respectivamente, a necessidade de subir até o local e o uso de imagens via satélite para contornar o problema, enquanto os demais ainda refletiam sobre como acessar tais áreas.

Em relação à medição de todos os lados do prédio, 10 alunos consideraram necessário medir todas as faces. Por outro lado, apenas 3 alunos (Q1, Q2 e D3) identificaram uma possível simetria nas dimensões, entendendo que poderiam dispensar a medição completa. Duas dessas divergências podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 – Divergência de Q1 e D1: medir todos os lados, existem proporcionais?



D1 5. Você acha que todas as partes de todos os lados dos prédios necessitam ser medidos para o desenvolvimento do projeto? Por quê?

SIM, POIS É PRECISO FAZER UMA ANALISE ANTES DE INICIAR UM PROJETO.

Q2 5. Você acha que todas as partes de todos os lados dos prédios necessitam ser medidos para o desenvolvimento do projeto? Por quê?

Não porquê se fizeram corretamente todos os lados tem a medida correspondente ao outro

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Como o conceito de escala já havia sido trabalhado em algumas aulas de Matemática, logo esperava-se que uma parte expressiva dos alunos mencionasse a sua utilização, no entanto, apenas cinco alunos (D1, D3, A2, A5 e Q5) indicaram a necessidade de aplicá-la. No entanto, dois alunos (D4 e D5) apontaram a possível utilização do conceito de semelhança de figuras, o que eleva para sete alunos, se for considerada a ideia de representação de uma figura em uma medida reduzida.

Quanto aos conteúdos que os alunos lembravam ter estudado em momentos anteriores, 12 afirmaram já ter visto conceitos de área ou volume, 10 mencionaram conteúdos sobre relações métricas envolvendo ângulos e 8 disseram ter estudado semelhança de figuras, conforme assinalado no quadro 3.

Quadro 3 – Conteúdos indicados pelos alunos através do questionário inicial.

Alunos * e **	Escala	Semelhança de figuras	Ângulos	Relações métricas no triângulo retângulo	Lei dos Senos e dos Cossenos	Relações métricas na circunferência	Área	Volume
A2	x		x					
A5	X	X	X					x
A6			X	X		X	X	X
D1							X	X
D2		X		X				
D3	X				X			

Continua

Quadro 3 – Conteúdos indicados pelos alunos através do questionário inicial.

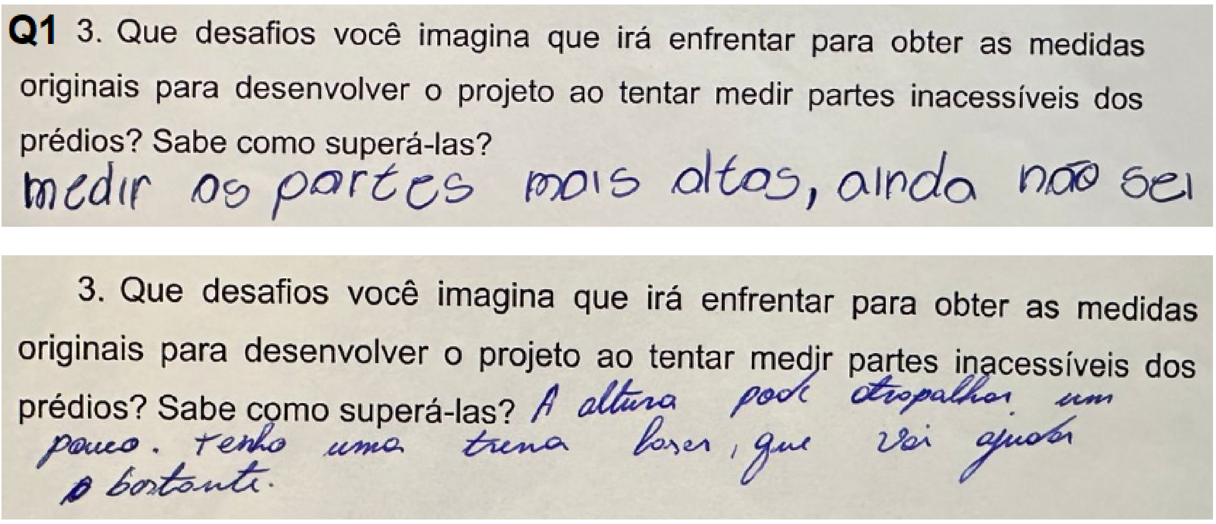
Alunos * e **	Escala	Semelhança de figuras	Ângulos	Relações métricas no triângulo retângulo	Lei dos Senos e dos Cossenos	Relações métricas na circunferência	Área	Volume
D4							X	
D5		X					X	
Q1		X		X	X		X	
Q2		X	X				X	X
Q5	X	X					X	X
R1					X		X	X
R2				X			X	X

*A1, A3, A4, Q4, R3, R4, R5 e R6 não tiveram respostas analisadas na pesquisa, pois não retornaram os termos de consentimento assinados.
**A7, A8, D6, D7 e Q3 não estavam presentes no dia da realização desta atividade.
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Observa-se que os conceitos mais lembrados são aqueles ligados ao cotidiano, o que sugere que conteúdos vivenciados na prática tendem a constituir uma aprendizagem com mais significado e, assim, estarem mais presentes na lembrança, ao encontro de Freire (2015).

Essas primeiras percepções coletadas por meio do questionário inicial ofereceram um panorama importante sobre o repertório prévio da turma, mostrando suas inseguranças quando demonstraram receio em errar. Porém, também trouxe as reflexões, criatividades e disposições da turma em resolver os desafios propostos, como nos exemplos da figura 5. Nota-se que uma das soluções recorre a instrumentos tecnológicos, como a trena a laser (aluno R1), mas não remete a percepção de que a matemática poderia oferecer recursos para tal.

Figura 5 – Receios trazidos pelo aluno Q1 e R1 sobre os desafios do projeto.


Q1 3. Que desafios você imagina que irá enfrentar para obter as medidas originais para desenvolver o projeto ao tentar medir partes inacessíveis dos prédios? Sabe como superá-las?
medir os partes mais altos, ainda não sei

3. Que desafios você imagina que irá enfrentar para obter as medidas originais para desenvolver o projeto ao tentar medir partes inacessíveis dos prédios? Sabe como superá-las? A altura pode atrapalhar um pouco. tenho uma trena laser, que vai ajudar o bastante.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A análise dessas respostas permitiu identificar pontos a serem abordados e debatidos durante a aplicação deste projeto, bem como a necessidade de incentivar os alunos a terem uma postura investigativa e colaborativa. Este questionário, além de diagnosticar conhecimentos prévios dos alunos, consolidou um espaço de escuta e de valorização das experiências e expectativas vivenciada pelos estudantes, evidenciando que o erro é parte do processo de busca pelo conhecimento, o qual pode ser construído a partir de diálogos, de práticas e da vivência em problematização de situações reais.

4.2 TAREFAS INICIAIS DO COLETIVO: MESA EM MINIATURA E TRANSFERIDOR

Nesta seção, serão descritos e analisados os dados relativos às etapas 2 e 4 do projeto. Vale ressaltar que o 3º trimestre de 2024 já havia iniciado no dia 12/09, ou seja, antes da aplicação deste projeto. Assim, alguns conceitos, como regra de três simples e composta, além de escala, já haviam sido trabalhados com os alunos, e todas as atividades propostas tratavam de situações-problema que buscavam colocar o aluno em uma posição de investigação e descoberta.

A fim de mobilizar a curiosidade dos estudantes e introduzir, de forma concreta e lúdica, alguns conceitos essenciais na execução do projeto das miniaturas dos prédios, foi apresentada uma miniatura da mesa do professor da própria sala de aula da turma participante da pesquisa, a qual foi construída pelo professor-pesquisador. Essa atividade pretendia fazer com que os alunos vivenciassem uma experiência prática de medição e comparação, a partir de um objeto que faz parte de seu cotidiano escolar. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de relacionar as medidas da mesa original e da miniatura, a fim de identificar a razão de semelhança e pensar em estratégias para a execução posterior de seus projetos.

Na figura 6 estão dispostas algumas fotos de como foi realizado o projeto da mesa do professor, com a anotação das medidas, conjecturas necessárias para a representação digital no *software* e a imagem da miniatura concretizada.

Figura 6 – Modelagem da mesa do professor em miniatura.

a) Fotografia original da mesa

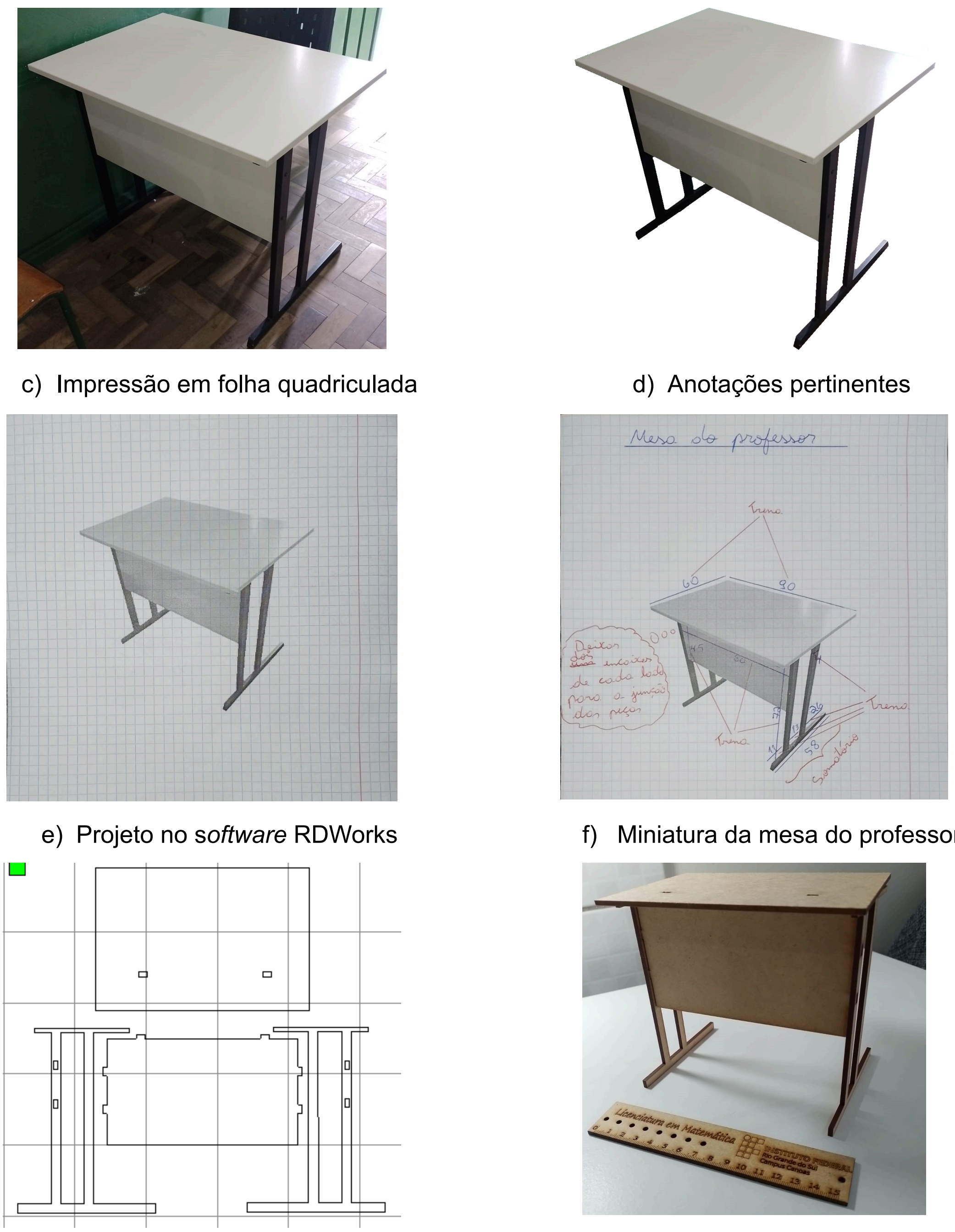
b) Mesa original sem o fundo

c) Impressão em folha quadriculada

d) Anotações pertinentes

e) Projeto no *software* RDWorks

f) Miniatura da mesa do professor



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Destaca-se que o professor-pesquisador nunca tinha realizado projetos semelhantes, portanto também não conhecia o *software* RDWorks, de modo que a construção do projeto da mesa serviu como estratégia para a vivência do processo de aprendizagem que seria percorrido pelos próprios alunos no decorrer da proposta de construção das miniaturas dos prédios. A produção da miniatura, pelo professor-pesquisador, foi sequenciada a partir do registro fotográfico da mesa original, e sua impressão em uma folha quadriculada na qual foi possível fazer algumas anotações a respeito das dimensões originais. Estes dados registrados inicialmente pelo professor-pesquisador foram transcritos através de uma escala de redução para o *software* RDWorks, respeitando rigorosamente a proporcionalidade entre todas as partes.

No dia 04 de outubro de 2024, logo após o retorno do questionário inicial, foi apresentada a miniatura da mesa do professor, perguntando se aquele objeto era semelhante a algo que eles conheciam. Alguns alunos sugeriram que parecia uma parada de ônibus ou até mesmo um sofá. O aluno D2 percebeu que se tratava de uma réplica de uma mesa e logo a turma percebeu que se tratava especificamente da mesa do professor daquela sala de aula. Para confirmar a suspeita da turma, foi entregue a miniatura da mesa, junto com uma régua para que os alunos medissem e comparassem as partes da miniatura com a mesa da sala de aula.

Nesse momento, surgiram divergências na medição da mesa em miniatura, dúvidas como o posicionamento correto da régua para efetuar a medição foi uma delas. Alguns alunos não iniciaram a medição corretamente no zero da régua, mas sim em sua extremidade (borda) ou até mesmo no número 1, o que evidencia a existência de dúvidas ou dificuldades por vezes não previstas pelo professor, pelo menos nesse contexto, considerando estudantes do segundo ano do Ensino Médio. Neste caso, foi possível sanar a dúvida, mostrando para a turma o posicionamento correto da régua para efetuar a medição de um objeto.

Em um segundo momento foi questionado à turma como garantir que todas as partes da miniatura se assemelhassem às da mesa original e que cuidados deveriam ser tomados para a construção de uma miniatura. Alguns alunos sugeriram medir a mesa original e dividir todas as partes pelo mesmo número, aplicando na prática o conceito fundamental de razão de semelhança traduzido na identificação da escala de redução, percebendo que todas as medidas deveriam ser ajustadas pela mesma constante de proporcionalidade.

Neste momento as conjecturas da turma foram confirmadas pelo professor-pesquisador que explicou que a miniatura foi produzida com base em medições reais, utilizando uma escala de redução. Logo, a turma lançou-se no desafio de descobrir essa escala. O aluno A6 mediu e informou que a tampa da mesa original tinha o formato de um retângulo de 60 cm x 90 cm, e que esta peça tinha sido reduzida para a dimensão de 10 cm x 15 cm na miniatura. Assim a turma percebeu que essa redução foi feita dividindo cada medida da mesa original por 6, o que corresponde a uma escala de 1:6.

Foi explicado à turma que, neste caso, cada centímetro na miniatura representava seis centímetros da mesa original. Para reforçar esse conceito, foi solicitado ao aluno D1 que, com o auxílio de uma trena, medisse outras partes da mesa original. Em seguida, foi perguntado à turma quais seriam os valores correspondentes na miniatura considerando a escala de redução. As medidas foram então verificadas diretamente na miniatura, por meio da medição realizada pelo aluno A6.

Com o objetivo de promover o engajamento de mais alunos da turma, foi solicitado que eles identificassem algum objeto, como o quadro, a porta de entrada ou até mesmo um colega, para representá-lo na mesma proporção da mesa em miniatura. Logo, por meio da colaboração entre os colegas, os alunos puderam compreender quais medidas eram essenciais e como representá-las de acordo com a escala utilizada na miniatura da mesa do professor, identificando, na prática, conceitos como unidades de medida e semelhança de figuras.

Enquanto alguns alunos efetuaram a medição e representação, em seus cadernos, de alguns objetos da sala de aula, outros questionamentos sobre a reprodução dos prédios surgiram, um deles era a respeito de como poderiam ser efetuados os encaixes das paredes. A fim de sanar este questionamento, foi apresentado à turma uma peça produzida paralelamente à produção da mesa, na qual mesclava um molde de um cubo do site MakerCase[3] e uma peça flexível originada por meio do site Boxes.py[4].

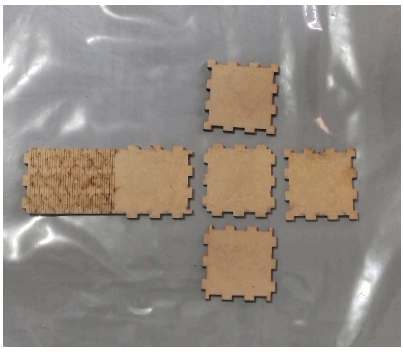
Vale ressaltar que essa produção em paralelo originou-se da inquietação do professor-pesquisador em como poderia ser reproduzido o prédio da quadra de esportes, uma vez que seu telhado não era plano, antecipando possíveis dúvidas dos estudantes. Além disso, o professor-pesquisador nunca havia trabalhado com

[3] Disponível em: https://pt.makercase.com/#/
[4] Disponível em: https://boxes.hackerspace-bamberg.de/

esse tipo de projeto e, inicialmente, o mesmo tentou produzir os próprios moldes e produzir manualmente os encaixes das peças, até que descobriu que haviam alguns disponíveis na internet. A peça produzida pode ser visualizada na figura 7.

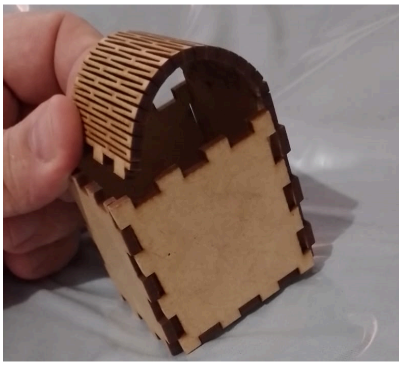
Figura 7 – Cubo com um dos encaixes modificado, formando um arco.

a) Planificação do cubo modificado

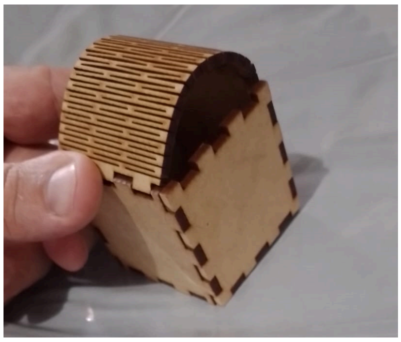


b) Montagem parcial do cubo

c) Testes de curvatura da parte superior



d) Encaixe da curvatura superior



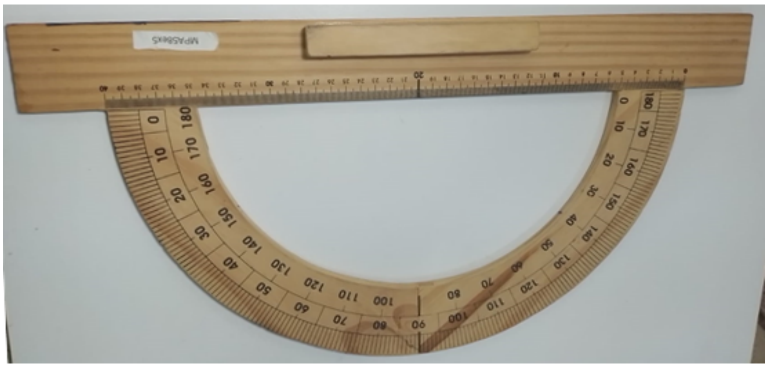
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Assim, esta peça foi inicialmente criada para que o professor-pesquisador pudesse realizar testes de torção e encaixe para buscar possibilidades de representar a envergadura correta do teto da quadra de esportes. Para isso, foi construído um cubo sem tampa, onde em um dos lados foi continuado com a peça flexível e no lado oposto o encaixe. Isso possibilitou visualizar a forma de trabalhar o encaixe, vendo que a parte estendida ficava com uma envergadura mais rígida que o lado do encaixe, o que indicava a necessidade de construir essas peças separadas, usando encaixe em ambos os lados.

Com a observação dos encaixes laterais das paredes da peça, os alunos perceberam que não precisariam se preocupar com a modelagem dessa parte do projeto, uma vez que os sites utilizados já forneciam as peças com encaixes prontos. Assim, compreenderam que sua principal tarefa era obter as medidas essenciais de cada face e representá-las corretamente na proporção acordada com a turma. Esse entendimento foi reforçado por um comentário do aluno D1, que apontou que o projeto seria simples, pois bastaria analisar as medidas de cada lateral e, em seguida, representá-las no site. Essa constatação evidenciou como a atividade contribuiu para despertar o interesse dos estudantes no processo de modelagem, além de favorecer a compreensão da planificação bidimensional de um objeto tridimensional.

Um segundo momento mobilizador ocorreu ao apresentar à turma um transferidor de tamanho grande, do tipo utilizado em quadro pelos professores (Figura 8). O propósito era questionar os alunos sobre a função e o modo de utilização para a obtenção das medidas de alguns ângulos. Desta forma, foi feita uma analogia ao próprio uso da régua, porém demonstrando que um serve para medir e traçar linhas retas, já o outro pode ser usado para medir e construir ângulos. Para tanto, alguns questionamentos foram feitos à turma, tais como: A parede de uma casa é construída com qualquer inclinação com a horizontal? Como é possível formar alguma referência com a vertical?

Figura 8 – Transferidor disponibilizado para os alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

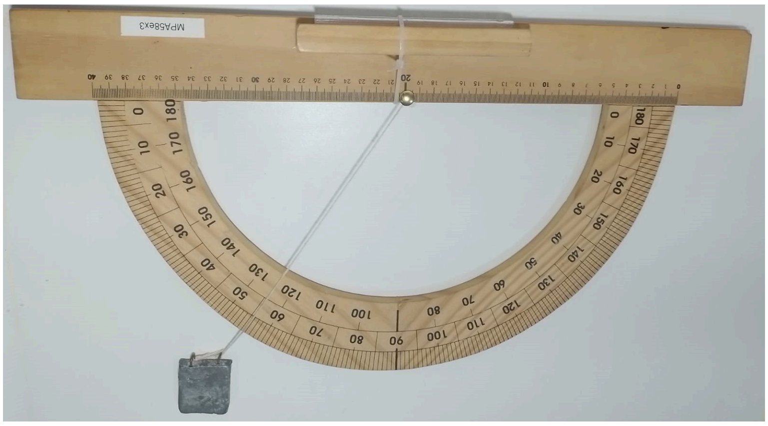
Para responder a essas perguntas, o professor da disciplina de Resolução de Problemas estava segurando um barbante com peso amarrado, criando uma espécie de prumo. Nesse momento, foi informado aos alunos que este instrumento é muito utilizado na construção civil, pois permite criar uma referência vertical. Esta referência foi importante, pois conectou o conteúdo a ser visto em sala de aula a uma realidade vivenciada ou ao menos já observada por muitos alunos.

Outros questionamentos foram feitos, tais como: Seria possível colocar esta linha com referência vertical no transferidor? Se sim, como identificar como e onde colocar esta linha no transferidor para auxiliar na medição de ângulos? Como ela, associada ao transferidor, poderá nos auxiliar na obtenção de medidas de locais inatingíveis, por exemplo a altura de um prédio?

Para auxiliar a turma a responder todas estas questões, foram disponibilizados quatro transferidores grandes, barbantes, uma caixinha de percevejos e quatro pesos. Em seguida, retomou-se a ideia de utilizar o peso amarrado no barbante como referência vertical no transferidor e o questionamento sobre o melhor ponto para amarrar esse peso.

Após algumas análises, o aluno R2 sugeriu prender o peso no centro da régua linear sobre o transferidor. A hipótese foi testada em diferentes situações e a turma constatou que essa seria a melhor posição. A confirmação desta posição foi dada pelo professor-pesquisador, validando a solução encontrada e demonstrando a leitura dos ângulos movimentando o transferidor (Figura 9). Assim, considerando o ângulo da figura, tem-se um ângulo de 55º, formado entre o barbante fixado no centro do transferidor e o lado reto do transferidor (aquele com graduação de régua).

Figura 9 – Transferidor modificado com mira e prumo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para facilitar a visualização desse ponto de observação, foi disponibilizado a cada grupo um tubo transparente de caneta que, com o auxílio de uma cinta abraçadeira, foi fixado na parte reta do transferidor, logo acima do pegador já existente, conforme ilustrado na figura 9. Durante esta parte da atividade, surgiram contribuições pertinentes dos alunos, uma delas vinda do aluno D1, que sugeriu a utilização de um laser em vez do tubo da caneta, permitindo assim a todos visualizarem o ponto observado com maior precisão.

Retomando o uso do transferidor, foi exemplificado como identificar o ângulo correto de observação, já que o transferidor apresenta também os ângulos suplementares. Por exemplo, no caso anterior, ao determinar o ângulo de 55º também se obtém o de 125º. Logo, foi preciso mostrar aos alunos como medir corretamente um ângulo, indicando o ponto de referência e a forma adequada de olhar para ele, destacando que a medida correta a ser observada no transferidor é decorrente da marcação que se inicia em 0º quando segura-se o transferidor próximo ao corpo. Isso assegura que o ângulo medido seja o correto em relação ao ponto de vista do observador com a vertical, evitando a anotação do ângulo suplementar.

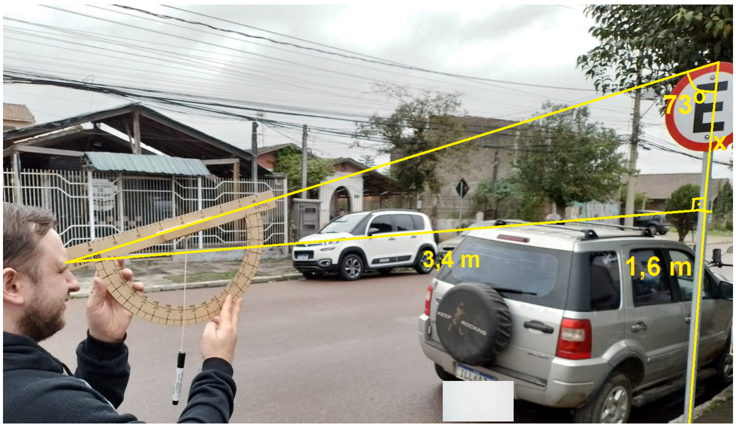
Antes de propor essa atividade aos alunos, o professor-pesquisador testou o material pensando nas melhores estratégias de abordagem para auxiliar os estudantes a compreenderem como fazer uso do transferidor para obter as alturas dos prédios que seriam necessárias em cada projeto, assim como pode ser visto na figura 10.

Figura 10 – Exemplificação de como observar um ponto de vista no transferidor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na exemplificação da figura 10, o ponto de vista (olho do observador) está a 1,6 metros do chão e ao observar o ponto superior da placa, que horizontalmente está a uma distância de 3,4 metros do observador, verificou-se que o ângulo formado era de aproximadamente 73º. Esse ângulo que tem como vértice o ponto D do triângulo desenhado em amarelo, na figura, é congruente ao ângulo do vértice B do triângulo desenhado em vermelho. A congruência ocorre porque tem-se duas retas paralelas representadas pelo barbante no transferidor e pelo pilar da placa, que são cruzadas por uma reta transversal imaginária, que passa pelo ponto de vista do observador e a parte superior da placa (posição que desejamos medir a altura), fazendo com que os ângulos superiores sejam correspondentes. Logo, tem-se a congruência entre os ângulos em B e em D. Além disso, o triângulo ABC é retângulo em C e é conhecida a medida do lado AC, cateto oposto ao ângulo de medida B. O esquema simplificado pode ser visto na figura 11.

Figura 11 – Esquema conceitual do triângulo imaginário ao observar um ponto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com estes dados, pode-se utilizar as razões trigonométricas para determinar o valor faltante “x” da altura da placa (lado BC), uma vez que a distância do chão até o ponto B era 1,60m, ou seja, a mesma distância do olho do observador ao chão.

Desse modo, obteve-se x = 1,04 metros, pois:

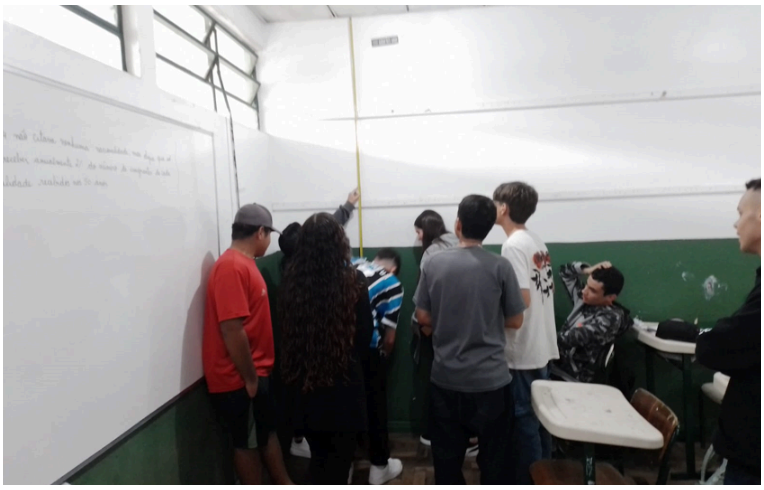
tg73º = $\frac{3,4}{x} \Rightarrow 3,27 \approx \frac{3,4}{x} \Rightarrow x = \frac{3,4}{3,27} \Rightarrow x$ = 1,04 m.

Logo a altura procurada era dada por $1,60 + 1,04 = 2,64$ m. Como esse ponto não era muito elevado, foi possível medir a altura real, que é de 2,54 metros e verificar um erro de 10 cm, que pode ser explicado pelo arredondamento das unidades ao calcular a tangente de 73º e pelo fato do ângulo ter sido considerado como um valor inteiro, sem levar em conta sua precisão em minutos e segundos.

Sabendo desses detalhes no manuseio do instrumento, em sala de aula, o professor-pesquisador exemplificou que ao observar um ponto alto, através do tubo da caneta, cria-se uma referência que pode ser representada por um triângulo retângulo, onde os vértices estariam: um no ponto superior observado, outro na linha de projeção ortogonal do ponto observado com a mesma altura dos olhos do observador em relação ao chão e o terceiro ponto no próprio olho do observador.

Enquanto estavam modificando os transferidores para uso na atividade, os alunos foram instigados a encontrar a altura da sala de aula. Nesse momento, o aluno Q1 mencionou que possuía um aplicativo no celular que poderia realizar essa medição. Ao utilizar o aplicativo, ele indicou uma altura de 2,20 metros, valor que a turma logo considerou muito baixo, especialmente tendo como referência a altura da porta, que é de 2,10 metros, medida que havia sido obtida no final da proposta da miniatura da mesa. Para uma verificação mais precisa, foi disponibilizado à turma uma trena e eles constataram que a altura real da sala era de 2,91 metros. É importante destacar que a todo momento as hipóteses dos estudantes eram consideradas e avaliadas no grupo. Nessa atividade, também foi possível discutir acerca da importância de saber como os instrumentos que são utilizados funcionam e julgar os dados fornecidos com criticidade, uma vez que, no caso da altura da sala, era nítido que havia algum erro ou no manuseio do aplicativo ou no seu próprio funcionamento, já que a medida fornecida era bastante diferente da real.

Figura 12 – Medição da altura da sala por meio de uma trena.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Assim, foi comentado com os alunos que medições realizadas com celulares poderiam apresentar alguns erros, isso devido a fatores como inclinações inadequadas, imperfeições no objeto medido, limitações dos sensores do celular, diferenças de iluminação, entre outros. Enfatizou-se que estes mesmos aplicativos podem trazer medidas próximas às reais, porém os resultados sempre devem ser analisados, reforçando a importância do senso crítico diante da análise das soluções obtidas. Com essas informações, a turma seguiu para o desafio de tentar obter a altura da sala, com isso, foi distribuído um transferidor adaptado para cada grupo e uma folha com algumas orientações (Apêndice D), onde estas orientações podem ser vistas na Figura 13.

Figura 13 – Tarefa de obtenção da altura da sala de aula com o transferidor.

Tarefa 1:

1. **Posicionamento inicial**: Cada grupo deve definir um representante para manusear o transferidor. Esse aluno deve se posicionar em um ponto da sala e segurar o transferidor com o barbante pendurado, garantindo que o barbante esteja perfeitamente alinhado com a vertical formando um ângulo de 90° com a base horizontal.
2. **Medição do ângulo inicial**: A partir de sua posição inicial, o aluno observa o topo da parede e, os demais alunos do grupo, verificam o ângulo que o transferidor está indicando, tomando como base o ângulo formado entre a vertical (o barbante) e a linha de visão para a parede.
3. **Representação (inicial):** O grupo deve desenhar em uma folha essa situação, indicando a distância do aluno até a parede, a altura do ponto de vista do aluno (em relação ao chão da sala de aula) e a medida em graus que foi obtida com o transferidor.
4. **Mudança de posição**: O aluno que está com o transferidor deve se afastar, ou aproximar alguns passos da parede e o grupo deve repetir as medições, observando o novo ângulo que o transferidor indicará entre a nova linha de visão e a vertical, bem como a nova distância em relação à parede.
5. **Representação (final):** O grupo deve retomar a representação realizada no item 3 e acrescentar as novas informações, a partir da indicação do novo posicionamento do colega e das novas medições realizadas.

Obs: Use a mesma referência vertical, como o topo da parede.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para efetuar a tarefa, a turma foi questionada se conseguiam identificar em qual destes vértices estava o ângulo indicado pelo transferidor e como seria possível utilizar esta informação para calcular a altura do ponto observado. A resposta para a primeira questão surgiu quando a turma observou a variação do ângulo conforme o observador se aproximava e afastava da parede, pois os alunos perceberam que quando o observador se aproximava, o ângulo diminuía e quando o observador se afastava, o ângulo aumentava, levando a turma a perceber que o ângulo observado no transferidor correspondia ao ângulo superior do triângulo retângulo.

Em seguida, os alunos tentaram responder como utilizar a informação sobre a medida do ângulo para obter a altura da sala de aula. A questão não foi respondida de imediato. Diante disso, questionou-se se os alunos lembravam de ter estudado razões trigonométricas anteriormente. O aluno D2 foi o único que afirmou ter visto esse conteúdo no ensino fundamental, enquanto o restante da turma relatou não ter tido contato com o tema, justificando a lacuna por conta dos atrasos nas atividades escolares durante o isolamento domiciliar de 2020, em razão da pandemia ocorrida pela Covid-19.

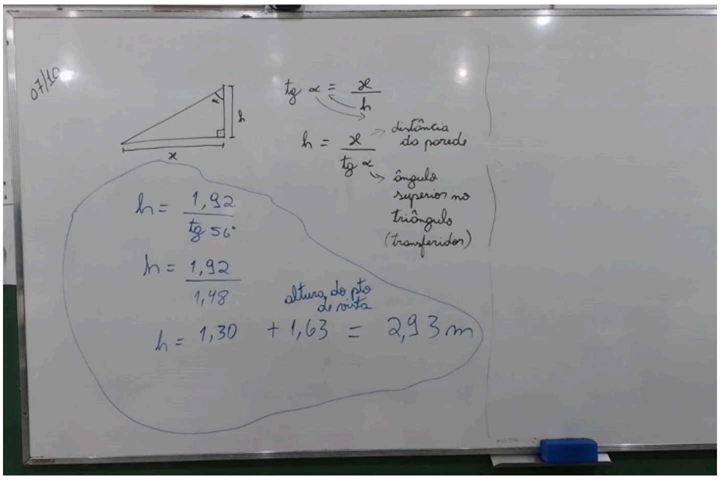
Neste momento foi introduzido e revisto o conceito de forma breve, pois estes mesmos conceitos e exercícios contextualizados seriam aplicados em aulas de Matemática. O ponto mais exemplificado foi a razão entre as medidas do cateto oposto e do cateto adjacente de um ângulo de um triângulo retângulo, a qual resulta na tangente do ângulo considerado. Para a utilização dessa razão na prática, o aluno R3 se prontificou a manusear o transferidor, escolhendo um ponto qualquer da sala para se localizar e, por meio do tubo da caneta acoplado, observar o ponto mais alto da parede da sala a sua frente (Figura 14).

Figura 14 – Medição do ângulo para estimar a altura da sala com trigonometria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A partir disso, o aluno D1 verificou que R3 estava a 1,92 metros de distância da parede e identificou um ângulo de 56° no transferidor modificado. Utilizando esses dados, e com registros no quadro, calculou-se a medida do cateto adjacente do triângulo retângulo, obtendo como resposta 1,30 metros, conforme figura 15.

Figura 15 – Cálculos para verificar a altura da sala com razões trigonométricas.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

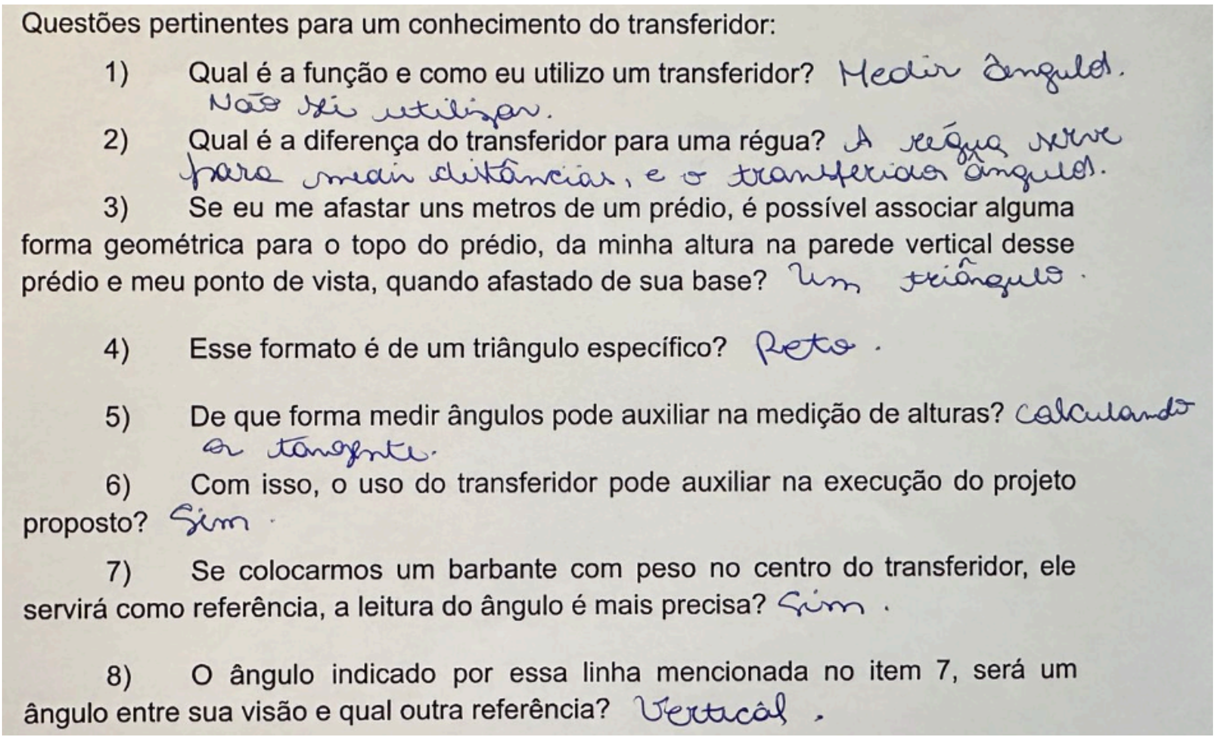
Com isso, foi questionado aos alunos se o cálculo estava correto, ou seja, se a medida encontrada era a altura total da sala de aula. A turma imediatamente respondeu que não, argumentando que a sala era visivelmente mais alta do que

1,30 metros, dando a altura da porta e da medição com a trena como justificativa ao seu argumento. Então, os alunos comentaram que aquela altura era a distância do ponto de vista do observador ao topo da parede, ou seja, que representava o cateto adjacente ao ângulo observado. A partir disso, com a orientação dos demais alunos da turma, D1 mediu a distância entre o chão e a altura dos olhos do aluno R3, verificando que seu ponto de vista estava a 1,63 metros do solo. Somando essa medida à altura calculada, a turma concluiu que a altura total da sala era de 2,93 metros.

A turma percebeu que a diferença entre a altura medida com a trena, que foi de 2,91 metros e a altura calculada através do transferidor modificado, que foi de 2,93 metros, era muito pequena, representando um erro inferior a 1%. Foi ressaltado que diferenças podem surgir devido a arredondamentos nos cálculos, por possíveis pequenas movimentações do observador ou pelo o uso de ângulos inteiros que ainda eram obtidos por meio de um objeto móvel.

A fim de promover uma interação maior dos alunos com o transferidor modificado, a aula foi finalizada com os demais alunos realizando o item 3 da tarefa 1 que previa a medição da parede da sala de aula em diversos pontos. Abaixo está o retorno de um destes grupos, demonstrando a percepção e fixação dos conceitos apresentados.

Figura 16 – Respostas da tarefa 3 do grupo da área de eventos.



Questões pertinentes para um conhecimento do transferidor:

1) Qual é a função e como eu utilizo um transferidor? Medir ângulos. Não sei utilizar.

2) Qual é a diferença do transferidor para uma régua? A régua serve para medir distâncias, e o transferidor ângulos.

3) Se eu me afastar uns metros de um prédio, é possível associar alguma forma geométrica para o topo do prédio, da minha altura na parede vertical desse prédio e meu ponto de vista, quando afastado de sua base? Um triângulo.

4) Esse formato é de um triângulo específico? Reto.

5) De que forma medir ângulos pode auxiliar na medição de alturas? Calculando a tangente.

6) Com isso, o uso do transferidor pode auxiliar na execução do projeto proposto? Sim.

7) Se colocarmos um barbante com peso no centro do transferidor, ele servirá como referência, a leitura do ângulo é mais precisa? Sim.

8) O ângulo indicado por essa linha mencionada no item 7, será um ângulo entre sua visão e qual outra referência? Vertical.

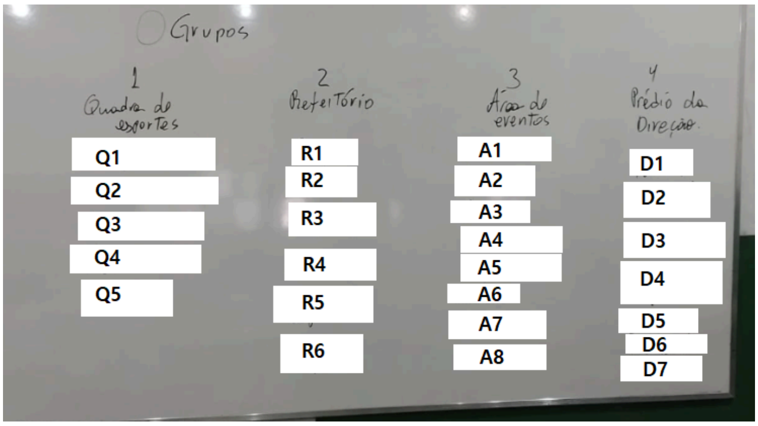
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com a realização desta tarefa os alunos puderam verificar as variações nos ângulos causadas por diferentes posicionamentos dentro da sala de aula e por alturas distintas de vários alunos, mas que sempre resultaram em alturas similares para o mesmo ponto observado, demonstrando que o transferidor é uma ferramenta capaz de proporcionar uma boa precisão na medição de alturas inatingíveis.

4.3 O INÍCIO DA CONSTRUÇÃO DAS MINIATURAS: ATIVIDADES COMUNS

Para o desenvolvimento do projeto de construção das miniaturas dos prédios, inicialmente foi proposta a divisão da turma em quatro grupos, permitindo que os alunos os formassem de acordo com as afinidades ou com o pavilhão que desejavam replicar. Os prédios selecionados pelo professor-pesquisador foram a quadra de esportes, a área de eventos, o prédio do refeitório e o prédio da diretoria. Este último é geometricamente afastado dos demais prédios, porém poderia trazer grandes contribuições para a análise de objetos sobrepostos pelo fato do prédio conter pilares saltados e para uma análise mais robusta de posicionamento geográfico do projeto, ao analisar como posicionar o mesmo perante aos demais prédios em uma representação cartesiana das miniaturas. A figura 17 apresenta o momento da formação dos grupos.

Figura 17 – Momento da distribuição dos alunos para a montagem das equipes.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Como foi dada aos alunos a opção de escolherem seus próprios grupos, formaram-se equipes com 5, 6, 7 e até 8 integrantes. Os alunos justificaram essa escolha afirmando que, devido ao entrosamento entre os membros, conseguiriam ser mais produtivos, colaborar com mais facilidade e dividir melhor as tarefas conforme as habilidades de cada um.

Desta forma, com os grupos formados e os prédios definidos, foi iniciada a análise dos pavilhões que foi organizada em duas tarefas: a saída de campo para fotografar os prédios e, após, uma conversa para alinhar ideias acerca da execução do projeto entre os integrantes de cada grupo.

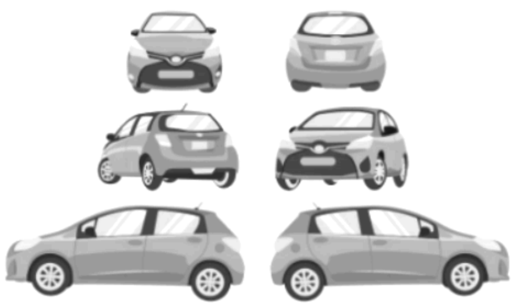
Essa atividade consistia em tirar fotos do pavilhão pelo qual o grupo estava responsável, de forma que as imagens capturadas apresentassem os prédios completos, com alinhamentos verticais. Essas fotos, na sequência foram encaminhadas para o professor-pesquisador, para que pudessem ser escolhidas e impressas em papel quadriculado, servindo, posteriormente, como base para anotações diversas, tais como: medidas reais, métodos de obtenção dessas medidas, possíveis conceitos e os cálculos realizados.

A figura 18 traz as orientações entregues de forma impressa aos alunos para a realização da Tarefa 1, que correspondia a saída a campo dos alunos (disponível também no Apêndice B).

Figura 18 – Orientações para a 1ª saída a campo do projeto.

Seu grupo ficou responsável por construir a miniatura do prédio ________________________________.

Tarefa 1: Dirija-se ao prédio e tire pelo menos 6 fotos de ângulos diferentes, prestando atenção caso existam lados simétricos. Nessas fotos, capture detalhes essenciais que permitirão, posteriormente, anotar informações importantes, como medidas de largura, comprimento, altura e ângulos. Além disso, ao fotografar, procure seguir padrões que garantam alinhamento com as linhas verticais e horizontais, assegurando que todas as vistas estejam representadas conforme o exemplo abaixo.



Fonte: adaptado pelo autor de:
https://br.freepik.com/vetores-gratis/diferentes-vistas-do-carro-moderno_1358018.htm

Encaminhe as fotos selecionadas para o e-mail ou para o celular do professor:

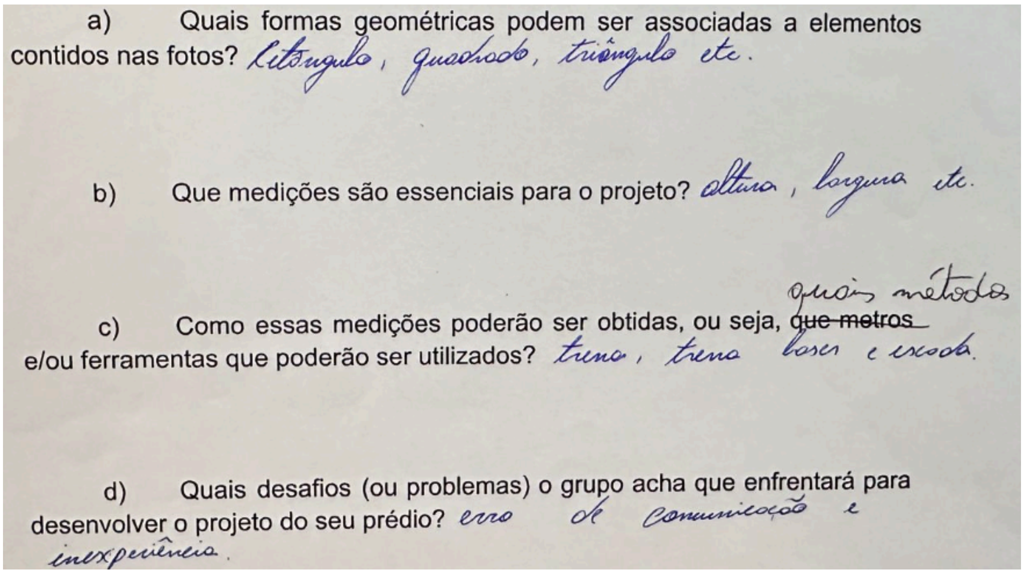
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao retornar para a sala, foi entregue a cada grupo a Tarefa 2: Momento pós-campo, que pode ser vista no apêndice C. Esta tinha como objetivo fazer os grupos conjecturarem acerca de quais formas geométricas poderiam ser associadas a elementos contidos nas fotos, que medições seriam essenciais para o projeto, como essas medições poderiam ser obtidas, ou seja, que métodos e ferramentas poderiam ser utilizados e quais desafios (ou problemas) o grupo achava que enfrentaria para desenvolver o projeto do seu prédio.

Relatos como triângulos formados pelos telhados e retângulos nos pilares, portas e janelas foram os mais comuns. No entanto, uma resposta do grupo Q chamou a atenção, pois ao analisar o telhado, eles perceberam que não se tratava de uma semicircunferência, já que não era dividido pelo diâmetro. O aluno Q1 sugeriu que o formato se assemelhava mais a uma figura oval e que precisariam se certificar disso no decorrer do projeto.

No questionário, foi identificado que os alunos ainda demonstravam receio em relação a esse tipo de proposta didática, além de inexperiência na medição de pontos de difícil acesso e insegurança quanto à comunicação dentro do próprio grupo, conforme figura 19. No entanto, foi unânime entre todos os grupos o reconhecimento de que, para realizar as medições, seria necessário, no mínimo, o uso de uma trena, o que já indica que todos compreenderam a necessidade deste recurso para dar início ao projeto. Destaca-se que, cronologicamente, essa atividade do projeto ocorreu antes da que envolveu o uso do transferidor, logo os alunos ainda desconheciam esse recurso.

Figura 19 – Resposta da tarefa 2 do grupo do refeitório.


a) Quais formas geométricas podem ser associadas a elementos contidos nas fotos? retângulo, quadrado, triângulo etc.

b) Que medições são essenciais para o projeto? altura, largura etc.

c) Como essas medições poderão ser obtidas, ou seja, ~~que metros~~ quais métodos e/ou ferramentas que poderão ser utilizados? trena, trena laser e escada.

d) Quais desafios (ou problemas) o grupo acha que enfrentará para desenvolver o projeto do seu prédio? erro de comunicação e inexperiência.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

As atividades descritas até aqui tinham como objetivo proporcionar aos alunos a experiência de investigar as características do pavilhão que eles iriam representar, estimulando a observação crítica e o planejamento do projeto por meio da exploração direta do prédio. Além disso, buscava-se desenvolver a capacidade de distinguir informações relevantes e irrelevantes, através de discussões coletivas dos pontos essenciais para a representação, além de análise de métodos e instrumentos adequados para realizar as medições necessárias. A formação dos grupos por afinidade ou interesse de construção visou fortalecer o engajamento e a responsabilidade pelo projeto.

A medição dos prédios teve início no dia 11 de outubro de 2024. Nesse dia, também, a fim de criar uma nova exemplificação de como utilizar o transferidor de maneira correta, toda a turma foi levada para a quadra de esportes. Nesse momento, foi dado um transferidor para cada grupo e explicou-se aos alunos a importância de se distanciar da parede em um trajeto horizontal, visto que havia um declive a poucos metros do prédio. Foi explicado que este procedimento é fundamental na formação de um triângulo retângulo, logo o objetivo era criar uma referência na parede com a mesma altura dos olhos do observador.

Foi exemplificado que era possível calcular a altura observando de outros pontos também, mas para formar um triângulo retângulo sempre deveria ser criada uma base imaginária com uma referência horizontal a um ponto na parede, considerando-se que esta esteja alinhada verticalmente, este ponto imaginário se trata da altura dos olhos do observador e pode variar, por exemplo, se dois observadores de alturas diferentes manipularem o transferidor, e esta variação sempre deverá ser considerada no ponto analisado na parede.

A turma relembrou e concluiu que o ângulo observado no transferidor seria o ângulo superior do triângulo retângulo modelado ao observar o ponto na parede, pois estes dois ângulos seriam correspondentes. Da mesma forma como manipulado o transferidor para medir, anteriormente a altura da sala de aula, a turma constatou que, quando usado o instrumento para visualizar o ponto que se queria determinar a distância ao solo, o transferidor apresentava o ângulo que deveria ser considerado no cálculo da razão trigonométrica. Para tanto, foi enfatizado novamente que a parede seria paralela ao barbante, sendo cortada pela mesma reta transversal que era o prolongamento da parte linear do transferidor.

Figura 20 – Turma medindo a altura da quadra com transferidor modificado.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Um exemplo curioso entre as variações das medições surgiu quando o aluno Q5 se posicionou a 6 metros da parede e o ângulo observado foi de aproximadamente 45º. Ao calcular a tangente desse ângulo, o grupo obteve o valor 1, o que inicialmente causou estranhamento, pois em outros testes a tangente resultava sempre em um valor menor que 1. Após concluírem o cálculo da altura total do prédio, o grupo compreendeu que, quando o ângulo é de 45°, os catetos oposto e adjacente têm a mesma medida.

Nesta situação, os alunos puderam perceber que os dois ângulos agudos eram iguais, pois analisavam um triângulo cuja soma desses ângulos resulta em 90 graus, ou seja, ângulos complementares, o que caracteriza o triângulo como retângulo isósceles. Como observou o aluno Q5, em um triângulo retângulo, se um dos ângulos agudos mede 45º, o outro também deve medir 45º, e, nesse caso, os catetos possuem o mesmo valor. Na prática, os alunos consolidaram a compreensão da recíproca do teorema do triângulo isósceles, que afirma que, se dois ângulos de um triângulo são congruentes, então os lados opostos a esses ângulos também são congruentes.

Essa percepção representou um avanço importante na compreensão das relações métricas em triângulos. Assim, os alunos compreenderam a ideia analisada inicialmente na medição da sala de aula, a de que se uma medida diminui, o ângulo oposto a ela também diminui, já quando a medida aumenta, o ângulo oposto também aumenta.

Além disso, perceberam que quando dois ângulos de um triângulo são iguais, as medidas dos lados opostos a esses também serão iguais, percebendo na prática, que podiam tentar obter um ângulo de 45º ao observar o ponto mais elevado do prédio e, assim, obter, sem cálculos, apenas medindo a distância do observador à parede, a medida que representaria a parte da altura buscada, faltando apenas somar com a altura do ponto de vista do observador para obter a altura total daquela parede.

Assim, para concluir o experimento do aluno Q5, foi necessário adicionar a altura do ponto de vista dele, que era de 1,58 metros em relação ao solo. Ao incluir essa medida, constatou-se que o ponto observado estava a 7,58 metros do chão. Foi importante reforçar que algumas variações poderiam ocorrer devido ao uso dos instrumentos de medição de forma menos rígida, o que pode gerar deslocamentos sutis do ponto de vista ou pequenas ondulações do barbante no transferidor, isso sem contar os arredondamentos do ângulo observado e de cálculos.

Esse momento inicial, com todos os grupos reunidos na quadra de esportes, foi fundamental para discutir diferentes formas de medição. Foram relembradas algumas práticas, uma delas foi o cálculo de alturas por meio da semelhança de sombras. No entanto, neste dia, a baixa incidência solar impossibilitou a utilização eficaz desse método. Porém, analisando o horário e com referência de dias anteriores, conseguimos identificar que a sombra não estaria muito longe da base do prédio.

Algumas conjecturas foram feitas em relação à utilização desse método de medição. Uma delas apontou que cada centímetro de sombra representava uma variação significativa na altura do prédio, já que a altura era, no mínimo, cinco vezes maior do que a medida da sombra. Isso evidenciou que, naquele horário, o uso desse método exigia muita atenção, especialmente na medição da sombra, que ainda incluía o contorno do telhado, o qual se projetava alguns centímetros além da parede. Nota-se que, nesse momento, já se pode perceber um olhar mais crítico dos alunos em relação aos cuidados necessários e às formas de minimizar erros, o que contrapõe ao momento em que de forma simplificada os alunos acreditavam que o aplicativo de celular poderia fornecer a altura, sem questionar ou problematizar o processo de obtenção da medida buscada.

Aproveitou-se, assim, a oportunidade para reforçar a importância da análise crítica dos resultados, enfatizando a necessidade de comparar diferentes métodos de medição sempre que possível. Destacou-se que essas comparações contribuem para uma compreensão mais eficaz das ferramentas em cada situação, pois permitem visualizar erros relativos que, muitas vezes, passam despercebidos pelo observador.

4.4 O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO DAS MINIATURAS

Até aqui, foram descritas atividades realizadas em conjunto e aquelas que foram propostas e realizadas de igual forma por todos os grupos. A atividade da miniatura da mesa do professor, a da medição da altura da sala de aula e posterior altura da quadra de esportes foram realizadas em conjunto. Já na primeira saída de campo, embora cada grupo tivesse um objeto de análise, todos deveriam fazer as mesmas ações: fotografar e discutir nos grupos sobre o que haviam observado. Contudo, a partir de então, o trabalho desenvolvido por cada grupo pôde tomar rumos diferentes a partir das escolhas e estratégias dos integrantes.

Assim, nesta seção serão apresentadas e discutidas as atividades desenvolvidas por cada grupo nas etapas 5 a 7, a partir do obtido na etapa 3 da sequência didática planejada (quadro 2), trazendo os dados coletados, o trabalho desenvolvido, as percepções, aprendizagens e desafios de cada grupo até a geração dos arquivos para o corte dos projetos na cortadora a laser, etapa 8 que voltou a ser igual a todos os grupos e que, por isso, será descrita na seção 4.5.

4.4.1 Grupo Quadra de Esportes

O grupo da Quadra de Esportes (grupo Q) iniciou a atividade com o desafio de calcular a altura da parede lateral. O aluno Q1 utilizou uma trena de 5 metros e, com a ajuda do grupo, demarcou essa distância da parede, ortogonalmente, até um ponto no chão, posicionando-se sobre ele. Utilizando o transferidor modificado, o grupo observou um ângulo de aproximadamente 38,5°. Ao aplicar a razão trigonométrica da tangente para esse ângulo, determinaram que o cateto oposto, que representa a altura parcial da parede, era de aproximadamente 6,29 metros. Somando-se a essa medida a altura dos olhos do observador, de 1,53 metros, o grupo concluiu que o ponto observado na parede estava a uma altura total de aproximadamente 7,82 metros, o que o grupo achou razoável arredondar para 7,8 metros.

Neste mesmo grupo o aluno Q1 sugeriu a ideia de calcular o comprimento do prédio verificando a envergadura dos seus braços, conforme a figura 21, ou utilizar um *software* gráfico para obter essas medidas, interligando uma figura à outra e, assim, analisar o comprimento total. A proposta foi interessante e gerou bons debates sobre proporcionalidade, tais como a comparação entre medidas reais e representações gráficas e a relação entre unidades de medidas distintas.

Figura 21 – Uso da envergadura dos braços como unidade de medida.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Enquanto o grupo Q calculava e anotava a medida da altura do pavilhão em uma folha quadriculada com a foto do mesmo, novamente o aluno Q1 sugeriu verificar a proporção entre a medida real e a imagem para analisar qual escala havia sido empregada, pois dessa forma, seria possível determinar todas as medidas do prédio sem a necessidade de realizar vários cálculos e medições no local. Essa sugestão foi extremamente importante, pois demonstrou que os alunos conseguiram entender, na prática, os conceitos de razão, proporção, escalas e semelhança de figuras.

Entretanto, a foto do prédio não foi tirada em um ângulo ideal, pois foi capturada a partir de uma aresta, o que distorceu a perspectiva das laterais. Ainda assim, o grupo conseguiu verificar a proporcionalidade ao calcular a altura da porta, utilizando a altura do pilar do lado direito e a porta próxima a esse pilar. Com isso, os alunos Q1 e Q3 calcularam que a porta teria aproximadamente 2,29 metros de altura, enquanto a medida real é de 2,10 metros.

Esse ponto gerou uma nova discussão importante, pois, minutos antes, o grupo havia considerado razoável o arredondamento de 7,82 para 7,8. No entanto, não acharam pertinente a aproximação de 2,10 para 2,29. Questionados sobre o motivo, os alunos explicaram que a diferença de 20 centímetros correspondia a uma porcentagem diferente em relação ao valor total. Ao calcularem a diferença percentual, perceberam que o arredondamento da altura do prédio representava uma redução inferior a 1%, enquanto a diferença na altura da porta resultava em um acréscimo de 9,05%. Essa percepção ajudou a reforçar a necessidade de cuidado nas medições ao trabalhar com figuras que apresentam uma constante de proporcionalidade alta de ampliação.

Para efetuar a medição do comprimento da quadra, o grupo resolveu utilizar uma trena de 20 metros de comprimento, de forma a ganhar tempo em suas medições, porém este fato gerou contradições. Pouco tempo depois de iniciar o manuseio do instrumento, o grupo informou que não seria possível medir a quadra de esportes com aquela trena, pois o comprimento da parede era maior que 20 metros. Tentando fazer o grupo retomar a ideia de proporcionalidade e de adição de segmentos e, respectivamente, de suas medidas, foi mencionado que o grupo recém havia informado que era possível interligar imagens e a união iria possuir a mesma medida da quadra, ou seja, há poucos minutos o grupo tinha fornecido a resposta sobre o que deveria ser feito para medir a parede com um exemplo mais robusto do que o que deveria ser empregado com a trena.

Assim, foi entregue ao grupo uma caneta de quadro e comentado que eles poderiam utilizá-la para demarcar uma medição inicial (Figura 22). O grupo então percebeu que era possível efetuar uma medida, demarcá-la e seguir medindo a partir daquele ponto, vendo que a medida total seria a soma destas medidas.

Figura 22 – Medição linear das medidas da base da quadra de esportes.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

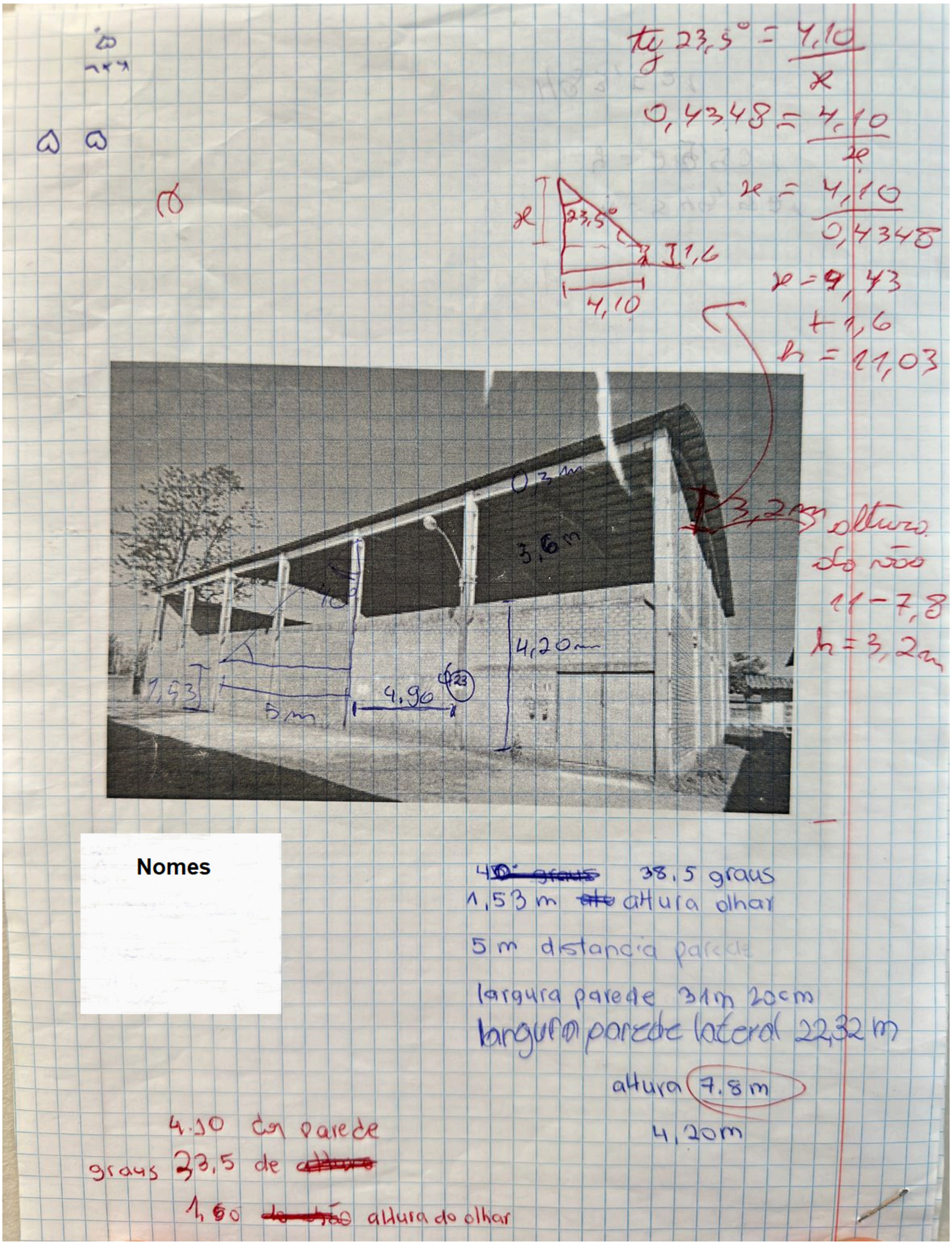
Mais uma vez destaca-se a importância de problematizar as situações e refletir com criticidade diante de desafios, problemas ou resultados parciais. Olhar para um problema considerando o que já se sabe, mas tentando aplicar esse conhecimento em diferentes contextos. Isso vai ao encontro do desenvolvimento de competências e habilidades enfatizado pela BNCC (Brasil, 2018).

Durante a atividade, um momento significativo ocorreu quando o orientador escolar questionou o motivo de os alunos estarem utilizando o transferidor modificado. Ele perguntou do que se tratava aquela ferramenta e como era sua utilização. Nesse momento, os integrantes do grupo Q demonstraram desenvoltura ao explicar que o instrumento permitia a visualização de um ângulo a partir de um ponto de vista específico. Em seguida, solicitaram que o orientador escolhesse um ponto visível, a partir do qual eles poderiam estimar a altura com base em conceitos de triângulos retângulos.

Sobre a porta existe um vitrô e o orientador então solicitou a exemplificação da medida da altura de seu topo. Os alunos solicitaram que o mesmo se afastasse alguns metros da parede e observasse, pelo transferidor aquele ponto. Os alunos verificaram, então, que o orientador estava a exatamente 3,70 metros de distância da porta e que o transferidor modificado apresentava um ângulo de 74 graus. Os alunos realizaram os cálculos e informaram que a altura parcial da porta, a partir do ponto de observação, era de 1,06 metros. Somando essa medida à altura dos olhos do observador (1,63 metros), concluíram que a altura total do ponto observado era de 2,69 metros, medida que, posteriormente, pode ser comparada a real de 2,62 metros, confirmada com o uso de uma trena. Nota-se que os alunos desenvolvem confiança ao visualizarem que conseguem aplicar conceitos matemáticos de forma prática e significativa, além da aprimoração da análise crítica dos resultados, na qual julgaram estar dentro de uma margem de erro aceitável, bem como conseguiram explicar esse procedimento para uma pessoa externa à classe utilizando argumentos matemáticos.

As anotações feitas pelo grupo Q na folha quadriculada impressa com a foto do prédio tirada pelos próprios alunos podem ser visualizadas na figura 23.

Figura 23 – Algumas anotações do grupo da quadra de esportes.



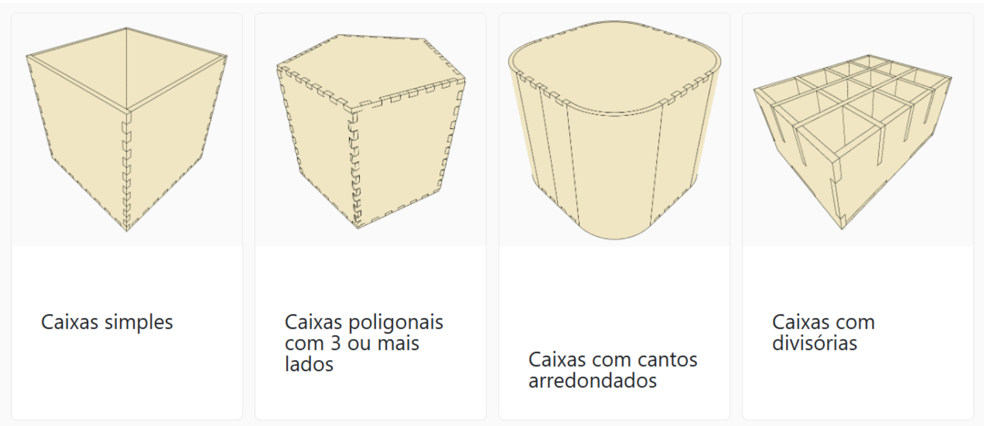
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Em um novo encontro com a turma, os alunos foram para a sala de Cultura *Maker*, onde estavam disponíveis alguns computadores. Vale ressaltar que as medidas que os alunos julgaram como essenciais, já haviam sido anotadas na aula mencionada nos parágrafos acima. Assim foi feito um seminário, onde a turma em geral pôde informar algumas técnicas para a obtenção das medidas já empregadas e a definição da escala a ser unificada para a turma.

Foi informado que as placas em MDF possuíam 40 por 60 centímetros. Logo, os alunos deveriam perceber que as medidas encontradas por cada face, deveriam encaixar nesta placa. A fim de facilitar os cálculos, a turma resolveu adotar a escala 1:100, ou seja, cada centímetro na maquete representaria 100 centímetros (1 metro) na vida real.

O próximo passo foi a apresentação para a turma do site MakerCase, que serviu para criar o molde inicial do projeto, pois o site permite a criação de diferentes tipos de caixas, como paralelepípedos simples, prismas de base com três ou mais lados, paralelepípedos com lados arredondados e paralelepípedos com divisórias, todas com ou sem tampa de acordo com o que se deseja modelar, conforme exemplos que podem ser visualizados na figura 24:

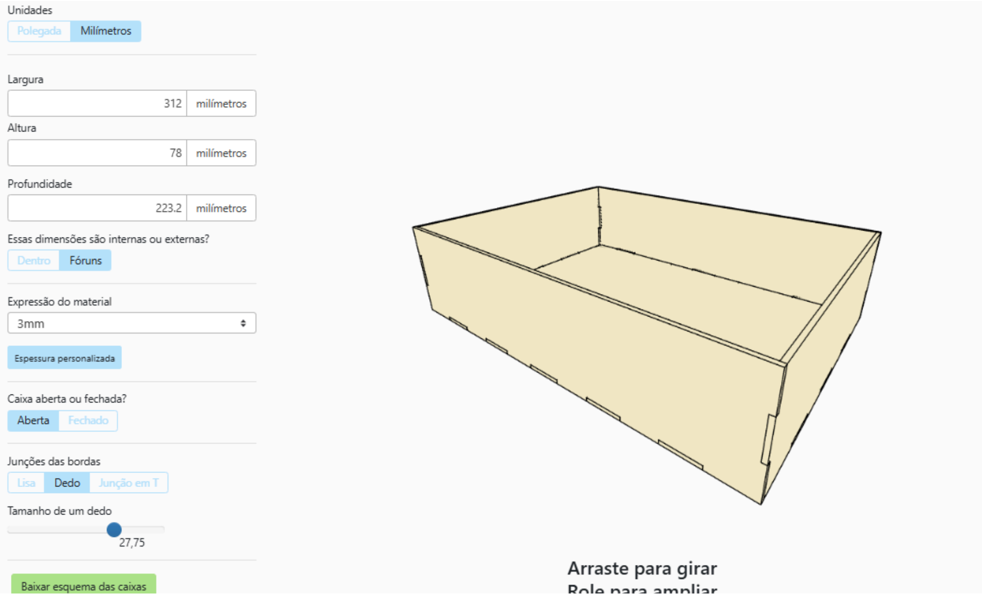
Figura 24 – Tipos de projetos disponíveis no MakerCase.



Fonte: Figura extraída de https://pt.makercase.com/#/ em 11 abr. 2025.

Nesse momento, o objetivo do grupo era criar um modelo que formasse a estrutura principal das paredes da quadra de esportes com encaixes, seguindo a escala combinada com a turma e partindo das medidas que haviam sido obtidas. A figura 25 ilustra a estrutura inicial das paredes laterais da quadra de esportes construída pelo grupo.

Figura 25 – Representação da estrutura inicial da quadra de esportes baixada do MakerCase.



Fonte: Figura extraída de https://pt.makercase.com/#/basicbox em 11 abr. 2025.

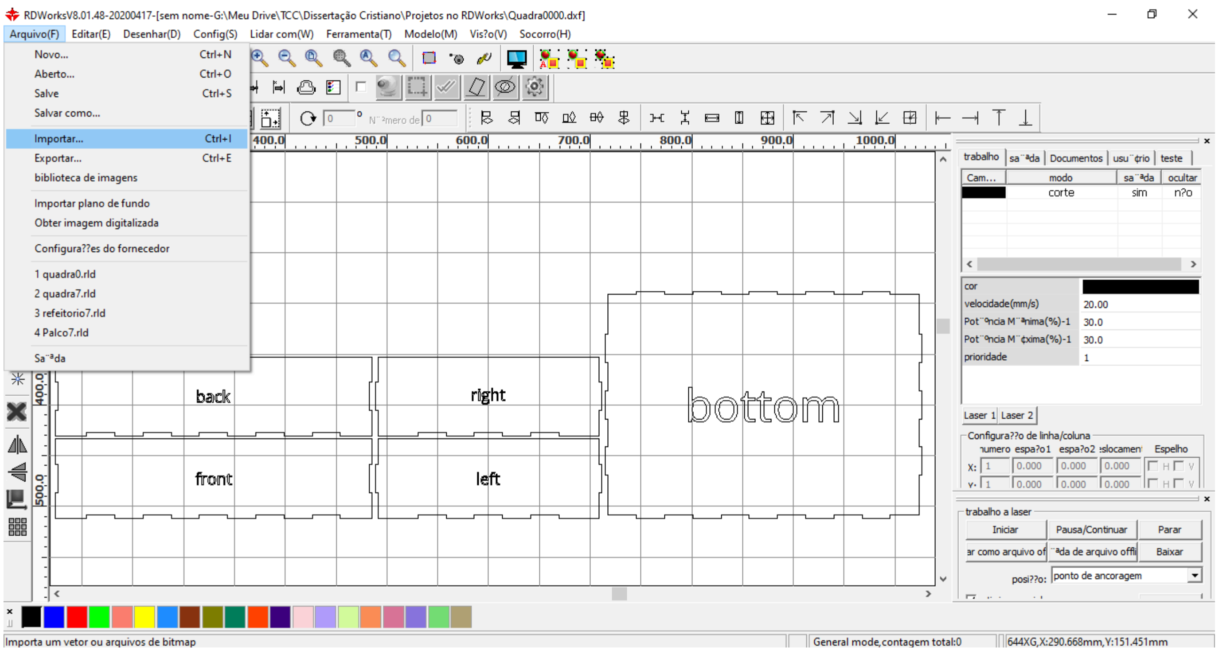
O grupo verificou que a melhor opção seria a caixa aberta, com a unidade de medida do site ajustada de polegadas para milímetros, o que proporcionou compreensão da relação entre centímetros e milímetros, a qual é pouco perceptível no cotidiano. O grupo percebeu que para isto era necessário apenas multiplicar as medidas de largura, altura e profundidade por 10, pois as anotações já estariam dentro da proporcionalidade do projeto, devido a escala utilizada representar cada metro em um centímetro. Nota-se que aqui abordou-se, na prática, também o conceito de conversão de unidades de medida de comprimento.

Para as conexões das paredes, o grupo utilizou junções de borda do tipo "dedo", para garantir que as bases e laterais se encaixassem adequadamente, oferecendo melhor fixação. Enfatiza-se que este aspecto foi o ponto principal para a utilização deste site, pois a formação destes encaixes de forma manual seria difícil e demorada. O grupo escolheu o tamanho do "dedo" de 27,75 mm, o que representa quase 2,8 cm para cada encaixe e, por fim, foi solicitado ao grupo baixar o arquivo em formato .dxf, para ser compatível com o *software* RDWorks.

Neste momento, foi disponibilizado ao grupo um tutorial simplificado do *software* RDWorks, adaptado a partir do manual em inglês desenvolvido pela Lasermeister e contendo apenas as operações essenciais. Esse material foi elaborado pelo professor-pesquisador, com base na experiência de construção da miniatura da mesa e do cubo modificado (descritos no decorrer da seção 4.2), já que, naquele momento, o uso do *software* também era uma novidade para o docente. O tutorial disponibilizado aos alunos estará disponível no produto educacional oriundo dessa dissertação e publicado no repositório de dissertações do Profmat[5] e no portal eduCAPES[6].

A partir do tutorial, o grupo percebeu que para abrir o arquivo baixado na extensão .dxf seria necessário iniciar o *software*, acessar a guia "Arquivo" e, em seguida, selecionar a opção "Importar", onde seria possível localizar o projeto, baixado na pasta downloads. *Ao abrir* o arquivo deste projeto no RDWorks ele apareceu conforme a figura 26.

Figura 26 – Importação da estrutura inicial do projeto da quadra de esportes.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Neste dia, o grupo se dedicou principalmente a conhecer o *software*, aprendendo a posicionar um objeto, verificar seu tamanho, identificar a distância entre dois pontos, fazer rotações e iniciar a representação de alguns pilares, através de segmentos de retas, para que posteriormente estes fossem demarcados com o laser. Nota-se aqui outra característica importante vinculada ao trabalho dentro de uma perspectiva dos laboratórios *Maker*, ou seja, a ideia do "faça você mesmo", bem como aspectos inerentes às metodologias ativas de aprendizagem, pois os alunos não ficaram esperando o professor-pesquisador dar orientações para depois explorarem a ferramenta, eles tinham que tomar a iniciativa de manipular o *software*,

[5] Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/busca_tcc.php
[6] Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/

tinham material de apoio e podiam perguntar dúvidas, mas isso depois de se envolverem de fato com a modelagem do seu projeto.

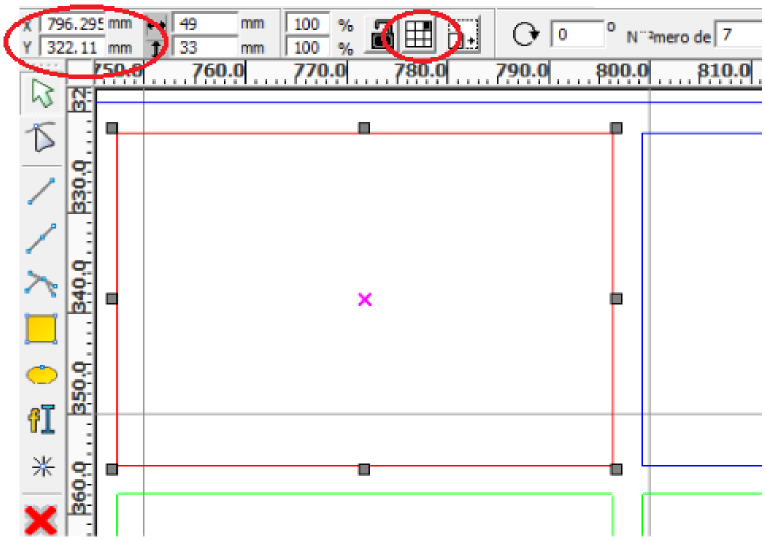
Foi notória a mudança de postura dos estudantes, pois o projeto exigiu proatividade dos alunos, diferente de aulas em que os alunos acabam sendo mais passivos e receptores de informações. Ali eles precisavam agir, conjecturar como poderiam fazer, testar, revisar e refazer caminhos diante de algum erro, avaliar as construções e sugestões a todo tempo.

Diante do processo de construção dos pilares, o grupo percebeu que não havia retirado fisicamente as medidas da largura e da distância entre os pilares, bem como da altura da cinta de sustentação. Como resultado, o grupo necessitou retornar a campo para obter essas medidas. Ao observarem com mais cuidado estes elementos no prédio original, o grupo percebeu que eles poderiam representar com retângulos a parte limitada por estes pilares e que assim ganhariam tempo em comparação com a representação por linhas, o que demonstrou a capacidade criativa do grupo ao buscar uma solução mais eficaz para o modelo.

Em um novo encontro, o grupo deu continuidade à construção e como as medidas seguiam um padrão, o grupo acreditou que o processo fosse fácil e rápido, já que identificaram que o *software* permite a replicação de objetos. Contudo, a representação da largura dos pilares, que é a distância entre os retângulos, gerou um desafio. Mesmo com as medidas da distância entre os retângulos, o grupo não conseguiu identificar como posicioná-los em seu projeto. Inicialmente, os alunos tentaram distribuir visualmente os seis retângulos no espaço designado, o que resultou em dificuldades e imprecisões.

De forma a auxiliar o grupo, foi exemplificado que ao selecionar um objeto no *software* RDWorks, o mesmo apresenta as coordenadas em um plano similar ao primeiro quadrante do plano cartesiano, onde o posicionamento referencial pode ser ajustado para um vértice do retângulo de seleção da figura, o centro de um segmento deste retângulo ou centro geométrico deste mesmo retângulo de seleção, e com isso os alunos perceberam que com essa ferramenta e alguns cálculos matemáticos simples, seria possível determinar com precisão a distância entre o vértice direito de um retângulo e o vértice esquerdo de outro, conforme pode ser visto na figura 27.

Figura 27 – Verificação da posição do vértice superior direito no RDWorks.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O grupo também percebeu que a criação de retângulos no *software* é simples e rápida, permitindo que sejam gerados em qualquer posição e tamanho, com dimensões e posicionamento ajustáveis a qualquer momento. Logo perceberam que era possível replicar um retângulo já existente e assim o tamanho já estaria correto perante o projeto, bastando posicionar a cópia no local pretendido.

Durante o processo, o grupo observou que a face oposta à já concluída era muito parecida e que, assim, para representá-la, bastava duplicar a face existente e realizar uma rotação da imagem, pois as demarcações do laser deveriam ficar do lado de fora da placa de MDF. Neste momento, o grupo percebeu que em um lado da quadra deveria haver recortes, apresentando os pilares vazados e na outra parte deveria apenas apresentar as demarcações dos pilares no MDF, então surgiu a dúvida de como seria feita essa demarcação distinta no *software*.

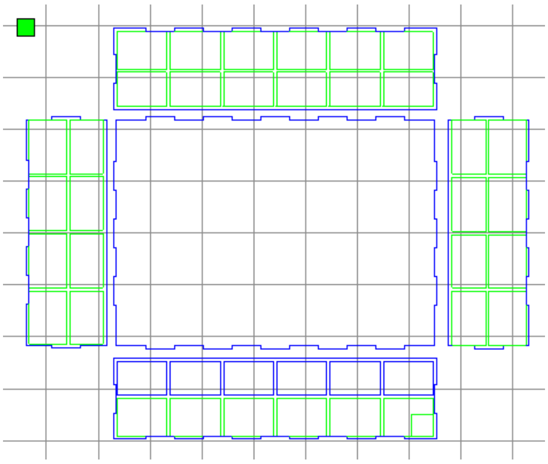
Para tanto foi informado ao grupo para utilizarem cores distintas para demarcações com intensidades distintas de laser, isso porque, no *software*, é possível configurar diferentes intensidades para o laser conforme as cores atribuídas, sendo a intensidade e a velocidade do laser responsáveis por cortar ou apenas demarcar o MDF.

Observando o tutorial simplificado, o grupo percebeu que, para o material empregado, no local onde deveria ocorrer o corte, foi atribuída a velocidade de 20 mm/s e potência máxima e mínima de laser de 30% e no local onde a peça deveria ser demarcada, foi atribuída uma velocidade de 150 mm/s e potência máxima e mínima de laser de 10%. Assim, até nessas configurações existe matemática a ser explorada: quando a velocidade é alta e a potência do laser é baixa, a ação do feixe sobre o material é reduzida, resultando em cortes incompletos ou apenas em marcas superficiais, onde deveria haver cortes efetivos. Por outro lado, ao se utilizar uma velocidade menor combinada com uma potência mais alta, a incidência do laser sobre o MDF é mais intensa, o que pode causar queima excessiva da peça ou cortes indesejados em áreas não planejadas.

No último encontro do mês de outubro, os alunos do grupo Q questionaram o que ainda precisavam fazer, demonstrando que, apesar de estarem engajados no projeto, ainda enfrentavam dificuldades e receios em lidar com a autonomia proporcionada pela atividade, vendo que este foi o primeiro projeto, desse tipo, que eles estavam participando. Nesse momento, foi solicitado que o grupo continuasse a marcação das duas faces restantes que ainda precisavam ser representadas.

Aparentemente, o grupo estava ansioso e apreensivo em relação à construção do telhado, pois os mesmos se questionavam periodicamente como iriam efetuar a medição e representação no *software*, pois lembravam que o telhado não era reto. Durante essa aula, eles representaram os pilares de uma das faces e, assim como no momento anterior, replicaram a estrutura para o lado oposto, rotacionando-a de forma que os cortes e marcações a laser ficassem corretamente posicionados no lado externo da placa em MDF. Nesta aula o grupo também finalizou a demarcação da porta e posicionou todas as peças próximo a base de seu projeto, dando mais visibilidade aos encaixes. Vale destacar que a figura 28 representa o trabalho dos alunos deste grupo, até este momento, onde a cor azul representa o local de corte e a cor verde a de demarcação.

Figura 28 – Modelagem das faces laterais da quadra de esportes.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na primeira aula de Resolução de Problemas do mês de novembro, o grupo dedicou o tempo para analisar como representar a figura que na tarefa 2 descreveram como uma forma oval e que agora faz-se referência como um arco de um segmento circular, que pode ser visualizado na figura 29. Vale destacar que, inicialmente, a aula de Matemática previa explicações e exercícios envolvendo a lei dos Senos, lei dos Cossenos, análise de circunferências e arco capaz. No entanto, devido a alguns imprevistos ocorridos durante as aulas, tais conteúdos não foram abordados nesta turma, sendo planejados para o ano seguinte.

Figura 29 – Visão interna da parede do lado norte da quadra de esportes.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Conversando com os integrantes do grupo D, o grupo Q percebeu que eles estavam utilizando o teorema de Pitágoras para calcular o comprimento de cada lado do telhado. Porém para este projeto, esse método forneceria um valor aproximado do comprimento, mas fez o grupo perceber que era importante determinar a altura do ponto mais alto do telhado. Para isso, o grupo retornou a uma nova saída de campo e decidiu calcular a altura utilizando as razões trigonométricas, agora na parte interna da quadra. Essa escolha se deu pela possibilidade de se afastar horizontalmente da parede a uma distância considerada.

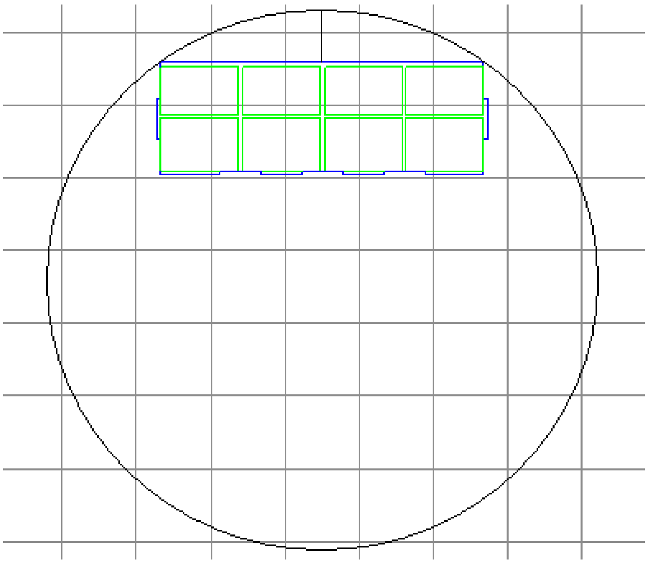
No local, identificaram uma marca no piso da quadra que serviu como ponto fixo de referência para posicionar o aluno Q5 que utilizou o transferidor modificado para analisar o ângulo formado entre o barbante vertical e o segmento que representa a linha de sua visão. Essa demarcação estava a 4,1 metros de distância da parede, e o ângulo observado foi de 23,5°. Utilizando a tangente desse ângulo, o grupo determinou que a medida parcial da parede era de 9,43 m. Considerando que o ponto de vista do aluno estava a 1,60 m do chão, concluiu-se que o ponto observado estava a uma altura de 11,03 m em relação ao solo. Em cálculos anteriores, já havia sido constatado que a altura da parede de tijolos era de 7,8 m. Com isso, o grupo determinou que a altura do segmento circular era de aproximadamente 3,2 m.

O grupo permaneceu por alguns minutos discutindo como representar o telhado e concluiu que o arco, presente na parte superior da estrutura, poderia ser representado como um setor circular, correspondente à parte superior de uma circunferência. Essa circunferência seria interceptada por um segmento reto, representando a parte superior da parede, posteriormente identificado como uma corda da circunferência, onde a altura no centro deste segmento deveria ser de 3,2 cm. A partir desse conceito, já na sala de Cultura *Maker*, o grupo construiu um segmento vertical de 32 milímetros, posicionando-o no centro do segmento que representa a parte superior da parede, onde este serviria como referência para o ponto mais alto que a circunferência deveria atingir.

A partir disso, o aluno Q3 iniciou a construção livre de circunferências no *software*, buscando posicionar o centro da circunferência de forma que ficasse alinhado verticalmente com o segmento previamente criado. O raio foi ajustado diversas vezes, até que os dois vértices superiores das paredes laterais e o ponto mais alto do segmento de 32 mm pertencessem simultaneamente à circunferência.

Vale destacar que, no momento desta escrita, foi identificado que o segmento central utilizado possui 3,62 mm e não 3,2 mm. Esse valor divergente pode ter sido resultado de um erro de digitação no momento da inserção da medida, ou de um ajuste intencional feito pelos alunos, na tentativa de adaptar o segmento a curva do setor circular que deveria conter os três pontos de referência estabelecidos, para que pudessem dar como finalizada a construção da circunferência que passava por esses pontos, conforme pode-se observar na figura 30.

Figura 30 – Início da construção do arco do segmento circular.



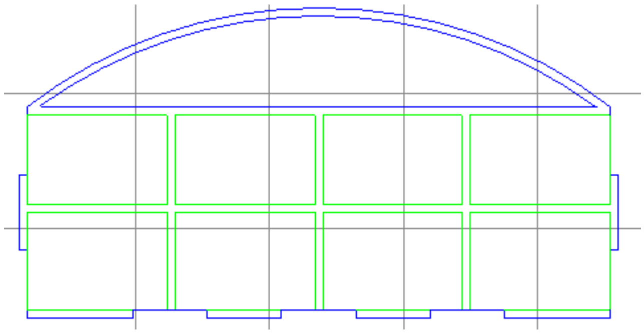
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para que a figura ficasse conforme o esperado, o grupo percebeu que seria necessário excluir uma parte da circunferência. Ao consultar o tutorial simplificado, encontraram uma referência sobre a exclusão de nós (pontos) e compreenderam que deveriam criar dois pontos na circunferência, delimitando a região que seria removida. No entanto, encontraram dificuldades para executar essa ação e solicitaram uma exemplificação do procedimento. Diante disso, foi necessária uma demonstração prática de como utilizar a ferramenta de edição de nós no *software*, acessada por meio da barra de edição de nós.

Como a circunferência era um segmento contínuo, sem pontos de referência definidos, foi necessário criar dois nós exatamente nos pontos de interseção entre a parede e a circunferência. Para isso, bastava selecionar a opção "editar nós" e, em seguida, clicar três vezes no local desejado para marcar o ponto. Depois, era preciso selecionar o botão "quebra de curva", esse procedimento deveria ser repetido no outro ponto de interseção e a partir disso, o *software* dividia a circunferência em dois arcos, possibilitando a exclusão da parte que não fazia parte do projeto.

A intenção do grupo era representar o prédio da forma mais fiel possível, o que exigia a inclusão de uma treliça de sustentação do telhado. Para isso, o grupo replicou o segmento de circunferência um pouco mais abaixo, com o objetivo do laser realizar o recorte, formando assim a cinta de sustentação. No entanto, perceberam que seria necessário tomar cuidado para que o laser não cortasse completamente essa cinta superior da parede do projeto. Diante disso, identificaram a necessidade de representar a parte superior da parede como um segmento que não ocupasse toda a sua extensão. Além disso, foi preciso limitar novamente a medida do segmento circular, utilizando, para isso, a barra de edição de nós. O resultado final desse processo pode ser observado na Figura 31.

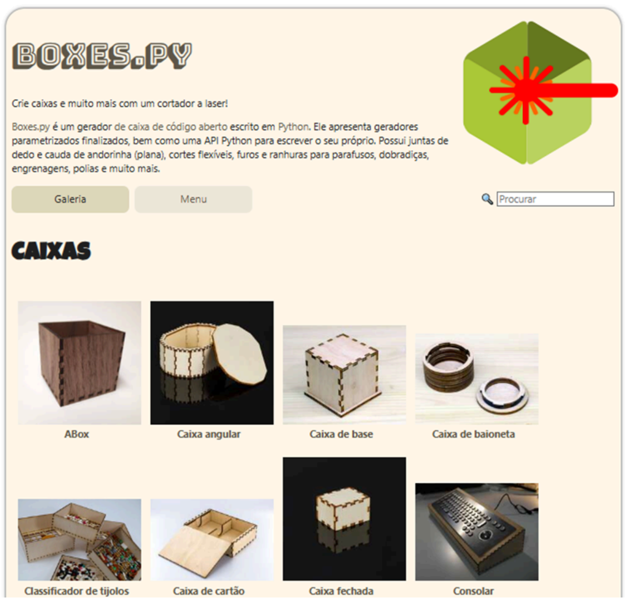
Figura 31 – Conclusão da cinta de sustentação do telhado da quadra.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Um ponto importante que ainda faltava no projeto era encontrar uma maneira de torcer a placa de MDF para que ela ficasse conforme o telhado original da quadra de esportes. Para isso, foi relembrada a apresentação do cubo modificado, realizada em sala de aula algumas semanas antes, e informado ao grupo que esta peça havia sido inspirada por projetos disponíveis no site Boxer.py, que disponibiliza modelos de projetos para cortadoras a laser. No entanto, devido à instabilidade da internet naquele momento, não foi possível visualizar os projetos disponíveis, ficando essa etapa para o próximo encontro.

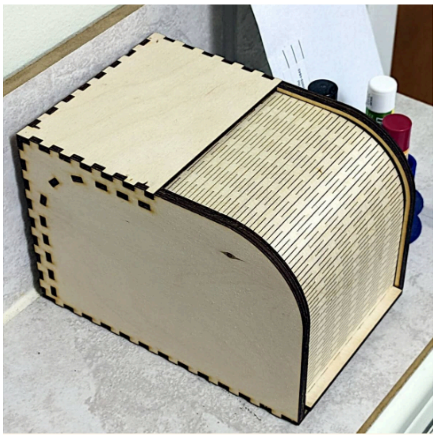
Figura 32 – Tela inicial do site Boxes.py.



Fonte: Figura extraída de https://boxes.hackerspace-bamberg.de/ em 21 abr. 2025.

Na aula seguinte, tentou-se novamente acessar o site e o grupo Q verificou os projetos ali disponíveis, identificando um que aparentemente apresentava uma parte que poderia ser utilizada na confecção do telhado, podendo ser vista na figura 33.

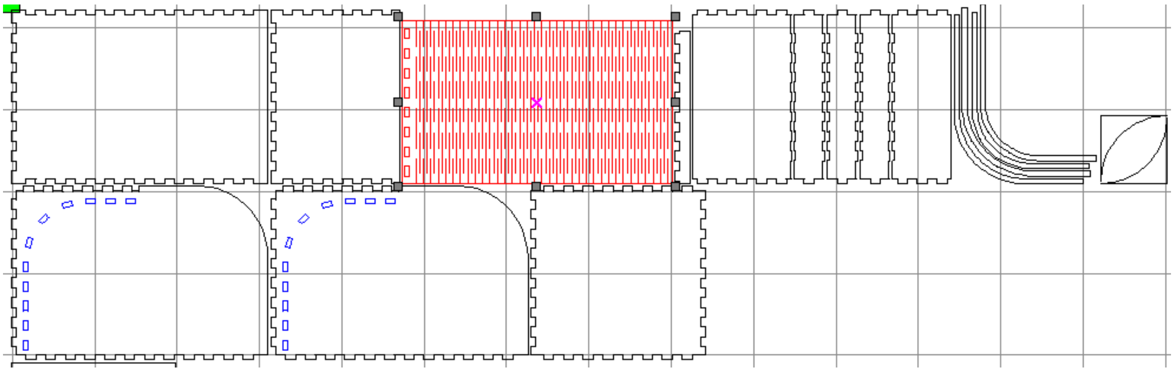
Figura 33 – Projeto disponível e selecionado pelo grupo na plataforma Boxes.py.



Fonte: Figura extraída de https://boxes.hackerspace-bamberg.de/BreadBox?language=en em 21 abr. 2025.

O grupo baixou o projeto em formato .dxf para um pendrive e abriu o *software* RDWorks e importou o projeto por meio do pendrive. Ao analisarem o arquivo, perceberam que havia muitas partes que não seriam utilizadas, já que o foco estava na reprodução da peça que seria retorcida para formar uma casca cilíndrica. Assim, selecionaram apenas o elemento necessário para compor o telhado (Figura 34), copiaram-no e o integraram ao projeto que já vinham desenvolvendo. Esse processo evidenciou a desenvoltura do grupo no uso de ferramentas digitais, demonstrando autonomia na manipulação do *software*, na seleção criteriosa de elementos úteis e na adaptação de modelos prontos às necessidades específicas do projeto.

Figura 34 – Seleção da parte do projeto compatível com a proposta do telhado.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

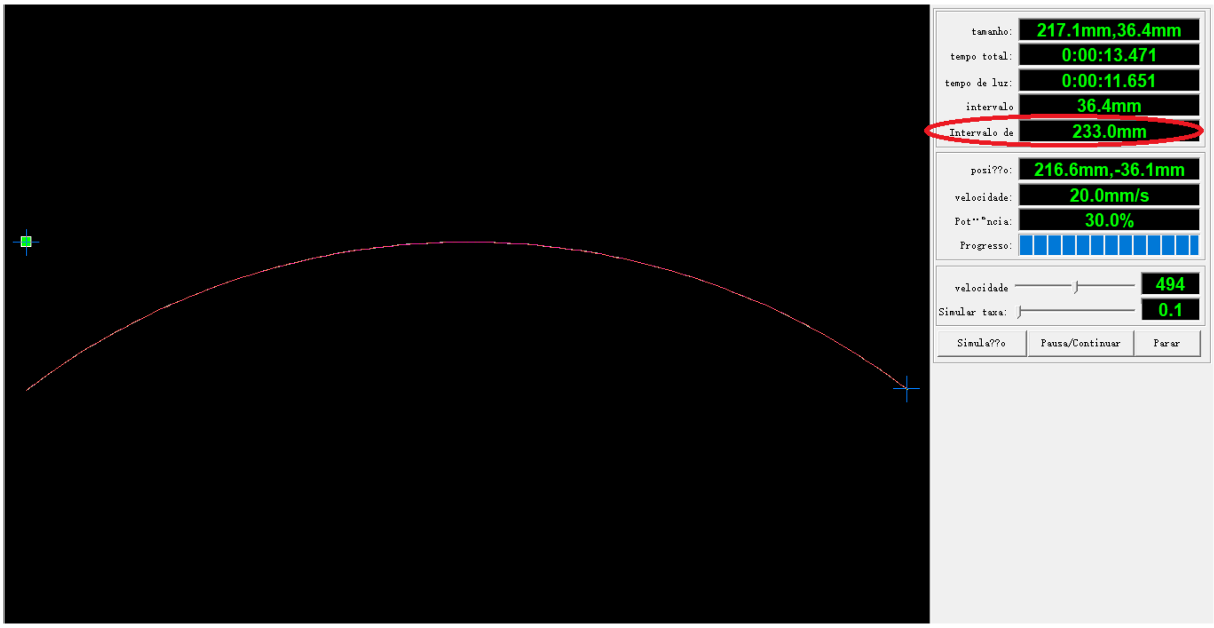
No decorrer deste processo, o grupo percebeu que a planificação desta parte do projeto se tratava de um retângulo e agora restava ao grupo determinar o tamanho real desta placa retangular. Eles perceberam que o comprimento correspondia ao mesmo comprimento do pavilhão e a largura tratava-se do comprimento do arco do segmento circular. O grupo não sabia como calcular essa medida, pensaram novamente em utilizar o teorema de Pitágoras, mas logo perceberam que esta medida seria menor do que a pretendida, então desta abordagem inicial, os mesmos tiveram a ideia de representar a curva do arco circular por meio de um somatório de pequenos segmentos lineares, onde cada segmento teria 1 cm de comprimento.

Assim, o grupo criou um segmento de 10 mm, que foi replicado e rotacionado sucessivamente, ajustando-se da melhor forma possível ao arco do segmento circular. O somatório de todos esses segmentos permitiu ao grupo concluir que o comprimento do arco era de aproximadamente 234,5 mm, já que se tratavam de 23 segmentos inteiros e um segmento de 4,5 mm.

Até esse momento de percepção de um conceito válido vindo dos próprios alunos, o professor-pesquisador encontrava-se inquieto, buscando possíveis recursos com abordagens criativas e tecnológicas que, se necessário, pudessem ser apresentados ao grupo. Entre as possibilidades consideradas, estavam o uso integrado da lei dos senos, lei dos cossenos e das definições de arco capaz, além de estratégias visuais e acessíveis, como a impressão de uma foto do prédio com a posterior aplicação de um barbante sobre a curva desejada, estimando o comprimento do arco reduzido através de uma escala. Do ponto de vista tecnológico, cogitou-se a construção de um círculo no GeoGebra, utilizando a imagem real como plano de fundo para melhor visualização e manipulação.

Além disso, após a finalização desta etapa, foi visto que o próprio *software* RDWorks informa o comprimento total percorrido pelo feixe de laser ao simular a gravação, identificando a real medida do segmento construído. Todas essas alternativas reforçam que há diversos caminhos possíveis a serem explorados, e que o embasamento teórico aliado à curiosidade investigativa favorece o surgimento de estratégias criativas igualmente eficazes, o que aproxima a matemática do cotidiano e desperta o protagonismo e o senso crítico dos envolvidos.

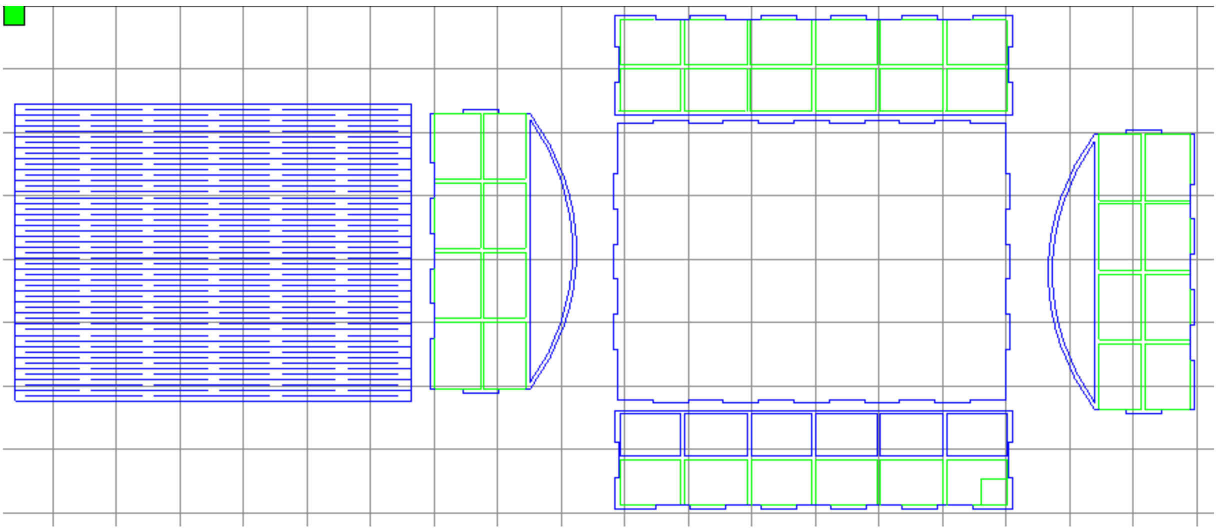
Figura 35 – Verificando o comprimento do arco de circunferência no RDWorks.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Desta forma, o grupo redimensionou o retângulo para as medidas encontradas, tomando o cuidado de ajustá-las corretamente, pois, caso as medidas fossem invertidas, a torção da placa ocorreria de forma incorreta. Já próximo ao término da aula, o grupo considerou seu projeto como concluído. Na figura 36 pode ser vista a representação do projeto final do grupo da quadra de esportes (grupo Q).

Figura 36 – Projeto final da quadra de esportes.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Foi reservado ainda um último encontro para o projeto, no qual os estudantes teriam a oportunidade de aperfeiçoar suas construções ou confeccionar chaveiros como recordação, os detalhes desta última atividade podem ser conferidos na seção 4.5. Neste momento foi sugerido ao grupo a replicação das demais treliças que sustentam o telhado, mas os próprios alunos avaliaram que, mesmo com essa simplificação, o projeto já mantinha fidelidade ao original e, realmente, o projeto da quadra de esportes ficou excelente, onde cada acréscimo seria meramente estético, sem comprometer a qualidade e a representatividade da construção.

De forma geral, o processo de modelagem e construção da miniatura da quadra de esportes revelou-se uma valiosa oportunidade para o desenvolvimento de competências matemáticas, bem como de habilidades tecnológicas e colaborativas, além de despertar ou intensificar atitudes investigativas e críticas. O processo percorrido pelo grupo na execução desse projeto também evidencia como o envolvimento dos estudantes os aproximou da linguagem matemática e do reconhecimento de representações reais para entes matemáticos que são abstratos tais como arco de circunferência, corda etc., o que favoreceu a compreensão dos significados desses conceitos. O enfrentamento de dificuldades, como a insegurança inicial, as limitações nas medições e o manuseio de ferramentas analógicas e digitais, foi essencial para a consolidação de aprendizagens, evidenciando que ensinar não é apenas transferir conhecimento, mas também criar condições para que os próprios alunos possam produzi-lo e construí-lo ativamente.

4.4.2 Grupo da Área de Eventos

No primeiro dia da saída de campo, o grupo responsável pela Área de Eventos (grupo A) iniciou a coleta de dados utilizando o transferidor modificado para determinar a altura de um pilar. É importante destacar que, nesse grupo, havia um estudante (A5) diagnosticado com Transtorno do Espectro Autista (TEA), que foi plenamente integrado em todas as atividades do projeto. Durante este procedimento inicial, este aluno participou manuseando o transferidor modificado, observando um ponto na parte superior do pilar a ser medido.

No momento em que o aluno olhava através do tubo da caneta no transferidor modificado, o grupo segurou a trena de fibra na altura dos olhos do observador, até o pilar, exemplificando o triângulo retângulo formado entre o ponto observado, um ponto no pilar da mesma altura dos olhos do observador e um ponto exatamente no olho do observador, onde o ângulo reto se justifica devido ao posicionado vertical do pilar e a consideração de uma linha horizontal vinda do pilar aos olhos do observador, onde ambas estão na mesma altura do chão que está em um plano horizontal perpendicular ao pilar. Assim, a linha imaginária que conectava o ponto superior observado no pilar aos olhos do observador podia ser classificada como a hipotenusa desse triângulo retângulo.

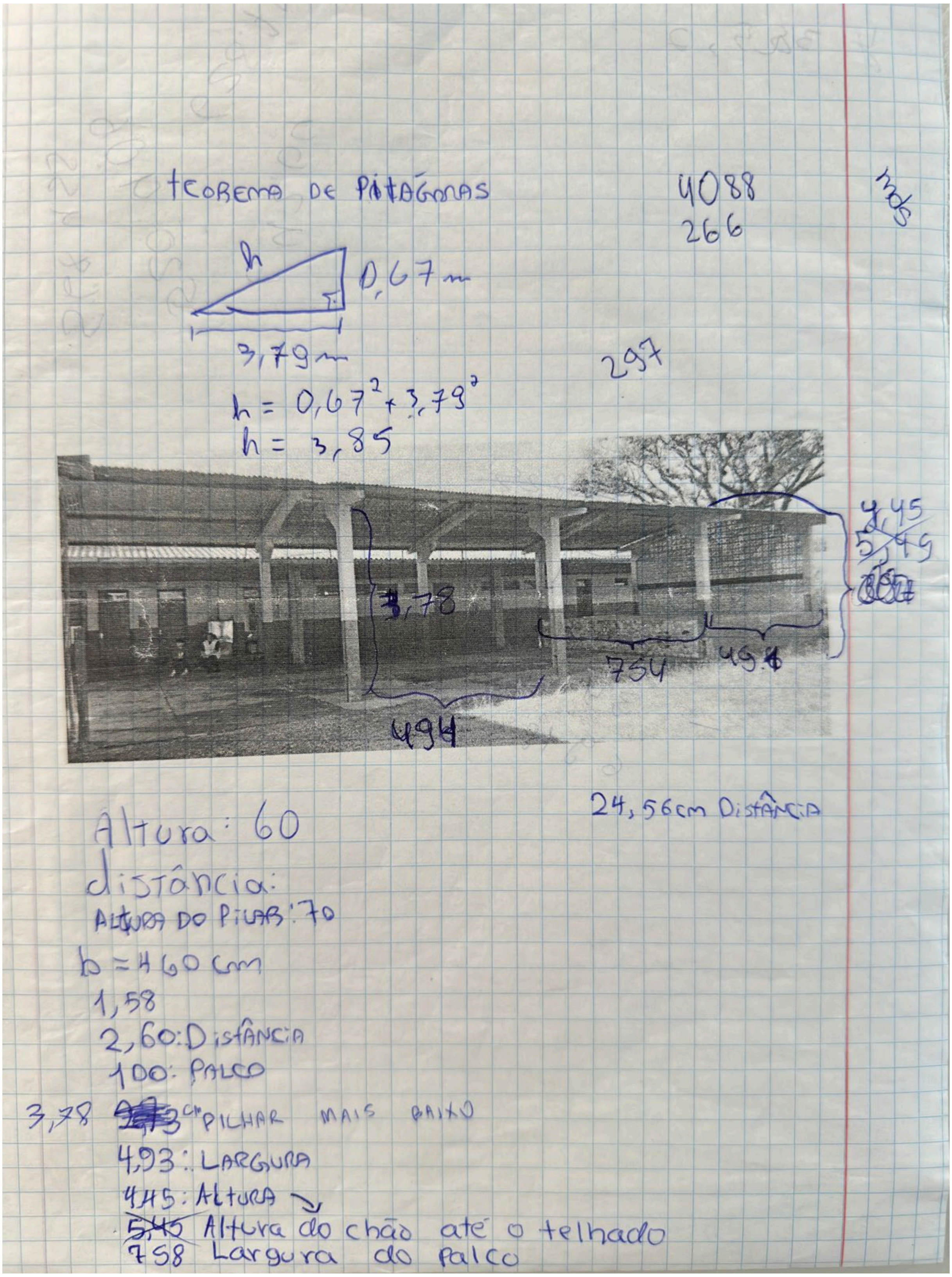
O grupo percebeu que quando o aluno se afastou 4 metros do pilar, o transferidor modificado apresentou um ângulo de 61,5°. Ao aplicar a razão trigonométrica da tangente para esse ângulo, determinaram que o cateto oposto que representava a altura parcial do pilar, era de aproximadamente 2,17 m. Somando-se a essa medida a altura dos olhos do aluno A5, que era de 1,68 m, concluiu-se que o ponto observado na parede estava a uma altura total de aproximadamente 3,85 metros.

O grupo logo percebeu que todos os pilares tinham a mesma altura e que, no fundo da área de eventos, havia um palco que possuía 1 metro de altura, assim tiveram a ideia de subir no palco, para medir a altura real do pilar utilizando uma trena de aço (mais rígida que a de fibra), verificando que a altura do pilar é o somatório das alturas parciais encontradas do pilar sobre o palco, com a altura do próprio palco. Eles tiveram dificuldades em medir de forma única o tamanho total do pilar, assim eles mediram a distância do topo do pilar até um ponto marcado com uma tonalidade diferente de tinta, mediram a distância desse ponto até o piso do palco e por fim, acrescentaram 1 metro que correspondente à altura do palco em relação ao chão, com isso determinaram que a altura real total daquele pilar era de 3,78 m.

Vale ressaltar que diferenças entre a altura real e a altura calculada podem ocorrer devido a pequenas movimentações do observador ou do instrumento, bem como a alguns arredondamentos nos cálculos. O grupo utilizou a mesma estratégia de soma parcial das medidas para verificar a altura do ponto mais alto do telhado, verificando que este estava a 4,45 metros de distância do chão.

Algo observado nesse grupo foi a insegurança e indecisão em relação a como e onde registrar as anotações. Vários alunos participaram da coleta e anotações dos dados, em alguns momentos ocorreram dificuldades de comunicação e interpretação das informações que estavam sendo coletadas. Isso, conectado à inexperiência de como organizá-las de forma clara no papel acabou acarretando em dificuldades de interpretação de quais medidas já teriam sido calculadas, onde estas estavam anotadas e se esta se referia a altura total ou parcial do objeto. Algumas destas anotações podem ser vistas na figura 37.

Figura 37 – Algumas anotações do grupo da área de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na semana seguinte, com a proposta de apresentar o *software* RDWorks e a plataforma MakerCase, os alunos foram encaminhados para a sala de Cultura *Maker* do colégio, onde haviam alguns computadores. Os grupos se dividiram em quatro locais na sala, onde o computador escolhido pelo grupo A não estava funcionando devido a um problema de configuração. Inicialmente, considerou-se mais prático deixar o computador de lado, trocando para outro computador, mas um dos alunos do grupo, que geralmente demonstrava desinteresse nas aulas tradicionais de Matemática, assumiu a iniciativa de verificar o que estava acontecendo.

Então, enquanto a turma dialogava acerca dos conceitos matemáticos aprendidos e aplicados até aquele momento nos projetos e definindo a escala de redução, o aluno começou a configurar o computador, efetuando ajustes que fizeram o mesmo funcionar. Isso demonstra que, frequentemente, os alunos possuem habilidades que não são percebidas em aulas tradicionais, mas que podem ser observadas em atividades mais dinâmicas e que incentivam a autonomia e a criatividade.

Com a definição da escala, e agora acomodados em um computador, foi solicitado aos alunos que acessassem o site MakerCase, pois os mesmos deveriam inserir as medidas de seus projetos, já ajustadas para a escala de 1:100, conforme definido com toda a turma. O grupo definiu como ponto de partida o próprio palco, e para isso eles interpretaram que seria viável representa-lo como uma caixa fechada, onde para digitar as medidas em milímetros, bastava multiplicar por 10 cada medida anotada, já que essas medidas estavam originalmente em metros, e que nesta escala poderiam ser interpretados como os centímetros do projeto.

Porém o grupo enfrentou um desafio ao definir a altura do palco como 10 mm, pois desejavam criar junções em formato de "dedos" para que as peças se encaixassem como um quebra-cabeças. No entanto, o site não permitia gerar junções desse tipo com uma caixa de apenas 1 cm de altura. Isso gerou dúvidas de como representar esta peça, e o aluno A8 sugeriu recortar três placas de 3 mm e colá-las uma sobre a outra para formar uma altura de 9 mm, que se aproximava a medida desejada, mas o grupo percebeu que esta solução dificultaria a fixação das demais partes do projeto.

Outros testes e análises foram realizados para encontrar uma solução mais prática, e quando o aluno A7 colocou uma altura de 13 mm, o site permitiu criar as junções em formato de dedos. A fim de não distorcer a representação de seu projeto, o grupo propôs utilizar uma placa de 3 mm para representar todo o chão da área de eventos, fazendo com que a base do palco também servisse como o piso de todo o projeto, deixando o mesmo na proporção estabelecida, pois a altura resultante do palco sobre esse chão seria de 10 mm.

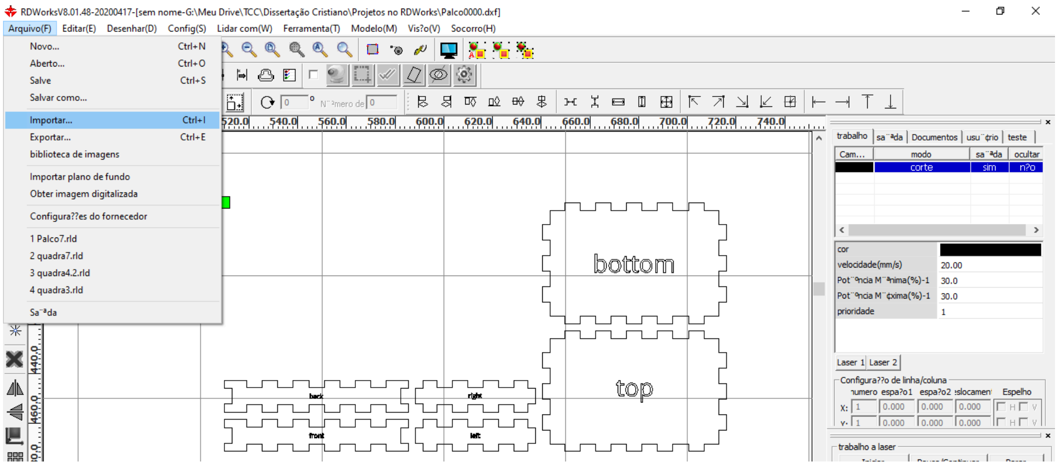
Ao colocar todas as informações das medidas do palco no site, o grupo percebeu que eles não tinham a opção da escolha do tamanho dos dedos (encaixes das peças), isso devido ao seu projeto possuir a altura mínima para a utilização desta representação, ou seja, encaixes com 6,34 mm. Por fim, foi solicitado ao grupo baixar o arquivo em formato .dxf, de forma a ser compatível com o *software* RDWorks.

Figura 38 – Representação da estrutura inicial do palco da área de eventos baixada do MakerCase.

Fonte: Figura extraída de https://pt.makercase.com/#/basicbox em 07 mai. 2025.

Neste momento foi disponibilizado ao grupo um tutorial simplificado do *software* RDWorks, onde o grupo não teve dificuldades visualizar que o passo inicial seria abrir o sistema, localizar e importar o arquivo baixado, acessando a guia "Arquivo" e, em seguida, com a opção "Importar", selecionar o arquivo na pasta downloads. A representação inicial da planificação do palco está na figura 39.

Figura 39 – Importação da estrutura inicial do projeto da área de eventos.



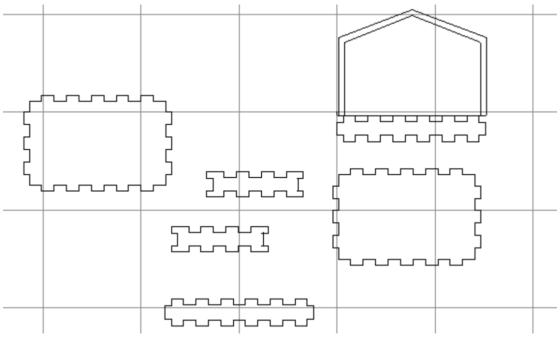
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na parte do tempo restante da aula, o grupo se dedicou ao estudo do manual e à busca de vídeos na internet sobre o funcionamento do *software*. Vale ressaltar que a Lei nº 15.100/2025, que proíbe o uso de celulares em sala de aula, ainda não estava em vigor. Além disso, essa lei permite o uso de celulares para fins didáticos, o que justificaria a utilização dos aparelhos pelos discentes para realizar buscas e pesquisas relacionadas à atividade.

Durante esse momento, os alunos observaram que, ao selecionar um objeto, o *software* o circunscreve com um retângulo. A partir disso, perceberam que era possível posicioná-lo com base nas coordenadas dos vértices desse retângulo, verificar suas medidas verticais e horizontais, medir distâncias entre dois pontos e criar segmentos lineares, elementos que julgaram necessários para representar a parede localizada atrás do palco. Para dar início a essa representação, ainda na mesma aula, o grupo selecionou a peça correspondente à parte de trás do palco, obtida no site MakerCase, e começou a criar os segmentos a partir dela.

Ao observar o tutorial simplificado, o grupo percebeu que era possível atribuir diferentes cores aos objetos criados, sendo que cada tonalidade poderia corresponder a uma intensidade distinta do laser. Dessa forma, poderiam representar elementos variados da parede, configurando o *software* para aplicar intensidades diferentes de laser, o que permitiria tanto os cortes quanto às demarcações. Esse aspecto foi crucial, pois os alunos desejavam representar o pilar e a viga localizados no fundo do palco e, caso utilizassem a mesma intensidade de corte para todos os elementos, a parede acabaria sendo completamente recortada, impossibilitando sua permanência como plano de fundo. A velocidade do laser, assim como as potências mínima e máxima, foram observadas ao final do tutorial simplificado, sendo adotados os mesmos parâmetros de intensidade por todos os grupos, conforme testes realizados previamente pelo professor-pesquisador.

Figura 40 – Primeiros passos do grupo da área de eventos no RDWorks.

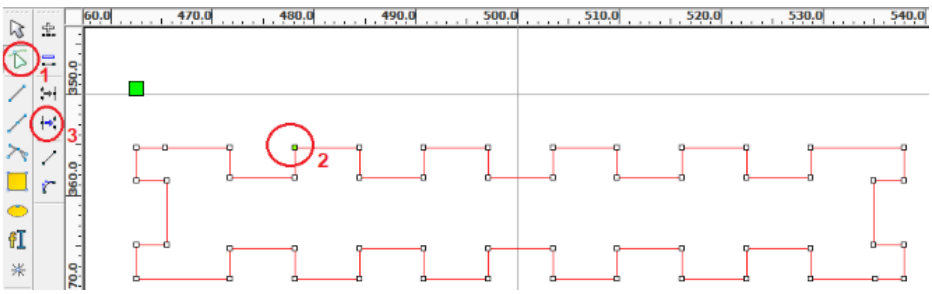


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No início do novo encontro, o grupo percebeu que alguns segmentos deveriam ser ajustados para que o laser não os recortasse por completo, formando apenas encaixes, um deles foi a peça destinada aos fundos do palco, que deveria conter os encaixes da parte superior e sustentar a parede. Diante da dúvida de como proceder, foi apresentada ao grupo uma ferramenta do *software* que permite a exclusão de parte de segmentos por meio da barra de edição de nós.

Vale destacar que diante ao *software*, a peça baixada do site MakerCase era contínua, e caso houvesse um vértice, o mesmo era destacado, quando a barra de edição de nós era selecionada. Para interromper a continuidade da figura, o grupo deveria selecionar os pontos de referência que limitavam os segmentos que desejavam excluir, selecionando o ponto até o mesmo ser apresentado na cor verde, logo após selecionar o botão “quebra de curva”, dividindo o segmento original em dois pedaços, na qual alguns deles poderiam ser excluídos de forma a evitar, por exemplo, a passagem do laser em algum local específico, ou ainda a passagem do laser no mesmo local em dois ou mais momentos distintos.

Figura 41 – Quebra de continuidade de uma figura no RDWorks.



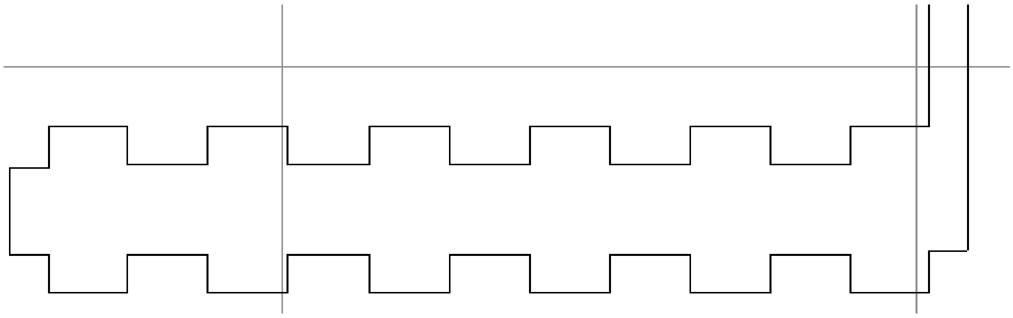
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Outro ponto importante visto pelo grupo naquela aula foi a possibilidade de replicar figuras, o que permitiu, por exemplo, criar apenas um dos lados do telhado e em seguida, espelhar essa parte para compor o lado oposto, tarefa que os mesmos concluíram na aula anterior, criando todos os segmentos manualmente. Além disso, ao selecionar essa parte superior do telhado, o grupo observou que o *software* exibia a dimensão horizontal e vertical do objeto, correspondentes, neste caso, à base e à altura do triângulo isósceles formado. Essa visualização reforçou o entendimento de que a altura de um triângulo é sempre um segmento perpendicular traçado da base até o ponto mais alto da figura.

Ainda nesta segunda aula destinada ao manuseio do *software*, o grupo se deparou com um problema: o pilar que fica na parte frontal do palco seria colocado em um local onde havia um encaixe aberto da peça frontal do palco, o que faria com que o pilar fosse completamente destacado. Tentando visualizar uma alternativa para solucionar o problema, o grupo fez vários testes, sobrepondo uma peça à outra, para tentar visualizar os encaixes tridimensionais nas peças bidimensionais, levando os mesmos a imaginar como iriam ocorrer os encaixes e sua importância sobre o projeto tridimensional.

Já no final da aula, o aluno A7 sugeriu excluir os encaixes dos extremos superiores da peça frontal, mantendo apenas o encaixe lateral inferior. Essa modificação permitiu a colocação do pilar na parte superior frontal do palco. Na figura 42, é possível observar, à esquerda, o encaixe original da peça frontal e, à direita, o ajuste proposto pelos alunos. Com essa alteração, o grupo percebeu que também precisaria ajustar as peças laterais do palco, uma vez que elas se encaixam como um quebra-cabeças. Assim, ao modificar uma parte do encaixe frontal, tornou-se necessário adaptar os encaixes laterais correspondentes para garantir a compatibilidade entre as peças.

Figura 42 – Peça frontal do palco do grupo da área de eventos.

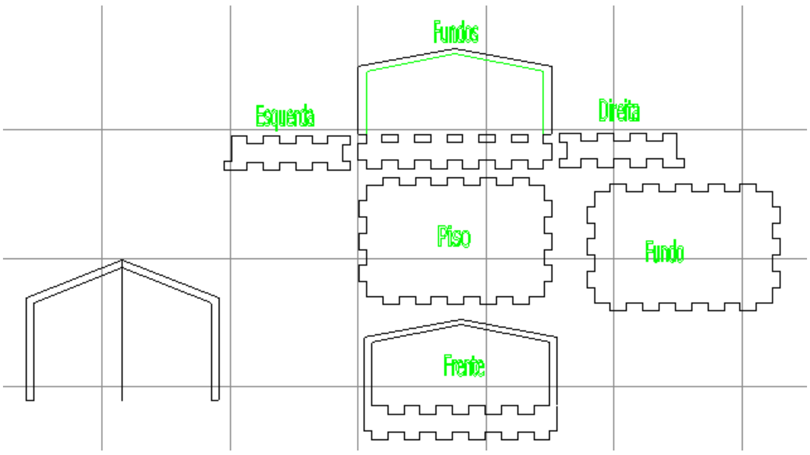


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na última aula do mês de outubro, os alunos foram questionados pelo professor-pesquisador sobre a inclinação do telhado, pois o mesmo aparentava estar mais inclinado no projeto, comparado ao visto nas próprias fotos tiradas pelos alunos. Questionando o grupo sobre a precisão das anotações feitas, eles informaram que as medições foram realizadas por várias pessoas, o que resultou em anotações pouco claras, principalmente a respeito do acréscimo da medida do palco, que ora era considerado antes da anotação e ora não.

Assim o grupo decidiu efetuar uma nova saída de campo para tirar novamente as medidas do pilar mais baixo e da parte mais alta do telhado. Ao revisar as medições, constatou-se que realmente haviam erros, pois, quando os alunos anotaram a medida mais alta do palco, eles somaram duas vezes a altura do palco, gerando um erro de 1 metro. Além disso, o grupo percebeu que alguns integrantes anotaram as medidas em metros, outros anotaram em centímetros e poucas vezes esta unidade de medida estava especificada no papel, gerando mais insegurança nas medidas anotadas.

Figura 43 – Comparativo da inclinação do telhado da área de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após os ajustes feitos nos pilares, o grupo considerou a parte do palco como concluída, se dedicando na representação da parte aberta da área de eventos. Para tanto, o grupo percebeu que deveriam representar todo o chão da área de eventos, como proposto por eles mesmos durante a criação do projeto no MakerCase. O aluno A8 observou que nesta construção seria possível deixar alguns espaços para que fosse possível encaixar os pilares, observando que estes espaços deveriam ter 3 mm de largura, vendo que esta medida seria a espessura da placa em MDF.

Neste momento, o grupo visualizou que não havia contabilizado a quantidade de pilares nem a largura e distância entre eles, resultando em uma nova saída de campo, que resultou no retorno do grupo somente no final da aula, onde julgaram prudente efetuar esta tarefa durante a próxima semana, finalizando a aula com a visualização, conferência e análise do encaixe do palco.

Em um novo encontro, os alunos decidiram replicar a parte do chão da área de eventos e para isso, desenharam segmentos que deveriam formar ângulos de 90º e 180º com algumas linhas já traçadas, isso iria garantir o encaixe das peças de forma correta, evitando um torcimento das mesmas. O *software* permite criar linhas verticais e horizontais pressionando a tecla "Control", esta função pode ser vista no tutorial simplificado, mas durante a empolgação da realização da atividade, os alunos criaram segmentos livres, tentando ajustá-los para que ficassem o mais vertical possível, porém os segmentos estavam sempre um pouco inclinados, gerando resultados indesejados.

Foi quando o aluno A7 sugeriu a criação de um segmento livre e logo após, ajustar as medidas verticais e horizontais do mesmo, neste caso, eles perceberam que era só ajustar a medida vertical para a medida pretendida de 47 mm e a horizontal para 0 mm, já que eles gostariam de representar um segmento de 4,7 cm. Este feito fez com que os alunos percebessem que um segmento não possui largura por si só, já que essa largura só existe em um plano bidimensional e um segmento de reta é um objeto unidimensional. Ainda neste momento, os alunos perceberam que ao criar uma linha, a medida vertical e horizontal não é diretamente o tamanho do segmento inclinado, mas sim medidas de altura e largura de um objeto posicionado em um plano bidimensional.

Seguindo este procedimento, e agora também utilizado o atalho da tecla “Control”, os alunos conseguiram construir quase todos os segmentos até o final da aula, onde os mesmos deixaram a cada 47 mm, um quadradinho de 3 x 3 mm para o encaixe dos pilares, vendo que os mesmos, visualizaram que a largura do pilar é de 30 cm na realidade.

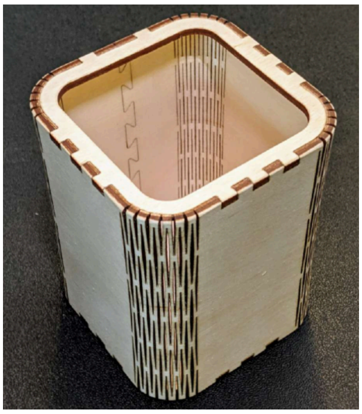
Na aula seguinte, de Resolução de Problemas, o grupo finalizou a representação da base do projeto e replicou os pilares, onde o primeiro foi construído sobre a parte dos fundos do palco, garantindo assim a congruência entre as peças. Já para a construção do telhado, o grupo identificou como prudente a representação de duas placas, uma para cada lado inclinado e para isso, necessitavam identificar o comprimento do segmento que representa uma das partes inclinadas do oitão do telhado.

Percebendo alguns recursos do *software*, os estudantes rotacionaram o segmento inclinado que representa a parte superior da viga de sustentação do telhado, até que este ficasse completamente na horizontal, fazendo com que o *software* exibisse essa medida. Assim, mesmo sem realizar cálculos, os alunos demonstraram compreensão dos conceitos de preservação de medidas em objetos rotacionados e conseguiram determinar corretamente a largura de cada lado do telhado. Esta medida foi confirmada através do Teorema de Pitágoras, resultando em uma divergência de 0,25 mm, já na escala do projeto, justificada pelos arredondamentos dos cálculos.

Em uma conversa com o grupo, foi sugerido pelo professor-pesquisador a exploração do site Boxes.py em busca de um modelo que pudesse inspirar a construção do telhado como uma peça única. Retomando o exemplo do cubo modificado apresentado em sala de aula a algumas semanas atrás, relembrando que o mesmo continha uma parte capaz de ser torcida, incentivando os alunos a pensarem em soluções criativas para a representação das peças.

Analisando alguns projetos do site, os alunos encontraram o projeto representado pela figura 44 e perceberam que era possível torcer o MDF ao fazer cortes alternados e decidiram utilizar este conceito em seu projeto, representando assim a cumeeira do telhado. Para isso o grupo buscou e selecionou um projeto que continha a formatação desejada, baixou o arquivo em formato .dxf, abriram o *software* RDWorks e importam o projeto da área de downloads, de forma semelhante ao feito com o projeto vindo do site MakerCase.

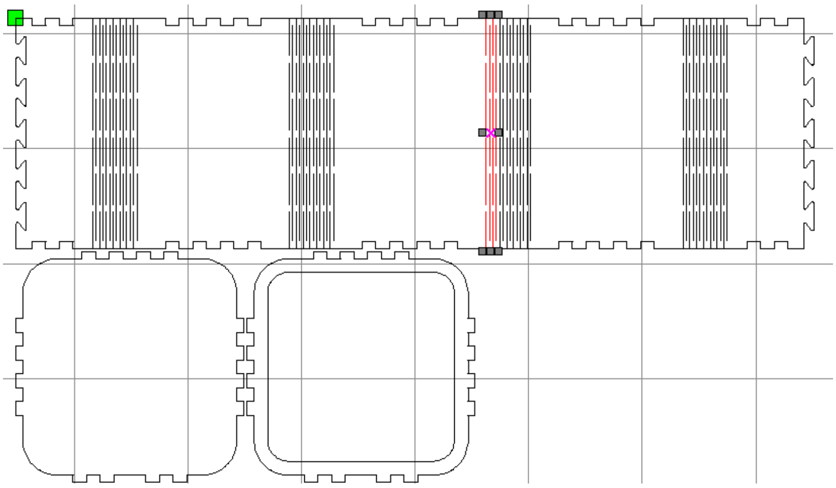
Figura 44 – Projeto selecionado pelo grupo disponível na plataforma Boxes.py.



Fonte: Figura extraída de https://boxes.hackerspace-bamberg.de/RoundedBox?language=en em 19 mai. 2025.

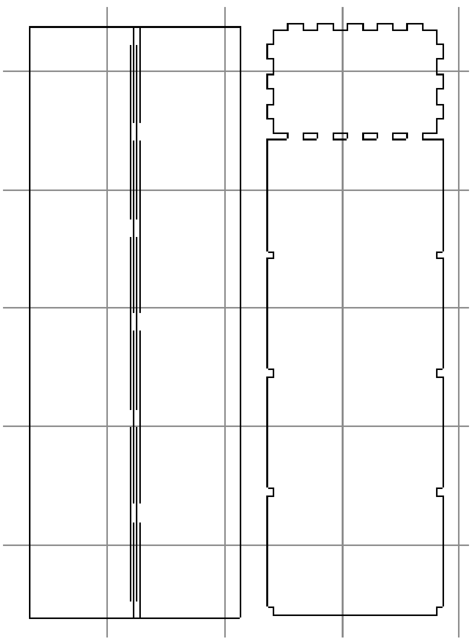
Em seguida, os alunos concluíram que não seria necessário realizar tantos recortes na peça, pois o telhado não exigia uma torção tão acentuada quanto o projeto do site. Assim, selecionaram apenas a parte que consideraram essencial e a replicaram no projeto da miniatura. Nesse processo, o grupo ainda necessitou criar um retângulo que receberia este procedimento de recorte, as dimensões desse retângulo correspondiam ao comprimento da área de eventos e ao dobro da medida do segmento que representa o oitão mencionado anteriormente, o qual os alunos julgaram fundamental aumentar um pouco sua largura referente ao telhado para criar a sensação de borda estendida.

Figura 45 – Seleção da parte do projeto compatível com a proposta do telhado.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

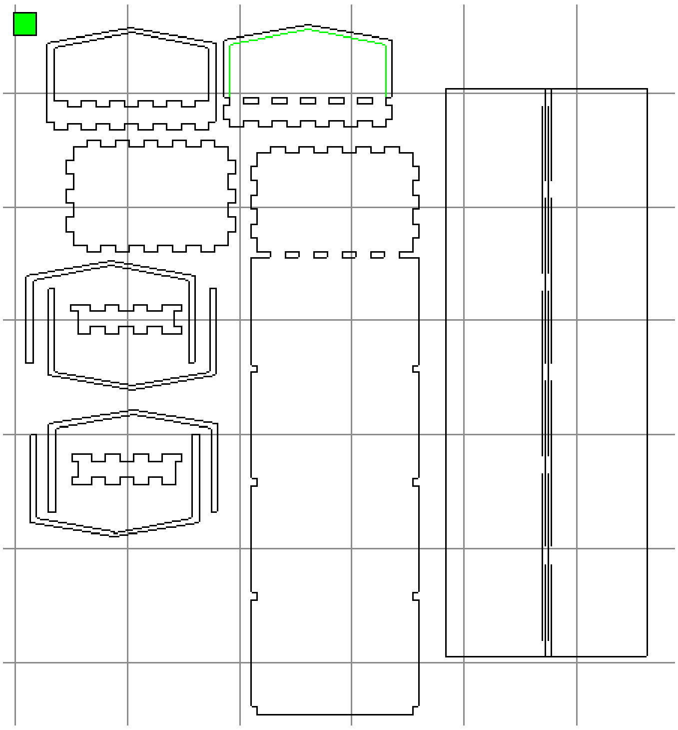
Figura 46 – Telhado e parte inferior da quadra de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para finalizar o projeto, o grupo replicou três cópias do pilar criado anteriormente, assegurando que todas tivessem as mesmas inclinações e medidas. Em seguida, organizaram todas as partes do projeto próximas umas das outras, com o objetivo de otimizar o uso da placa de MDF e reduzir o tempo de corte na máquina. Essa prática evidencia uma postura mais consciente e estratégica, alinhada aos princípios de sustentabilidade e eficiência. Na figura 47 pode ser visto o projeto final do grupo A.

Figura 47 – Projeto final área de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Vale destacar que, no prédio real, existe uma escada de acesso ao lado do palco, cuja representação foi debatida entre os integrantes do grupo, sendo sugerido pelo professor-pesquisador que, ao menos, uma marcação a laser indicasse sua presença. Além disso, após a finalização do projeto, observou-se que a maquete também não contemplou a continuidade da cinta de sustentação do telhado, que ultrapassa o pilar e se estende até o limite da largura do telhado. Apesar da ausência destes dois pontos, o trabalho desenvolvido pelo grupo foi de grande valor, evidenciando atenção aos detalhes, empenho na execução e apropriação dos conhecimentos mobilizados ao longo da atividade. Pode-se observar a aplicação de diferentes conceitos matemáticos no desenvolvimento do projeto desse grupo, tais como a identificação de triângulos e de propriedades que os caracterizavam a partir da análise das medidas dos lados ou ângulos, a noção de congruência entre figuras, a noção de perpendicular e de colinearidade de pontos através da análise de ângulos formados entre segmentos consecutivos. A experiência impulsionou também o amadurecimento do pensamento crítico e da autonomia dos alunos, a criatividade na adaptação de projetos já disponíveis nos sites pesquisados considerando as necessidades pontuais do projeto em execução, ou seja, visando a resolução de seus problemas, o que descortinou habilidades até então pouco trabalhadas ou observadas nas aulas tradicionais.

4.4.3 Grupo do Prédio da Diretoria

A partir dos testes com o transferidor modificado, realizados na quadra de esportes, o grupo do Prédio da Diretoria (Grupo D) concluiu que já havia compreendido quais medidas e quais cálculos eram necessários para determinar a altura de um ponto observado no transferidor. Assim, decidiram iniciar a retirada das medidas aplicando este conhecimento adquirido para verificar a altura do prédio da diretoria.

Ao chegarem ao prédio de seu projeto, o aluno D3 se distanciou 3 metros da parede e o grupo decidiu verificar o ângulo formado entre a referência vertical (barbante com peso) e o segmento de reta que representa a hipotenusa. Verificaram que o ângulo apresentado era próximo à 57º, no entanto, os alunos interpretaram que poderiam arredondar o ângulo para 60º, acreditando que a razão resultante teria valores simplificados, por se tratar de um ângulo múltiplo de 10. Vale destacar que o fato de trabalharmos com um ângulo múltiplo de 10 não define que a razão trigonométrica resulte em uma dízima finita, muito menos em um inteiro, vendo que, nesse caso, a tangente de 60º é um número irracional.

Efetuando os cálculos da tangente, o grupo encontrou o valor de 1,73 metros para a altura parcial da parede que, somado à altura do aluno, resultaria em uma altura total de 3,38 metros. Ao serem questionados sobre a fidelidade das medidas obtidas, os alunos perceberam que o arredondamento do ângulo poderia introduzir erros nos cálculos. Essa reflexão permitiu ao grupo compreender a importância de trabalhar com maior precisão nos dados, especialmente em medições que envolvem relações trigonométricas, reforçando a necessidade de atenção aos detalhes em projetos que exigem proporcionalidade e exatidão.

Como o grupo desejava trabalhar com um ângulo de 60º, e que a 3 metros de distância da parede o ângulo observado era inferior a esse valor, os alunos perceberam que o aluno D3, utilizando o transferidor modificado, deveria se afastar gradualmente até conseguir identificar o ângulo desejado. Essa etapa foi especialmente significativa, pois permitiu que os alunos visualizassem, na prática, a relação entre o valor de um ângulo e a medida do lado oposto em um triângulo.

Com isso, o grupo percebeu que o aluno D3 deveria se posicionar a uma distância de aproximadamente 3,5 metros da parede, para que o ângulo superior do triângulo retângulo correspondesse aos 60º desejados. Utilizando o cálculo da razão trigonométrica da tangente, o grupo verificou que a altura parcial da parede, ou seja, a diferença entre a altura total e a altura dos olhos do observador, era de aproximadamente 2,02 metros. Somando esse valor à altura dos olhos do observador do chão, que era de 1,65 metros, concluíram que a parede tinha cerca de 3,67 metros de altura.

Com isso, os alunos perceberam uma diferença de quase 30 cm entre a altura inicialmente calculada, com base em um ângulo de 60º a uma distância de 3 metros da parede e a altura obtida ao considerar o mesmo ângulo a uma distância de 3,5 metros. Dessa forma, compreenderam na prática a importância de ter cautela com os arredondamentos, tanto nas medidas lineares quanto angulares, especialmente quando se busca obter resultados precisos e confiáveis.

Como o prédio em questão não era muito alto, os alunos decidiram utilizar a trena de aço para verificar sua altura real. No entanto, enfrentaram certa dificuldade, pois inicialmente interpretaram que poderiam medir a altura da parte superior da parede até a parte superior da cabeça de um aluno e em seguida somar esta medida com a altura do aluno, semelhante ao método usado com o transferidor modificado.

No entanto, devido a pequenas movimentações do aluno D3 e também a flexibilidade da trena, o grupo não conseguiu efetuar a medida desta forma. Foi então que perceberam que a parede possuía uma faixa pintada com tonalidades distintas, permitindo dividir a medição em duas etapas fixas na própria parede, o que trouxe mais estabilidade para a medição pois puderam apoiar a trena na própria parede conforme a figura 48.

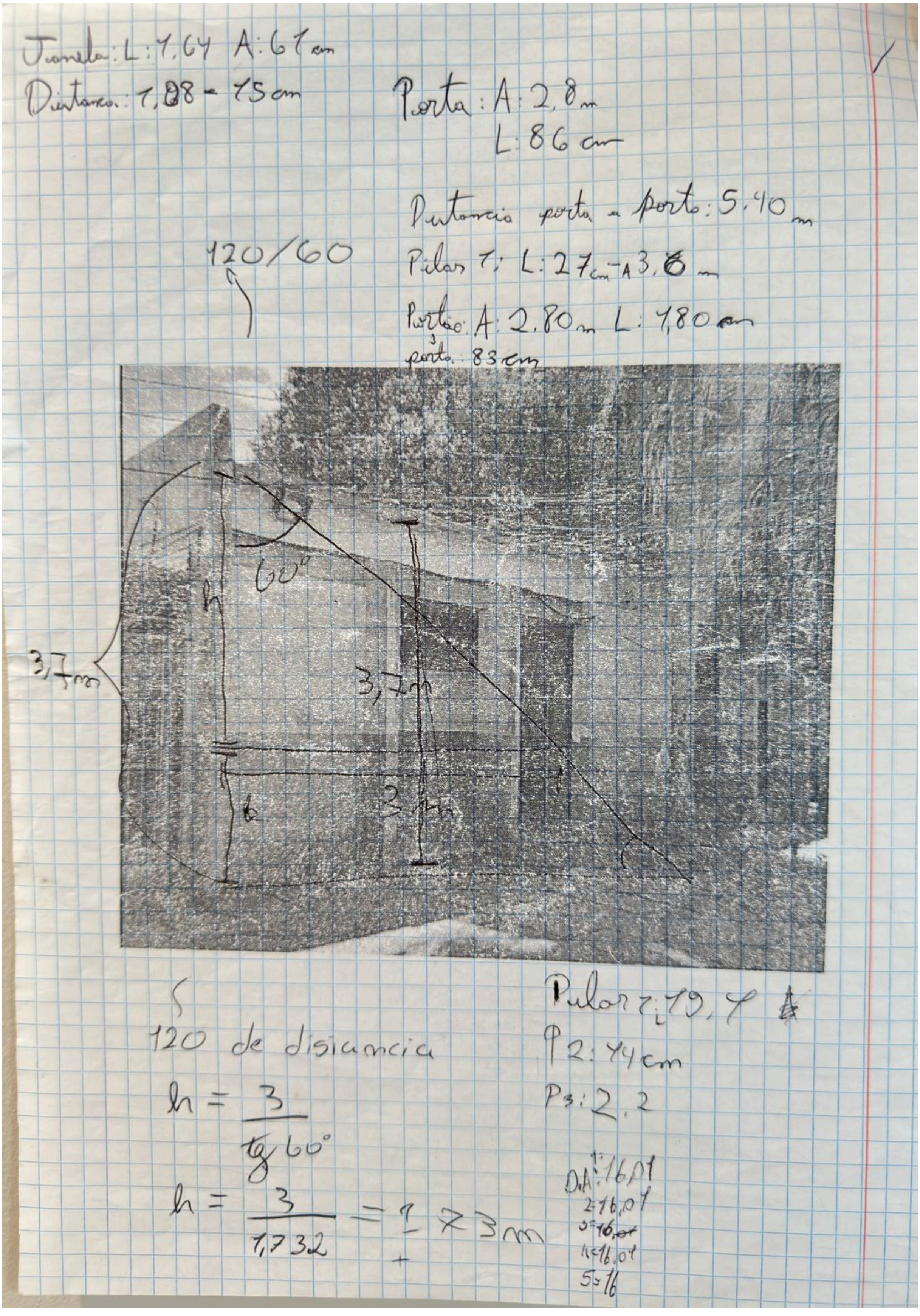
Figura 48 – Medindo a altura do prédio da diretoria com trena em duas etapas.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Ao efetuar o cálculo da altura total do prédio, o grupo constatou que ela era de 3,75 m, ou seja, 0,08 m a mais do que o valor obtido anteriormente por meio das razões trigonométricas. Trata-se de um erro pequeno, o que valida a precisão do método utilizado, demonstrando que, mesmo com recursos simples é possível alcançar resultados bastante próximos da realidade.

Outro momento curioso aconteceu quando o grupo considerou necessário medir as diagonais das janelas, argumentando que essa medida seria importante para manter a fidelidade do projeto no *software* RDWorks. No entanto, como as janelas possuem formato retangular, foi possível explicar que, ao reproduzir corretamente as medidas horizontais e verticais no *software*, as diagonais automaticamente manteriam a proporção correta. Isso ocorre porque elas podem ser visualizadas como a união de dois triângulos retângulos, cujos catetos (lados do retângulo) serão reduzidos pelo mesmo fator de escala. Consequentemente, pela aplicação do Teorema de Pitágoras, a diagonal, que corresponde à hipotenusa desses triângulos, também será proporcional, garantindo que a forma original seja preservada no modelo em escala. A figura 49 apresenta algumas anotações do grupo D.

Figura 49 – Algumas anotações do grupo do prédio da diretoria.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na semana seguinte, durante a aula de Resolução de Problemas, toda a turma foi direcionada para a sala de Cultura *Maker*, onde o grupo D se reuniu em um único computador. Foi realizado um seminário com toda a turma, no qual os alunos puderam compartilhar e conhecer algumas das estratégias adotadas por colegas de outros grupos. Nesse momento, também foi definida e acordada a escala 1:100, e todos os grupos foram apresentados ao site MakerCase, que seria utilizado para representar a estrutura principal de seus prédios, representando em um projeto bidimensional, com encaixes, uma proposta tridimensional.

Ao abrir o site, o grupo selecionou a opção da criação de uma caixa fechada e percebeu que, além da altura e da largura do prédio, também era necessário ter o comprimento do mesmo e tentaram calcular essa medida com base na largura das janelas e na distância entre elas, mas perceberam algumas inconsistências nas anotações, gerando dúvidas sobre a fidelidade das informações e devido a isso, o grupo efetuou uma saída de campo para coletar a medida do comprimento do prédio.

Enquanto parte do grupo estava medindo o comprimento do prédio e a medida dos vãos existentes entre as janelas, outros integrantes tentaram representar a moldura externa do prédio sobrepondo a foto impressa na tela do computador, rotacionando e ajustando a medida da imagem para que ficasse alinhada com a foto.

A representação ficou visualmente semelhante ao esperado, mas o grupo só teria certeza das dimensões quando todos os integrantes retornassem à sala de Cultura *Maker* e confirmassem as medidas obtidas. Com o retorno dos colegas, percebeu-se que o aluno D1 havia alterado não apenas a medida do comprimento, mas também as dimensões de largura e altura que já haviam sido digitadas anteriormente, respeitando a escala estabelecida. Isto fez com que o projeto ficasse fora do padrão de escala adotado pela turma, obrigando o grupo a redigitar todas as medidas para garantir a uniformidade da escala.

O grupo então digitou novamente as medidas encontradas da largura e da altura, porém quando os alunos responsáveis por essa última medição foram questionados sobre o comprimento do prédio, eles informaram que visualizaram a medida de 47,7, não sabendo justificar a unidade de medida. Esse número, se interpretado em centímetros, seria muito pequeno, em metros o grupo verificou que também não se adequava ao valor esperado para o tamanho do colégio, vendo que a lateral possui 10 metros e o comprimento não poderia passar do dobro deste valor, justificando seu posicionamento na imagem gerada no computador.

Diante disto, o grupo decidiu que todos deveriam retornar ao prédio físico para verificar como parte dos integrantes haviam feito a medição. Ao solicitar que os integrantes replicassem a medição, o grupo percebeu que os mesmos estavam anotando as medidas em pés e polegadas, vendo que a trena apresentava também esta unidade de medida, logo a mesma se tratava de 47 pés e 7 polegadas. Vale destacar que o site permite a digitação das unidades em polegadas, mas o que ocorreu foi a anotação de uma unidade de medida (apresentada na trena) diferente das demais. Medindo novamente o comprimento do prédio, o grupo constatou que o mesmo correspondia a 14,5 metros.

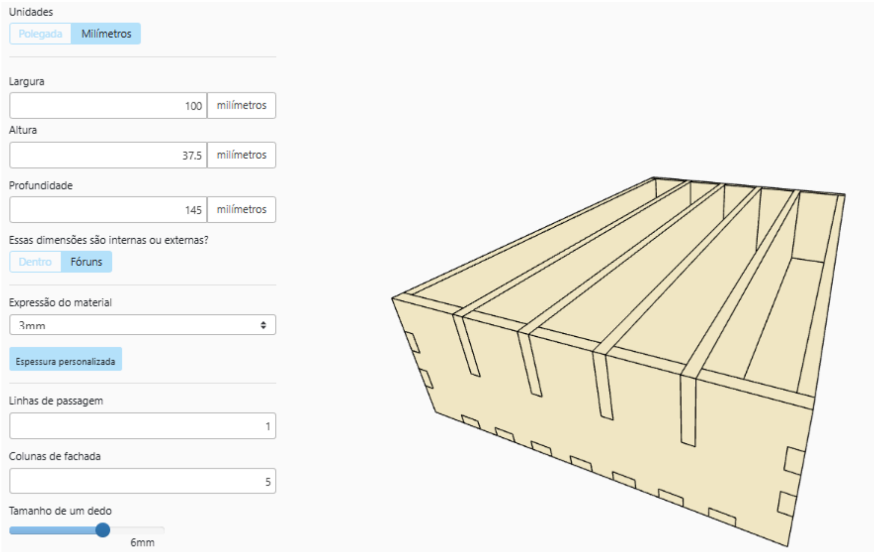
Esse momento permitiu a compreensão da conversão das unidades de medidas, fazendo com que os alunos percebessem que 1 polegada possui 2,54 centímetros e um pé possui 12 polegadas, resultando em 30,48 centímetros. Além de evidenciar a importância da padronização das unidades de medidas, na anotação clara de qual unidade está sendo utilizada, na análise crítica de um resultado e da comparação com uma referência sólida. O tempo restante da aula foi dedicado para que os alunos medissem outros pontos ainda faltantes, como a largura e a distância entre as portas do corredor.

Em um novo encontro, o grupo retomou o uso do site MakerCase, agora com todas as dimensões necessárias para iniciar o projeto. Durante essa etapa, o grupo explorou algumas opções disponíveis no site e percebeu que poderia representar o prédio por meio de uma caixa aberta com divisórias onde representariam a parte interna do corredor. No entanto, o MakerCase não permite posicionar a divisória em um local específico do projeto, apenas divide a largura da caixa em partes iguais.

O aluno D7 observou que o corredor possuía 2 metros de largura, ou seja, um quinto da largura total do prédio, que é de 10 metros. Para resolver esse problema e posicionar corretamente a divisória no modelo, bastava criar quatro paredes divisórias, que acabavam dividindo a largura da estrutura em cinco partes iguais, permitindo representar com precisão a largura do corredor. Embora algumas das divisórias precisassem ser excluídas posteriormente, o processo revelou uma solução bem criativa, baseada em uma proposta que os próprios alunos desejavam aplicar.

Com a definição de representar o prédio por meio de uma caixa aberta com divisórias, restava registrar no site as medidas do prédio, respeitando a escala de conversão estipulada de 1:100. Essa etapa não apresentou dificuldades para o grupo, que compreendeu facilmente que as anotações em metros representam centímetros no projeto. No entanto, a conversão de centímetros para milímetros, exigida pelo site MakerCase, causou certa estranheza inicial, pois parte do grupo teve dificuldade em visualizar, na prática, como 10 unidades de medida se encaixam em cada centímetro. Após alguns debates e com o auxílio de uma régua, todos os integrantes do grupo conseguiram compreender o conceito e perceberam rapidamente que, para converter uma unidade de medida de centímetro para milímetro, bastava multiplicar por 10, vendo que cada centímetro equivale a 10 milímetros. A figura 50 apresenta a estrutura inicial proposta pelo grupo.

Figura 50 – Representação da estrutura inicial do grupo da diretoria baixada do MakerCase.

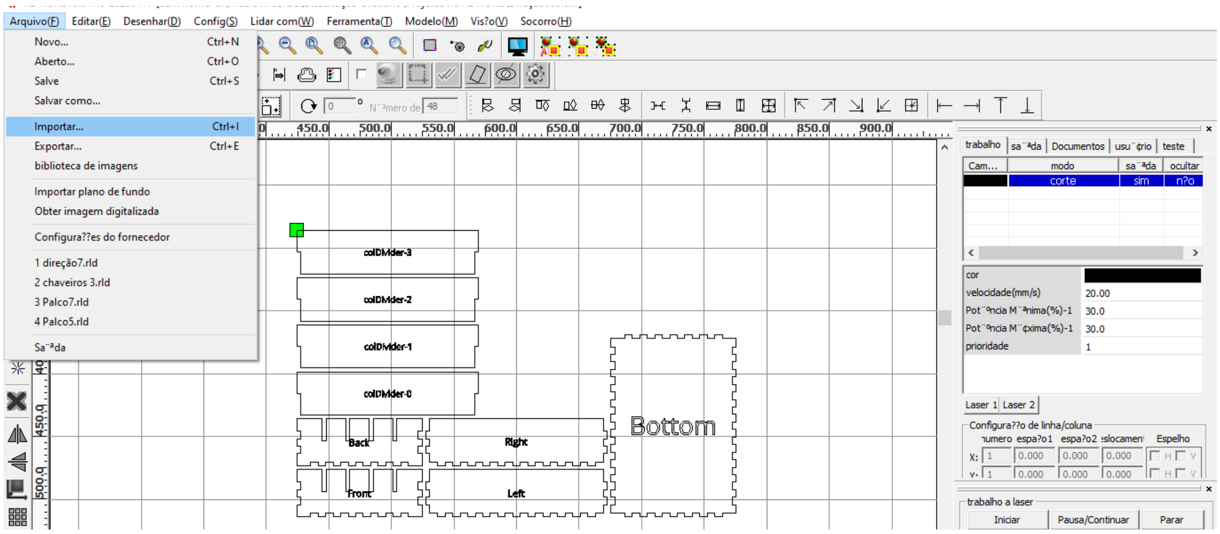


Fonte: Figura extraída de https://pt.makercase.com/#/divider em 28 mai. 2025.

Após a digitação das medidas, foi solicitado ao grupo que baixasse o arquivo no formato .dxf, garantindo a compatibilidade com o *software* RDWorks. Na sequência, foi disponibilizado um tutorial simplificado deste *software*, deixando com que o grupo buscasse os primeiros passos no aplicativo. Ao abrir o *software*, o grupo encontrou dificuldades para abrir o arquivo, pois não estavam familiarizados com o uso do computador e não conseguiam localizar onde o arquivo havia sido salvo no sistema. Nesse momento, o grupo foi orientado sobre o procedimento de importação de um arquivo, onde, primeiramente, é necessário iniciar o *software*, acessar a guia "Arquivo" e, em seguida, selecionar a opção "Importar" para localizar e abrir o arquivo. Foi informado que este geralmente é baixado para a pasta Downloads, então bastava clicar sobre o arquivo desejado.

Esse episódio evidenciou que, embora bastante adaptados ao uso de dispositivos móveis, muitos estudantes da geração atual ainda enfrentam dificuldades ao lidar com tarefas que exigem conhecimentos específicos sobre o uso de computadores. A familiaridade com interfaces intuitivas de aplicativos móveis nem sempre se traduz em habilidades no manuseio de outras ferramentas digitais mais complexas. Essa constatação reforça a importância de integrar o uso do computador aos ambientes escolares, pois, ao mesmo tempo em que os alunos desenvolvem competências fundamentais da disciplina, também ampliam sua autonomia diante das novas tecnologias. A figura 51 ilustra parte desta etapa, assim como o esboço do projeto trazido do site MakerCase.

Figura 51 – Importação da estrutura inicial do projeto do prédio da diretoria.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Cabe destacar que, embora a representação no *software* indique as orientações de montagem, com nomenclaturas em inglês, *right, left, front, back,* a frente e a traseira do prédio da diretoria são as paredes com maior largura (*left* e *right*), enquanto as outras duas (*front* e *back*) são as paredes laterais do prédio.

A primeira alteração que o grupo identificou como necessária foi a exclusão das divisórias excedentes, na qual o grupo simplesmente selecionou e deletou os objetos no *software*. Em seguida, decidiram ajustar a altura das paredes laterais, ao perceberem que essas eram mais altas do que a parede frontal e traseira do prédio. Em um primeiro momento, o grupo apenas modificou a altura da peça, utilizando a função do *software* que permite ajustar livremente as dimensões horizontais e verticais de um objeto selecionado. Porém, ao fazer isso, perceberam que a medida dos encaixes da placas também havia sido alterada, isso devido ao *software* ajustar proporcionalmente toda a medida da peça e esta operação comprometeria o encaixe correto das peças, resultando em erros na montagem final.

Para solucionar o problema, primeiramente, a figura teve sua medida redimensionada ao valor original. Em seguida, foi apresentada aos alunos a barra de edição de nós disponibilizada pelo *software* RDWorks. Essa ferramenta permitiu criar novos pontos em um segmento, possibilitando a desvinculação de partes específicas da figura original. Dessa forma, o grupo dividiu a figura em duas partes e ajustou o comprimento do segmento que representa a altura da lateral, ampliando em 4 mm, o que corresponde a 40 cm na edificação real. Essa ampliação específica do segmento permitiu ampliar a altura da parede sem interferir nas medidas dos encaixes.

Para dar continuidade na construção de seu projeto, o grupo julgou pertinente a construção do telhado, vendo que o esquema baixado do site MakerCase se tratava de uma caixa aberta. Para efetuar a representação do mesmo, o aluno D2 julgou que poderia replicar o fundo na parte superior, vendo que o telhado deste prédio é construído em zinco e possui uma inclinação naturalmente baixa (quase horizontal). Assim, o grupo utilizou novamente a barra de edição de nós para excluir o segmento liso da parte superior das paredes frontal e traseira do projeto e, em seguida, espelharam os encaixes da parte inferior na parte superior, possibilitando a fixação de uma peça.

Para a placa que iria representar o telhado, o grupo resolveu duplicar a peça que representava o fundo, garantindo que a estrutura encaixasse nas junções criadas no momento anterior, porém, para que o telhado ficasse totalmente oculto pelas paredes laterais, o grupo verificou a necessidade de remover o encaixe dos lados representando os mesmos com segmentos lisos.

No final da aula, em conversa com integrantes do grupo A, o grupo D percebeu que os colegas estavam representando o centro do telhado por meio de segmentos alternados. Essa técnica permitiria que o laser realizasse cortes parciais nessa parte da peça, viabilizando uma leve torção do material. Os alunos do grupo A justificaram aos colegas essa escolha como uma solução para representar, em uma única peça, os dois caimentos do telhado.

A partir dessa troca, o grupo D compreendeu que não seria adequado representar o telhado apenas como uma peça paralela ao fundo da maquete. Reconhecendo a importância da solução encontrada pelos colegas de turma a fim de garantir a fidelidade da representação, acharam pertinente incorporar o mesmo recurso em seu projeto. Ainda com dificuldades, mas com o apoio de colegas e do professor-pesquisador, o grupo utilizou um pendrive para copiar o modelo de corte e replicar os segmentos alternados na peça correspondente ao telhado.

Essa interação entre os grupos evidencia o potencial do trabalho colaborativo na construção do conhecimento, permitindo que os alunos aprendam com as soluções dos colegas, revejam suas escolhas e aprimorem seus projetos com base em observações práticas e trocas significativas.

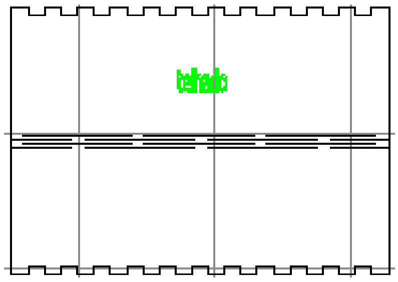
Em um novo encontro, no entanto, o grupo percebeu que os cortes alternados no centro do telhado, por si só, não garantiriam a inclinação desejada, já que, até aquele momento, a peça havia sido desenhada com a mesma medida do fundo da maquete. Durante a discussão, o aluno D7 utilizou uma folha de ofício para exemplificar o problema, demonstrando que, para que a peça pudesse inclinar-se e conter dois caimentos, sua medida deveria ser superior à da base. Essa exemplificação simples possibilitou a explicação de uma das propriedades fundamentais da geometria, na qual garante que “a soma das medidas de dois lados de um triângulo sempre é maior que a medida do terceiro”.

Em busca de soluções para determinar a medida do telhado, o grupo recorreu à internet e encontrou a possibilidade de representar a estrutura de sustentação do telhado como composta por dois triângulos retângulos congruentes. Nessa representação, os lados do triângulo eram formados por uma metade da base do telhado, pela altura correspondente à elevação do telhado (perpendicular à base) e pelo lado inclinado, justamente a medida desejada, que representa cada uma das laterais do telhado. A partir dessa interpretação, o aluno D7 identificou que seria possível aplicar o Teorema de Pitágoras para calcular a medida de cada lado inclinado do telhado.

Após realizarem os cálculos, o grupo encontrou o valor de 50,1225 mm para a largura de metade do telhado, o que resultaria em uma soma total de 100,245 mm para as duas inclinações. Esse valor é muito próximo à largura da parede, que mede exatamente 100 mm. Ainda assim, o grupo considerou o resultado válido, uma vez que a inclinação do telhado deveria ser sutil, o que justificaria a pequena diferença entre as medidas. Esse momento de construção foi significativo para o grupo, pois evidenciou como a compreensão de conceitos matemáticos, como desigualdade triangular e relações geométricas básicas, dão percepções práticas e concretas em diferentes situações.

Na figura 52 pode ser vista a proposta final da peça destinada a representar o telhado da miniatura do prédio da diretoria.

Figura 52 – Formato final do telhado do prédio da diretoria.

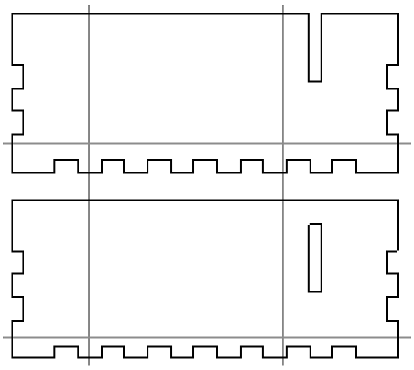


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Desejando visualizar se os encaixes estavam corretos, o aluno D1 começou a sobrepor uma peça na outra. Com isso, o grupo percebeu que o uso das divisórias no formato original, baixado do site MakerCase, traria dificuldades para a fixação do telhado, pois essas divisórias estavam sendo encaixadas a partir da borda superior da parede lateral, ou seja, ficavam mais altas do que o próprio telhado. Para solucionar esse problema, o aluno D3 sugeriu rebaixar o encaixe da divisória, bem como reduzir a altura dessas peças, em alguns milímetros. A ideia era fazer com que a divisória não ultrapassasse o limite superior necessário para a fixação do telhado.

Não demorou para o grupo perceber que essa adaptação exigiria também um ajuste na representação do encaixe lateral do prédio, já que ele não poderia mais ser recortado desde a parte superior da parede. Para resolver essa situação, o grupo modificou o encaixe lateral, representando-o como um retângulo fechado, com o recorte tendo as mesmas dimensões do encaixe utilizado para a divisória que representa o corredor. A Figura 53 ilustra, respectivamente, o formato inicial da parede lateral do projeto e o formato final, já com a altura da divisória ajustada.

Figura 53 – Ajuste da altura limite do encaixe da divisória na peça lateral.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Já em um novo encontro, o grupo identificou como necessária a tarefa de representar as janelas da parte frontal do prédio. Para isso, perceberam que poderiam utilizar a ferramenta de criação de retângulos do *software*. No entanto, ao observar o processo do grupo, foi visto que o aluno D1 estava posicionando a foto impressa na frente do monitor, ajustando o zoom e girando o projeto para tentar igualar a imagem.

Neste momento, foi necessário um diálogo com o grupo, pois o procedimento adotado, a sobreposição de uma foto ao projeto, poderia gerar distorções, uma vez que a imagem havia sido tirada em perspectiva, a partir de uma aresta do prédio, o que compromete uma percepção precisa das proporções reais. Logo, ao serem questionados sobre as medidas reais necessárias para uma representação fiel da fachada, o aluno D1 informou que o grupo havia realizado anotações das dimensões no local. No entanto, os valores obtidos não estavam coincidindo com o projeto. Ele relatou que a altura anotada da janela era de 1,9, presumindo se tratar de metros, mas a largura registrada era de apenas 59, sem saber qual unidade de medida se tratava.

Diante da inconsistência, o aluno D5, responsável pelas anotações, não soube explicar com clareza a origem da medida registrada. Refletindo sobre os dados, o grupo concluiu que a janela não poderia ter 59 metros de largura, pois ultrapassaria o comprimento da parede. Por outro lado, 59 centímetros pareceram insuficientes para representar adequadamente a proporcionalidade visual da janela. Surgiu então a hipótese de que a medida pudesse ter sido registrada em polegadas, o que corresponderia a aproximadamente 1,5 metro, uma dimensão visualmente mais compatível com a real.

Dessa forma, o grupo justificou o uso da sobreposição da foto como uma tentativa de verificar a real medida da janela, considerando que todas aparentavam ter dimensões semelhantes. No entanto, o grupo percebeu que essa estratégia estava gerando ainda mais dúvidas, isto devido à inclinação e à perspectiva da imagem, o que dificultava a obtenção de medidas confiáveis.

Verificando estes desafios, o grupo percebeu a necessidade de realizar novamente a medição diretamente na estrutura. Essa nova saída a campo contou com o acompanhamento do professor-pesquisador, com o objetivo de observar e orientar os procedimentos adotados pelos alunos no processo de levantamento de dados, garantindo que as medições fossem realizadas e anotadas com maior precisão e coerência.

O aluno D3 mediu novamente a janela e constatou que a largura real era de 1,59 metros, evidenciando que o aluno D5, responsável pelas anotações anteriores, havia interpretado ou registrado a medida de forma equivocada, sem se atentar à coerência entre o valor anotado e o tamanho visível da estrutura. Aproveitando a saída de campo, o grupo considerou pertinente confirmar também a distância entre as janelas e a altura delas em relação ao chão, uma vez que essas informações também não estavam devidamente claras nas anotações iniciais.

Ainda antes de retornar à sala de Cultura *Maker*, os alunos decidiram medir os objetos presentes no corredor, pois nenhuma medida referente a essas estruturas havia sido registrada até então. O grupo utilizou o final da aula para realizar essas medições e discutiu coletivamente a importância de registrar sempre a unidade de medida utilizada. Neste momento o grupo percebeu a importância da análise crítica em todos os momentos do projeto. Além disso, reconheceram que a falta de atenção ao registrar os dados, especialmente no que se refere à unidade de medida, pode gerar confusões desnecessárias e retrabalho.

No último encontro destinado à produção do projeto digital, o grupo acreditou que a representação das janelas seria rápida e prática, pois verificaram que o *software* permite a criação de retângulos e ajustes nas medidas em qualquer momento posterior à sua criação, além da possibilidade de replicá-los, o que facilitaria, vendo que existem 6 janelas de mesmo tamanho.

No entanto, o grupo enfrentou dificuldades para determinar a posição correta das janelas no projeto digital. Embora soubessem a que distância estavam do chão e das laterais das paredes, o grupo não conseguia identificar como realizar essas marcações com precisão no computador. Uma estratégia inicial foi utilizar uma régua física sobre a tela do monitor, mas logo perceberam que não conseguiam ajustar a escala da imagem digital para que coincidisse com a régua real. Diante disso, o aluno D1 sugeriu, mais uma vez, utilizar a foto de referência impressa, posicionando-a em frente ao monitor para verificar o alinhamento visual.

Contudo, devido à perspectiva da imagem, esse procedimento gerou distorções, pois ao tentar ajustar o projeto à imagem impressa e manter a padronização das dimensões das janelas no modelo digital, surgiram sobreposições indesejadas entre os elementos. Isso ocorreu porque a perspectiva fazia com que as janelas mais próximas parecessem maiores do que as mais afastadas, dificultando a correspondência precisa entre a imagem de referência e o projeto digital.

Diante disso, o aluno D7 sugeriu a criação de segmentos com medidas correspondentes à distância de cada janela em relação ao chão, ao início da parede e entre elas. Esses segmentos seriam utilizados apenas para posicionar corretamente as janelas e em seguida apagados. Essa abordagem se mostrou muito válida e interessante, pois demonstra uma compreensão do uso de referências métricas, contribuindo para maior fidelidade na representação do projeto.

A fim de introduzir um outro conceito matemático, o professor-pesquisador apresentou ao grupo uma ferramenta do *software* que permite verificar a referência posicional de um vértice do retângulo de seleção da figura, o centro de um segmento deste retângulo, ou centro geométrico deste mesmo retângulo de seleção. Com essa ferramenta e alguns cálculos matemáticos simples, seria possível determinar a posição de um local específico em uma figura e, a partir da distância anotada, com referências horizontais e verticais, identificar a posição da nova figura a ser representada.

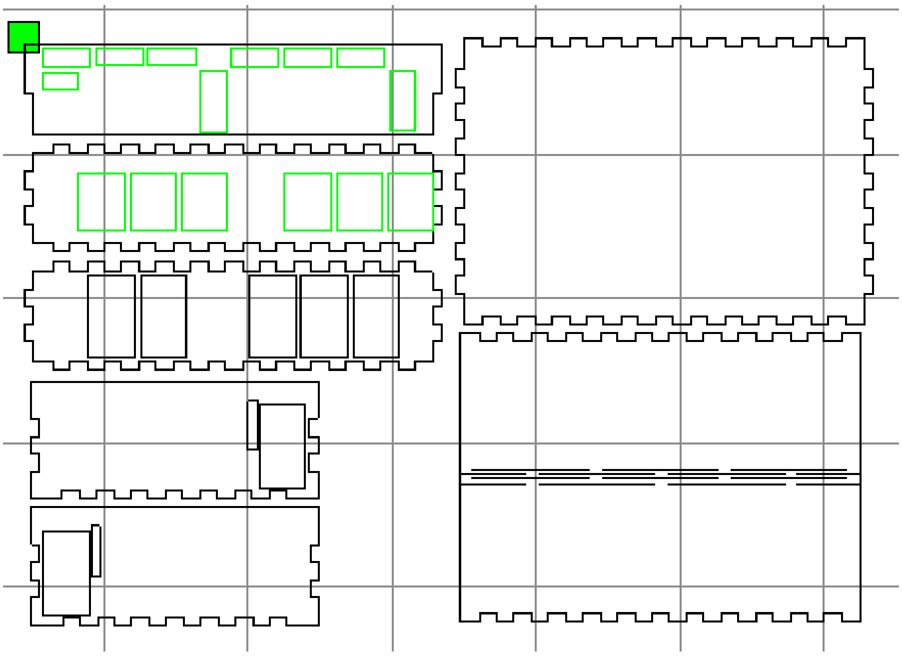
A partir desse último método, o grupo conseguiu representar as janelas da fachada frontal, bem como as portas e os basculantes do corredor, o que gerou a dúvida se o laser realizaria a demarcação no lado correto, já que essas aberturas estavam posicionadas em lados opostos no projeto digital. Diante disso, o aluno D7 sugeriu selecionar todo o projeto e rotacioná-lo, a fim de verificar se as peças estavam corretamente posicionadas ou se precisariam de ajustes. Esse procedimento demonstrou ser eficaz, permitindo ao grupo observar a orientação e a sobreposição das peças sob uma nova perspectiva, refletindo as peças que julgavam estarem espelhadas de forma equivocada.

A última representação que o grupo identificou como necessária era a das aberturas a serem recortadas na parede dos fundos do prédio. No entanto, perceberam que haviam se esquecido de anotar as medidas correspondentes. Diante disso, parte do grupo realizou uma nova saída de campo para coletar as informações necessárias. As medidas foram então anotadas e, em seguida, representadas no projeto digital, completando assim o conjunto de elementos que os alunos julgaram ser essenciais para a construção da maquete.

Após essas últimas representações, foi ressaltada ao grupo a importância de utilizar cores distintas para diferenciar as partes que deveriam ser cortadas daquelas que deveriam apenas ser demarcadas. Essas cores funcionariam como referência para o *software* da cortadora a laser, que ajusta automaticamente a intensidade do corte com base na cor atribuída. O grupo rapidamente compreendeu que bastava selecionar os elementos desejados e atribuir a cor correspondente a cada função. As configurações de velocidade do laser, bem como as potências mínima e máxima, estavam indicadas em um tutorial simplificado, que foi consultado por parte do grupo e repassado ao aluno D1, responsável pela configuração no computador.

Vale ressaltar que a escolha deste prédio para a reprodução em miniatura foi considerada desafiadora, principalmente devido aos pilares que avançam para fora da parede, o que poderia ser representado com simples recortes em formato de retângulos, usando a cortadora a laser, e depois colados nos locais desejados. No entanto, o grupo concluiu que não seria possível representar esta parte no projeto, destinando o tempo final para uma reorganização das peças, aproximando-as umas das outras com o objetivo de otimizar o aproveitamento da placa de MDF e reduzir o tempo de corte na máquina. Na figura 54 pode ser visto o projeto final do grupo do prédio da diretoria (grupo D).

Figura 54 – Projeto final do prédio da diretoria.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Foi possível identificar que o grupo responsável pela representação do prédio da diretoria enfrentou uma série de desafios, desde dificuldades na retirada e registro das medidas até obstáculos no uso de ferramentas digitais menos familiares. No entanto, essas dificuldades foram superadas com esforço coletivo, diálogo constante e disposição para revisar procedimentos e buscar novos caminhos. A cada erro identificado e corrigido, os estudantes demonstraram evolução na autonomia, na argumentação e na capacidade de análise crítica, reconhecendo a importância da precisão, da comunicação clara e da colaboração na construção de um projeto coerente e representativo.

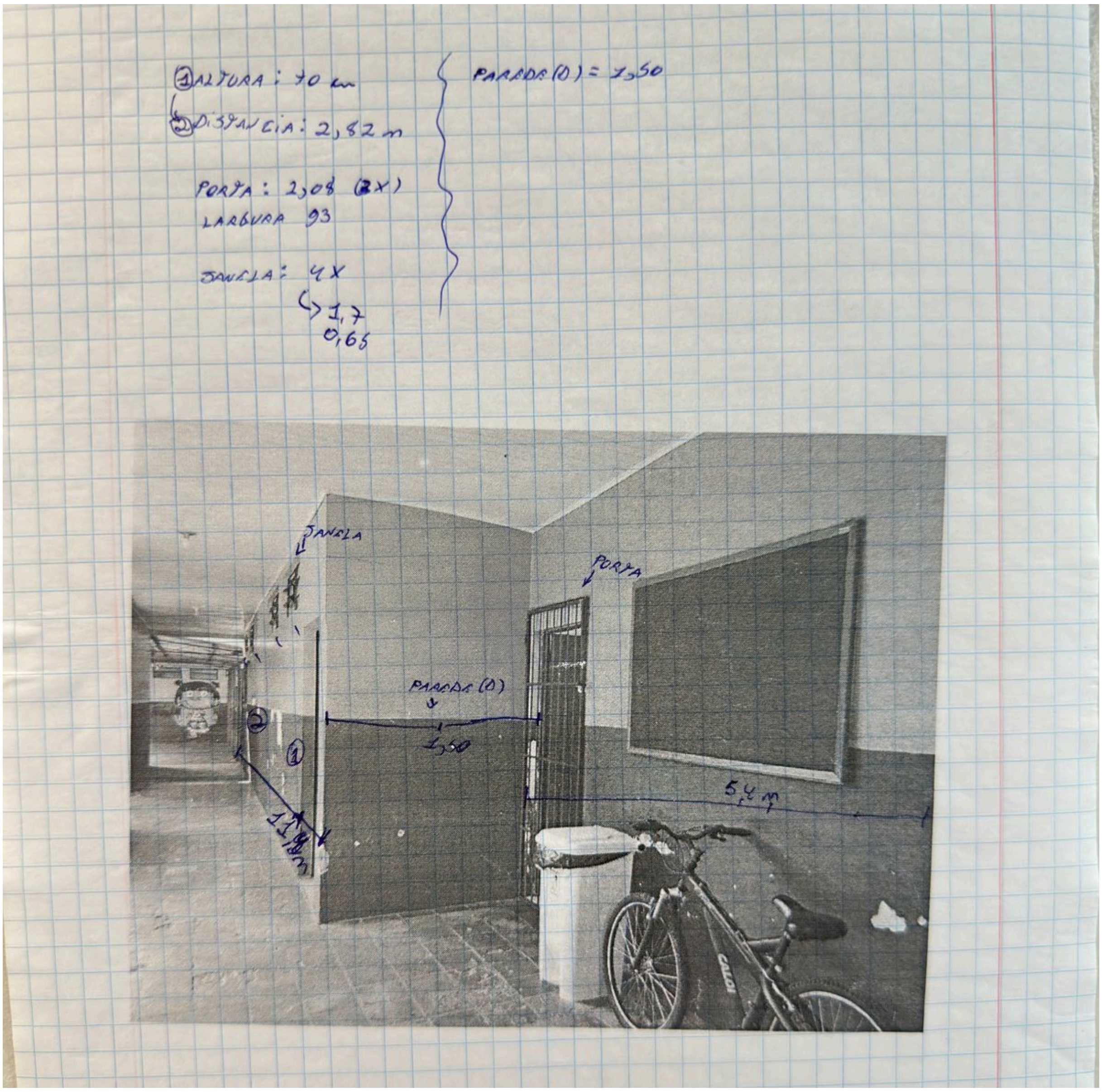
Além disso, observou-se que o processo desenvolvido ao longo do projeto oportunizou ao grupo de estudantes abordar diferentes conceitos matemáticos e relações. Por exemplo, a percepção de que a medida do ângulo observado no transferidor modificado aumentava à medida em que se afastavam da parede e que, a partir disso, poderiam tentar obter um ângulo que facilitaria o cálculo da tangente (no caso 60º para o grupo). O grupo também identificou, na prática, as condições de existência de triângulos quando perceberam que a medida resultante das duas metades do teto e a medida do chão, embora parecidas pela baixa inclinação do teto, não poderiam ser iguais, noções essas que são inerentes à desigualdade triangular. Conseguiram também visualizar a necessidade e a aplicabilidade do Teorema de Pitágoras em diferentes momentos ao longo do projeto, relacionando com as diagonais das janelas, e entendendo que ao aplicar a escala de redução, a diagonal sendo uma medida linear, também teria suas proporções (no projeto) preservadas.

4.4.4 Grupo do Prédio do Refeitório

Embora o grupo do Prédio do Refeitório (Grupo R) tenha sido formado por seis integrantes, apenas dois devolveram os termos de consentimento. Por esse motivo, há menos dados disponíveis para uma análise individualizada de cada aluno. A etapa de coleta de dados teve início com a participação do grupo na exemplificação da medição da altura da quadra de esportes, utilizando o transferidor modificado e uma trena. Com essa conjectura já construída, foram disponibilizados ao grupo uma prancheta, uma caneta, uma trena, o transferidor modificado pelos próprios alunos e as impressões das fotos tiradas durante a primeira saída de campo.

O grupo utilizou essas impressões para fazer demarcações, identificando nelas os locais exatos de onde retiraram as medidas. Todas as medições foram realizadas com uma trena de 5 metros e, para distâncias maiores, recorreu-se à soma de trechos parciais. Já nessa primeira saída de campo, o grupo percebeu a necessidade de anotar não apenas as dimensões das janelas e portas, mas também a altura em que estavam em relação ao chão e a distância entre elas. Na Figura 55, podem ser vistas as anotações feitas, com destaque para a organização e detalhamento das informações registradas.

Figura 55 – Algumas anotações do grupo do refeitório.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na primeira aula após a saída de campo, apenas três alunos do grupo responsável pelo prédio do refeitório compareceram à aula de Resolução de Problemas. Esses alunos foram direcionados a um computador e, durante o seminário realizado com todos os grupos, apresentaram a forma como realizaram a coleta e o registro dos dados observados. Essa apresentação contribuiu para exemplificar, para toda a turma, um método eficaz de identificação e organização das medidas coletadas, reforçando a importância do diálogo, da padronização e da colaboração de todos os integrantes no processo de estruturação das informações.

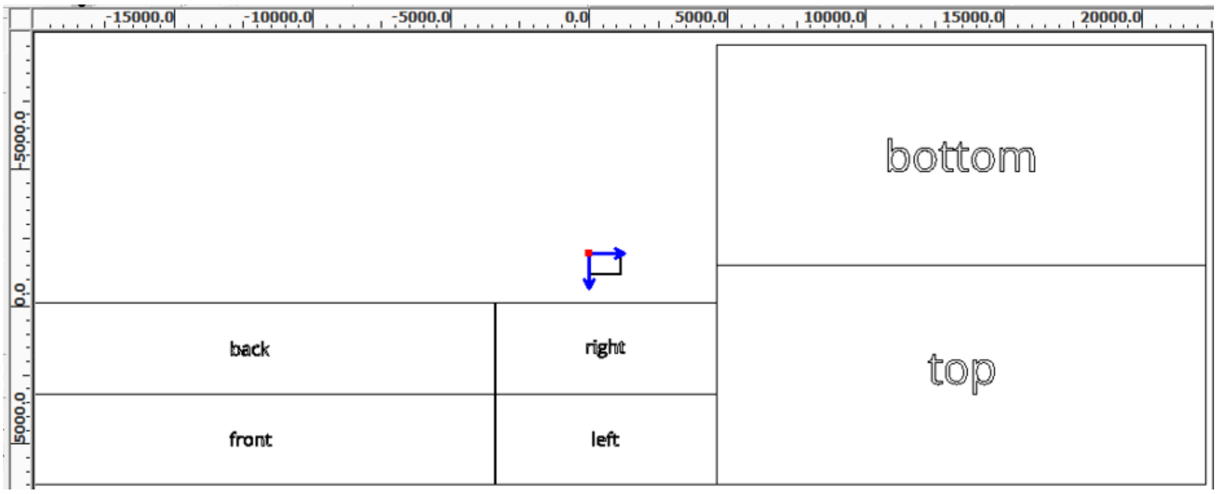
O seminário previa a padronização da escala a ser utilizada por todos os grupos e, após um acordo coletivo, assim como os demais grupos, este foi orientado a acessar o site MakerCase para identificar uma representação inicial para seu projeto no formato de uma caixa paralelepípica. Nesse momento, o grupo R percebeu que precisaria representar a estrutura externa do prédio, mas notou que não havia registrado o comprimento total da edificação e sim as distâncias e dimensões das portas e janelas. O aluno R1 até considerou calcular o valor por meio do somatório das medidas parciais, mas, diante da insegurança quanto à precisão desses cálculos, o grupo decidiu realizar uma nova saída de campo para obter essa medida de forma direta e segura.

Ao retornar, o grupo demonstrou grande desenvoltura na utilização do site, traduzindo-o para o português por meio de uma ferramenta disponível na própria página. Também identificaram a opção de selecionar a unidade de medida e, ao observarem que estavam disponíveis as opções de polegadas e milímetros, rapidamente concluíram, por meio de uma conjectura, que deveriam inserir as medidas em milímetros. Após a digitação dos valores, foi solicitado ao grupo que baixasse o arquivo no formato .dxf. Nesse momento, foi entregue o tutorial simplificado do *software* RDWorks para orientá-los nas etapas seguintes.

Ao analisar o tutorial, o grupo logo percebeu que, para abrir o arquivo, bastava iniciar o *software* e importar o projeto recém-baixado, localizando-o na pasta de downloads do computador. No entanto, ao abrir o projeto no RDWorks, notaram que ele não se encaixava na malha do sistema, o que causou certo estranhamento. Os alunos passaram a investigar o motivo do problema, especialmente ao observarem que os demais grupos estavam trabalhando corretamente dentro da malha estipulada pelo *software*.

Após alguns minutos em busca de uma explicação, o aluno R1 identificou que as medidas haviam sido inseridas em proporção real, convertidas para milímetros, porém sem respeitar a escala de redução acordada. Ele justificou seu argumento ao apresentar as dimensões da malha do RDWorks, que é de 1200 x 800 milímetros. Essa constatação permitiu ao grupo não apenas corrigir o equívoco, mas também compreender que o projeto deveria estar contido dentro dessa malha, uma vez que cada placa de MDF disponível para o corte a laser possuía 600 x 800 milímetros. Dessa forma, concluíram que nenhuma peça poderia ultrapassar essas dimensões, reforçando a importância da análise crítica desde as etapas iniciais do projeto. A figura 56 exemplifica a situação ocorrida, onde o retângulo central, constituído por dois segmentos em azul, representa a malha de corte da cortadora a laser.

Figura 56 – Primeira importação do projeto do grupo do refeitório.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Ao realizar uma nova digitação no site MakerCase, o grupo aplicou corretamente a escala de conversão, compreendendo que, na escala 1:100, cada metro na dimensão real corresponderia a um centímetro no projeto. No entanto, devido à empolgação durante o processo, os integrantes não se atentaram ao fato de que o site exigia que as unidades fossem inseridas em milímetros. Isso gerou inconsistências nos dados digitados, a indicação de que o projeto possuía dimensões de 17,7 x 8 x 3,3 mm, o causou estranheza, especialmente quando o valor referente à altura foi inserido e nenhuma visualização do projeto foi exibida.

Após alguns testes e análises, o grupo identificou que o problema estava relacionado à incompatibilidade entre a espessura da placa selecionada (3 mm) e a altura informada (3,3 mm), o que impossibilitava a geração da visualização no site, já que as medidas não eram viáveis para a construção da estrutura. Isso levou o grupo a perceber a digitação incorreta das unidades de medida e a interpretar corretamente que a altura total da peça deveria ser maior do que a espessura da placa para possibilitar a montagem adequada.

Na terceira digitação das medidas no site, surgiu uma dúvida quanto à conversão correta de valores de centímetros para milímetros. O grupo compreendeu corretamente que 1 centímetro equivale a 10 milímetros e, portanto, para converter valores inteiros, bastaria multiplicar por 10, o que corresponde a acrescentar um zero ao final do número. No entanto, a incerteza surgiu em relação aos números decimais, os integrantes questionaram se, nesse caso, deveriam apenas adicionar um zero ao final mantendo a vírgula na mesma posição, se seria necessário alterar apenas a posição da parte inteira ou se todos os algarismos mudariam de posição no sistema numérico.

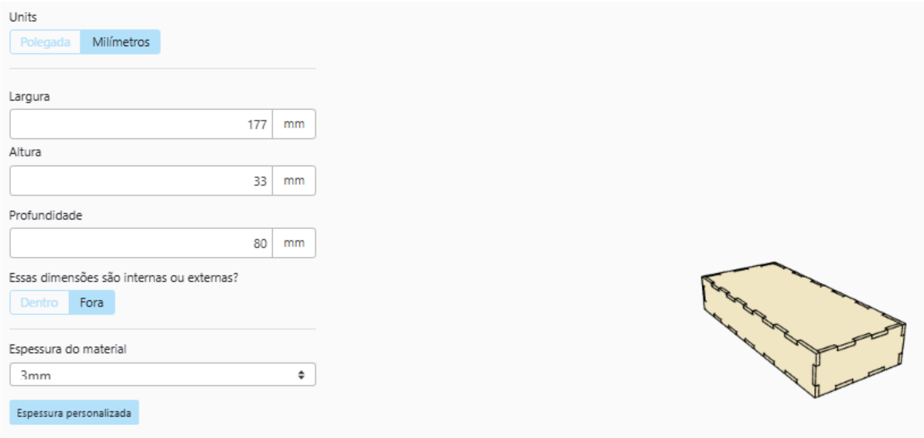
Neste caso, a explicação foi apresentada pelo professor-pesquisador ao grupo, demonstrando que simplesmente acrescentar um zero após o último algarismo decimal não altera o valor numérico, por exemplo, 17,7 é equivalente a 17,70. No entanto, foi exemplificado que a conversão de 17,7 cm para 170,7 mm também estaria errada, pois estamos alterando a sequência dos números apresentados. A conversão correta de centímetros para milímetros deve ser feita deslocando a vírgula uma casa decimal à direita. Assim, a dezena passa a ocupar a posição da centena, a unidade torna-se dezena, e o primeiro algarismo após a vírgula assume a posição da unidade. Dessa forma, 17,7 centímetros corresponde corretamente a 177 milímetros.

A confusão observada ocorreu porque o grupo se recordava apenas das multiplicações de potências de 10 com números inteiros, nas quais relataram perceber o simples acréscimo de zeros à direita do valor inicial. No entanto, ao aplicar essa operação a números decimais, percebe-se que a principal propriedade envolvida é o deslocamento da vírgula decimal, o que altera a posição das casas e, consequentemente, modifica a ordem das classes no sistema de numeração decimal. Isso evidencia que um mesmo número pode ser representado por meio da multiplicação por uma potência de base 10, preservando sua proporcionalidade.

Diante desse impasse, foi possível ilustrar que qualquer número pode ser expresso por um único algarismo na ordem das unidades, seguido de suas casas decimais, multiplicado por uma potência de base 10, em que o expoente indica a verdadeira ordem de grandeza do número. Foi informado a eles que essa forma de escrita é conhecida como notação científica, a qual padroniza a escrita e facilita a leitura e a compreensão de valores extremamente grandes ou extremamente pequenos.

Já no final da aula, o grupo conseguiu configurar as unidades de medida no site MakerCase e decidiu utilizar uma caixa fechada para representar a parte externa de seu prédio, pois consideraram esse formato viável devido à necessidade de representar o telhado, optando pela junção do tipo dedo de 15 mm para realizar o encaixe entre as peças. Em seguida, fizeram o download do arquivo na extensão .dxf, conforme apresentado na figura 57 representada abaixo.

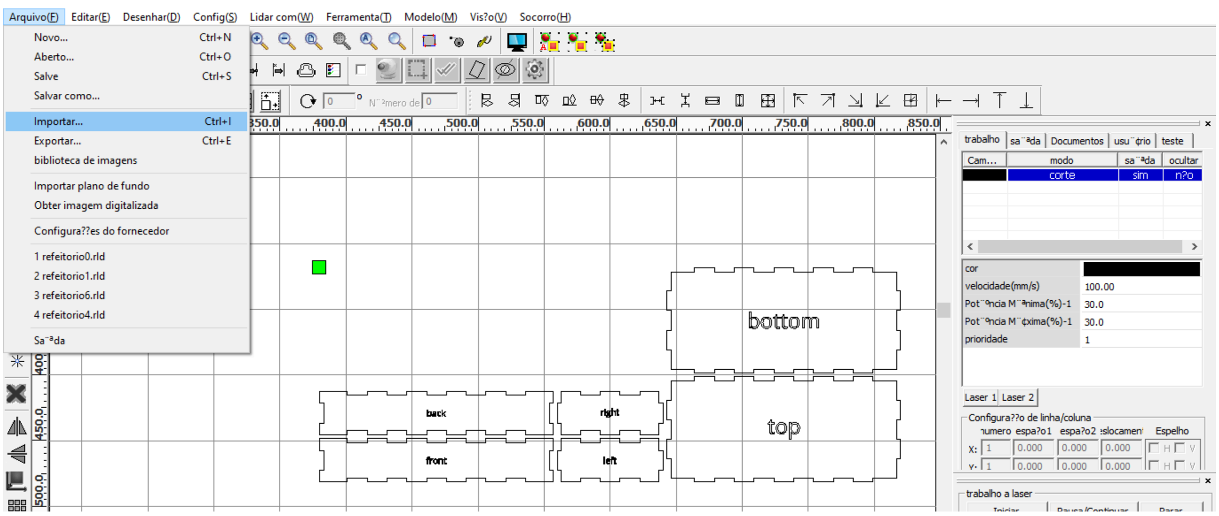
Figura 57 – Representação da estrutura inicial do grupo do refeitório baixada do MakerCase.



Fonte: Figura extraída de https://pt.makercase.com/#/basicbox em 06 jun. 2025.

De forma semelhante aos projetos baixados anteriormente, o grupo não enfrentou dificuldades para importar o modelo baixado do site no *software* RDWorks, onde foi possível verificar que desta vez, o modelo se ajustou corretamente à malha de trabalho, e que suas dimensões estavam de acordo com as especificações propostas. Essa verificação foi realizada por meio da observação das medidas das peças, utilizando as réguas superior e lateral disponibilizadas pela interface do *software*. A importação do modelo e a visualização parcial das réguas podem ser observadas na Figura 58, apresentada a seguir.

Figura 58 – Importação da estrutura inicial do projeto do prédio do refeitório.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

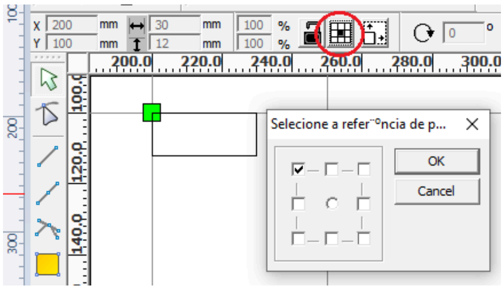
Em uma nova aula da disciplina de Resolução de Problemas, somente dois integrantes do grupo estavam presentes, percebendo que, até aquele momento, haviam desenvolvido apenas a estrutura externa da caixa, que representava a parte externa do prédio, os alunos julgaram prudente iniciar a representação das janelas, considerando que esses elementos possuem destaque na fachada traseira da edificação. Para isso, os alunos se dividiram na busca de entender como poderiam efetuar esta representação. Alternando entre uma análise do tutorial simplificado, exploração direta dos recursos do *software* e exemplos por meio de vídeos explicativos disponíveis na internet.

Logo, a dupla percebeu que poderia representar as janelas utilizando retângulos disponíveis na barra de edição do *software* e, com base nessa estratégia, criaram sete retângulos e os posicionaram visualmente sobre a peça que representava a parede traseira do prédio. No entanto, logo surgiram dúvidas quanto às dimensões exatas dessas janelas e à precisão de seu posicionamento. Nesse momento, o aluno R2, que estava consultando o tutorial simplificado, observou que o *software* dispõe de uma ferramenta que permite copiar e replicar objetos, além de possibilitar o ajuste de suas dimensões e a definição de sua posição por meio de coordenadas.

Com isso, a estratégia adotada pela dupla foi criar uma janela com as dimensões corretas e, em seguida, replicá-la. O redimensionamento foi realizado de forma prática e rápida, no entanto, os alunos enfrentaram dificuldades ao posicioná-la, pois estavam utilizando como referência a coordenada central da parede, realizando diversos cálculos a fim de determinar a coordenada do centro da janela.

Com o objetivo de reduzir o esforço da dupla e ampliar a compreensão sobre o uso de diferentes pontos de referência de posicionamento de objetos, o professor-pesquisador explicou que o *software* permite definir coordenadas a partir de diversos pontos de referência. Entre eles, estão o vértice do retângulo de seleção, o centro de uma das laterais deste retângulo ou o centro geométrico do retângulo de seleção, sendo este último o ponto de referência que o grupo vinha utilizando. A configuração do ponto de referência pode ser observada na Figura 59, apresentada a seguir.

Figura 59 – Referência de um ponto no retângulo de seleção no RDWorks.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nesse momento, o aluno R2 levantou a dúvida sobre como o sistema diferenciaria os elementos a serem cortados daqueles que deveriam ser apenas demarcados. Foi então informado aos alunos que essa distinção deve ser feita por meio da atribuição de cores diferentes aos objetos no projeto, solicitando que os mesmos pesquisassem sobre tal feito. Assim, a dupla recorreu novamente a vídeos explicativos e ao tutorial simplificado, onde os integrantes compreenderam que era necessário aplicar ao menos duas tonalidades distintas, uma para indicar o corte e outra para as demarcações.

Além disso, a dupla encontrou orientações sobre as configurações adequadas para cortes e demarcações, identificando a necessidade de utilizar valores distintos de velocidade e potência, conforme a finalidade desejada. De modo geral, perceberam que, para intensidades maiores, o laser exige uma velocidade de atuação menor, no entanto, observaram que os valores encontrados em buscas na internet diferiam daqueles recomendados no tutorial. Essa diferença foi compreendida como decorrente das configurações específicas de cada máquina, já que os parâmetros variam de acordo com a potência do equipamento utilizado e o tutorial simplificado desenvolvido para a turma utiliza como referência o corte e a demarcação de uma peça com 3 mm de espessura, considerando as especificações da máquina disponível no IFRS.

Retomando a representação das janelas, a dupla rapidamente percebeu que era possível copiar mais de uma figura simultaneamente, o que agilizou o processo. Eles adotaram a estratégia de posicionar corretamente duas janelas, copiá-las e, ao replicá-las, sobrepor uma das janelas duplicadas a uma já posicionada. Com isso, a terceira janela era automaticamente inserida à mesma altura em relação ao chão e a uma distância igual à existente entre as duas primeiras, necessitando somente excluir a janela excedente. Esse processo foi repetido, copiando e replicando três janelas, depois quatro, atingindo assim a quantidade desejada, tendo somente a necessidade de excluir as janelas excedentes.

As trocas de experiências ocorreram não apenas durante as aulas destinadas ao projeto, mas também ao longo da semana durante as aulas de Matemática e no recreio. Em um novo encontro, alguns integrantes do grupo R informaram ao restante do grupo como o grupo D havia interpretado e representado o telhado e diante disso, o grupo decidiu adotar uma abordagem semelhante em seu projeto, julgando que poderiam solicitar uma cópia da peça destinada ao telhado. Utilizando um pen drive, copiaram e replicaram a peça em sua maquete, no entanto, ao sobrepô-la, perceberam que os encaixes não coincidiam, uma vez que as dimensões dos encaixes e as medidas do prédio eram distintas.

Essa incompatibilidade gerou dúvidas sobre como realizar os ajustes necessários para os encaixes, pois o redimensionamento da peça alterava sua amplitude, provocando distorções indesejadas. Diante disso, o grupo concluiu que seria mais viável utilizar a tampa original de seu projeto, desenvolvida pelo site MakerCase, a fim de preservar os encaixes. No entanto, consideraram essencial a interpretação dada pelo grupo D, especialmente a ideia de inclinar o telhado, representando a parte central com segmentos alternados que permitiriam a torção da peça.

O aluno R1 comentou que, para que o telhado fosse inclinado, a medida lateral da peça deveria ser maior do que a utilizada até então, pois a medida adotada até então considerava uma tampa reta na parte superior. Com isso, o grupo percebeu que a peça deveria formar um triângulo isósceles, com uma base horizontal e que a medida que buscavam correspondia à parte inclinada deste triângulo.

Ao verificar novamente como o grupo D havia resolvido essa questão, os alunos do grupo R perceberam que a parte inclinada representava a hipotenusa de um triângulo retângulo, formado ao se dividir um triângulo isósceles por um segmento correspondente à sua altura. Essa altura, no caso, havia sido considerada como 4 mm, equivalentes a 40 cm, segundo a escala adotada, na qual o grupo R julgou viável utilizar esse mesmo valor neste ponto. Vale destacar que o grupo não havia realizado a medição da altura da parede em questão e que o professor-pesquisador somente identificou a diferença de altura com o projeto finalizado, comparando a maquete com o prédio real no qual foi possível observar que a proporção adotada deveria ter sido maior do que a realmente empregada.

Figura 60 – Parede lateral do prédio do refeitório.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com a troca de informações, o grupo percebeu que poderia utilizar o Teorema de Pitágoras para calcular a largura de cada lado do telhado. Após a realização dos cálculos, constataram a necessidade de um acréscimo de 0,4 mm na largura da peça. Nesse momento, ajustaram manualmente essa dimensão, no entanto, como o acréscimo foi sutil, não perceberam que, ao fazer isso, os encaixes também foram aumentados em 0,2 mm de cada lado, um detalhe que passou despercebido pelo professor-pesquisador ao conferir os resultados dos avanços do projeto no final da aula.

Um novo passo considerado necessário pelo grupo foi a elevação da parede lateral, de modo que o telhado ficasse totalmente oculto. A primeira tentativa consistiu em redimensionar a peça, mas logo perceberam que isso também alterava os encaixes inferiores. Diante desse impasse, solicitaram ajuda ao professor-pesquisador, que apresentou a ferramenta de edição de nós, que permite a criação de pontos na figura, possibilitando sua divisão em partes.

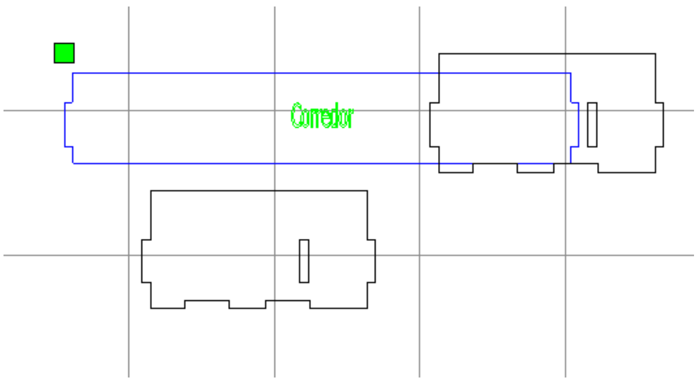
O grupo considerou pertinente separar e excluir a parte superior da parede, eliminando os encaixes superiores presentes no projeto original, julgando ser mais prático representar a elevação e a nova linha superior da peça por meio de segmentos lisos, criados com o botão destinado a esse fim na barra de edição, juntamente com a tecla Control, que garante a representação precisa de linhas verticais e horizontais.

Após representar uma das paredes, o grupo percebeu que poderia replicá-la para compor a outra lateral, constatando que ambas eram simétricas, inclusive em relação aos encaixes, constatação confirmada ao sobrepor uma peça sobre a outra. Em seguida, identificaram a necessidade de excluir os encaixes laterais do telhado, ajustado instantes antes. Para isso, o grupo sobrepôs o telhado à parede frontal, a fim de identificar o ponto exato onde ele deveria terminar e, utilizando a barra de edição de nós, criaram pontos de referência que permitiram recortar os encaixes e substituí-los por segmentos lisos. Esses processos ocuparam o restante do período letivo, mas contribuíram significativamente para o desenvolvimento da análise de sobreposição e perspectiva.

No primeiro encontro do mês de novembro, o grupo considerou pertinente representar o corredor e, inicialmente, identificou que seria possível fazê-lo por meio de uma peça retangular lisa, criada com encaixes semelhantes aos baixados pelo site MakerCase. Observaram que essa peça deveria ter o mesmo comprimento da parede frontal, porém com altura 6 mm menor, considerando o desconto correspondente à espessura das chapas de MDF utilizadas na base e no teto. Além disso, para realizar os encaixes, seria necessário criar aberturas nas peças laterais, levando em conta tanto a altura dos encaixes quanto a largura do MDF.

Dessa forma, o grupo criou a peça lisa correspondente ao corredor, sobrepondo-a às peças frontais e laterais para verificar o comprimento, a altura e a adequação dos encaixes e, durante esse processo, o aluno R2 observou que a representação não estava fiel à estrutura real do prédio, destacando que a peça deveria apresentar uma quebra em formato de "L", posteriormente interpretada como uma descontinuidade na linearidade do corredor. A Figura 61 mostra a peça criada sendo sobreposta às demais, com o objetivo de verificar a compatibilidade dos encaixes.

Figura 61 – Primeira proposta para o corredor com uma peça única.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Várias conjecturas foram feitas a fim de analisar como o grupo poderia representar a quebra de linearidade do corredor, onde a estratégia adotada foi a divisão da peça recém feita em três partes, de forma que existisse um encaixe que permitisse a dobra necessária para formar o corredor no formato desejado. Essa dobra do corredor foi construída replicando três vezes o retângulo originalmente criado para o corredor, onde dois deles somente teriam o comprimento ajustado e o terceiro, além do ajuste do comprimento, teria seus lados refletidos, garantido assim o encaixe das outras duas peças.

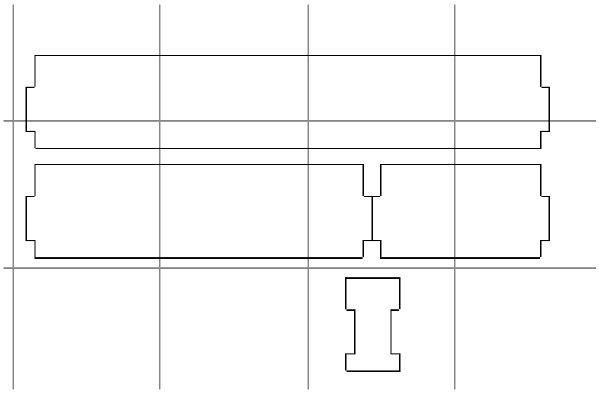
A partir desse ponto surgiu uma nova dúvida a respeito do comprimento das peças, pois assim como o aluno R2 observou, ora estas peças deveriam terminar no canto externo observado e medido e ora deveriam terminar no canto interno, onde nesta situação deveria haver uma consideração de 3mm para o encaixe das peças.

Dessa forma, o grupo dedicou boa parte do tempo da aula à compreensão das implicações espaciais desta etapa do projeto, explorando alternativas para solucionar a transição entre as paredes por meio de peças bidimensionais. Embora o grupo não tenha finalizado totalmente nenhuma das três peças, a atividade promoveu um amadurecimento coletivo significativo, fortalecendo a autonomia dos estudantes na tomada de decisões construtivas na visualização de encaixes tridimensionais e na adaptação entre planejamento e execução, reforçando a importância do planejamento e da experimentação nas buscas de soluções alternativas.

No último encontro dedicado à modelagem das miniaturas, o grupo iniciou a aula com o objetivo de finalizar as dimensões do corredor. Para isso, realizou uma nova saída de campo a fim de observar em quais pontos as medições foram feitas do lado externo e quais deveriam ser ajustadas para a adequação do encaixe. Com base nessa análise, o grupo redefiniu as medidas considerando tanto as dimensões reais quanto a escala de redução, percebendo que alguns moldes precisariam ser maiores do que as medições originais, devido aos encaixes localizados nos cantos.

Os alunos também interpretaram que as duas peças responsáveis por definir a distância entre as paredes laterais deveriam, somadas, corresponder à medida do corredor linear construído inicialmente. No entanto, essa interpretação revelou-se parcialmente equivocada, uma vez que um dos encaixes estava posicionado no lado interno da parede menor, o que exigiria considerar um acréscimo da medida deste encaixe. Esse detalhe passou despercebido tanto pelos alunos quanto pelo professor-pesquisador, sendo posteriormente registrado no relato da montagem, apresentado na seção 4.5. A Figura 62 apresenta a conjectura dos encaixes desenvolvida pelo grupo.

Figura 62 – Proposta definitiva do corredor com encaixes formando um L.



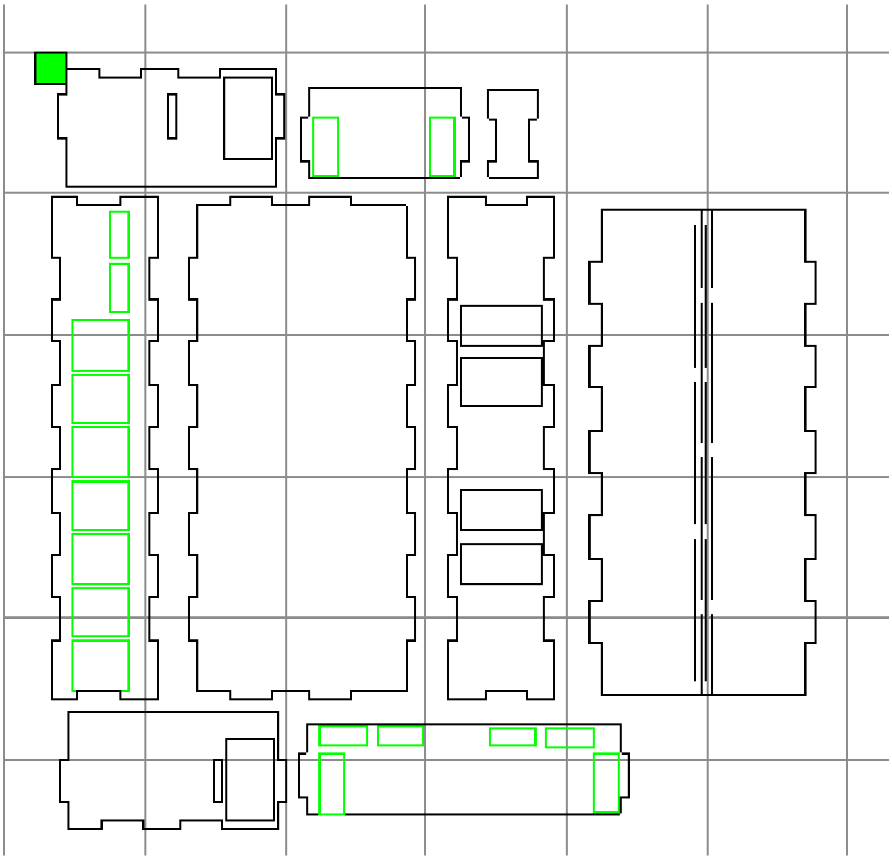
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para concluir a modelagem da miniatura, o grupo representou as janelas dos banheiros, as portas de acesso e as janelas basculantes voltadas para o lado interno do corredor. Também identificaram a necessidade de realizar as representações na tonalidade de recorte, na parede frontal, a fim de representar adequadamente os acessos existentes no prédio. É importante destacar que esse grupo não enfrentou dificuldades nessa etapa, pois os integrantes compreenderam que os retângulos podiam ser redimensionados e reposicionados a qualquer momento, com base em anotações que estavam claras e bem detalhadas, registradas durante a coleta de dados.

Por fim, concluíram a construção de seu projeto rotacionando e espelhando algumas peças, de modo que o laser demarcasse o lado correto das mesmas. Em seguida, realocaram as peças próximas umas das outras, com o objetivo de minimizar o consumo de MDF e otimizar o tempo de corte na máquina a laser.

Vale destacar que os alunos responsáveis pela representação do prédio do refeitório optaram por esse espaço por acreditarem que ele exigiria menos elementos a serem representados. De fato, não foram identificadas ausências significativas de componentes na maquete, no entanto, a representação do corredor em formato de “L” e a elevação da parede lateral trouxeram desafios ao grupo, porém as principais dificuldades enfrentadas estiveram relacionadas às conversões de medidas na escala de redução e aos ajustes específicos dos encaixes, aspectos que exigiram atenção, precisão e constante revisão. A figura 63 mostra o projeto final do grupo.

Figura 63 – Projeto final do prédio do refeitório.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Pode-se perceber que, ao longo do projeto, vários conceitos matemáticos ficaram evidentes, como a decomposição de um comprimento em segmentos menores, a conversão de unidades e a proporcionalidade de medidas, esta última, em especial, exigiu atenção redobrada, pois o redimensionamento proporcional implicava analisar cuidadosamente todos os pontos do projeto, já que o mesmo continha encaixes e estes não poderiam ter sua profundidade alterada, por corresponderem à espessura do MDF. Também foram aplicados, de forma prática, conceitos ligados ao posicionamento, a rotação e a replicação de figuras no plano cartesiano, além da constante necessidade de interpretar medidas bidimensionais para representar adequadamente estruturas tridimensionais.

Nesse processo, a experiência extraescolar com tecnologias digitais, aliada ao diálogo e à busca ativa por soluções, foram fundamentais para a superação dos obstáculos. Logo, essa vivência demonstrou que, mesmo diante de equívocos iniciais, o comprometimento com o processo e a abertura ao aprendizado são capazes de gerar resultados expressivos e significativos.

4.5 RELATO DA ETAPA FINAL COMUM A TODOS OS PROJETOS

No último encontro no laboratório de Cultura *Maker*, o grupo A e o grupo Q consideraram seus projetos concluídos. Então, foi oportunizado a eles um tempo para confeccionar chaveiros, com dimensões aproximadas de até 5 cm x 5 cm para serem modelados em MDF, enquanto os demais grupos finalizavam seus projetos. Para isso, foi disponibilizado aos alunos um chaveiro criado pelo professor-pesquisador semanas antes e foi informado que os mesmos poderiam efetuar desenhos de forma livre no *software* RDWorks ou buscar imagens na internet, adaptando-as conforme sua preferência. A figura 64 apresenta o registro desse momento e a figura 65 apresenta o chaveiro criado pelo professor-pesquisador.

Figura 64 – Registro da modelagem dos projetos e dos chaveiros.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Figura 65 – Chaveiro elaborado pelo professor-pesquisador.

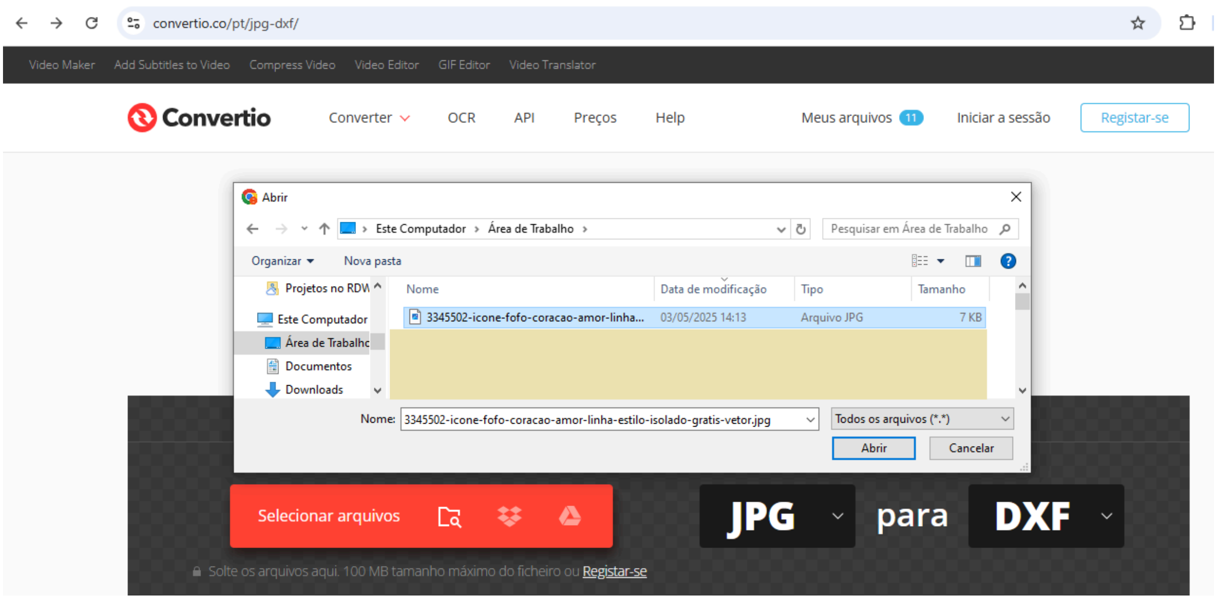
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O grupo A demonstrou grande desenvoltura ao encontrar rapidamente algumas opções de imagens que poderiam ser utilizadas como moldes para seus chaveiros. Identificaram que o site Convertio[7] permitia converter arquivos salvos no formato .jpg para a extensão .dxf e após alguns testes, perceberam que a escolha de figuras sem preenchimento e com o mínimo de bordas possíveis proporciona maior clareza na leitura pelo *software* RDWorks. Com isso, a fim de otimizar o tempo, escolheram uma figura específica como molde comum de seus chaveiros, realizaram o download, a conversão e importaram o projeto para o RDWorks. A figura 66 apresenta a imagem selecionada pelo grupo, a figura 57 apresenta uma reprodução da conversão feita pelos estudantes e a figura 58 o resultado da importação no *software* RDWorks.

Figura 66 – Figura .jpg escolhida por alunos para o molde de alguns chaveiros.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

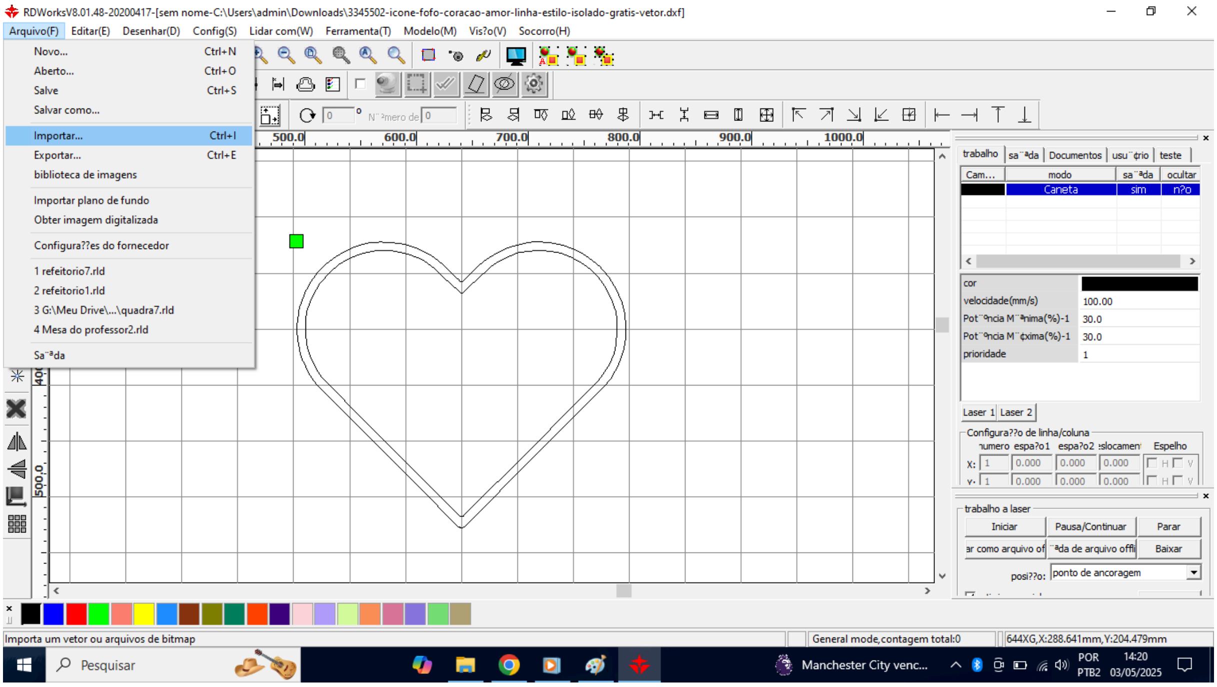
Figura 67 – Seleção da figura para conversão de .jpg para .dxf.



Fonte: Figura extraída de https://convertio.co/pt/jpg-dxf/ em 10 jun. 2025.

[7] Disponível em: https://convertio.co/pt/jpg-dxf/

Figura 68 – Importação do arquivo baixado no *software* RDWorks.



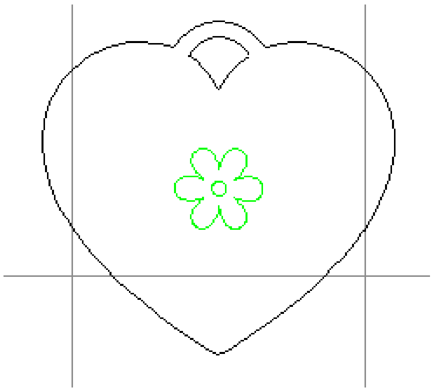
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Em seguida, o grupo percebeu que poderia excluir o contorno desnecessário do molde e inserir uma nova figura dentro dele, realizando uma espécie de estampagem, de forma semelhante à escolha inicial do molde. Vale destacar que o grupo identificou a necessidade de remover alguns contornos, pois certas imagens apresentavam traços muito próximos entre si, o que poderia causar marcas de queimadura no MDF e esta exclusão tornou o design da peça mais limpo e preciso.

A partir desse ponto, o desafio foi encontrar uma maneira de fixar um barbante no chaveiro. O grupo considerou duas opções, a primeira era criar um furo na figura para a fixação e a segunda era adicionar uma argola integrada ao desenho. Como o molde deveria ser comum a todos os integrantes do grupo, foi feita uma votação, na qual demonstrou a segunda alternativa como preferida.

Para criar este efeito, o grupo desenhou duas circunferências sobre a figura, em seguida, utilizaram a opção de edição de nós para remover a parte do segmento circular que ficou sobreposta à figura, criando duas argolas integradas ao design, conforme a figura 69. Observou-se desenvoltura dos estudantes na utilização de ferramentas no RDWorks que haviam sido utilizadas nos projetos dos prédios, como é o caso da edição de nós. Nesse caso, inserir uma circunferência foi uma solução fácil, pois com a edição de nós poderiam excluir facilmente o arco desnecessário.

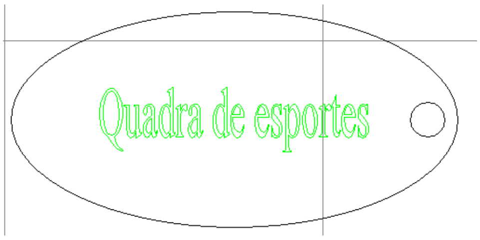
Figura 69 – Exemplo de chaveiro criado pelo grupo da área de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Já o grupo Q optou por fazer a representação diretamente no *software* RDWorks, desenhando uma elipse para representar o chaveiro e inserindo dentro dela a marcação desejada (Figura 70). Para criar o local de fixação, adicionaram uma circunferência próxima à borda. Além disso, identificaram a necessidade de diferenciar as tonalidades entre as demarcações e os recortes para garantir um resultado preciso no corte a laser.

Figura 70 – Exemplo de chaveiro criado pelo grupo da quadra de esportes.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Ainda restando alguns minutos para o término da aula, os integrantes do grupo D identificaram que seu projeto estava concluído e iniciaram a produção de seus chaveiros com o apoio dos colegas dos grupos concluintes. Alguns alunos optaram por utilizar o molde previamente criado pelo grupo A, enquanto outros preferiram desenvolver um novo molde, como o exemplificado na figura 71.

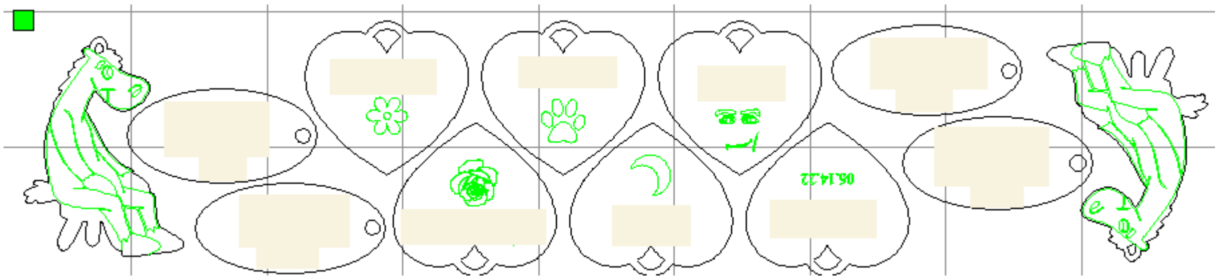
Essa etapa evidenciou a importância da colaboração entre os grupos, pois os integrantes do grupo A demonstraram domínio sobre o processo e rapidamente orientaram os colegas quanto aos passos necessários para a modelagem desejada. A troca de conhecimentos favoreceu a autonomia dos alunos, promovendo um ambiente coletivo de aprendizagem.

Figura 71 – Exemplo de chaveiro criado pelo grupo do prédio da diretoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Esse momento final revelou a capacidade dos alunos de aplicar conceitos aprendidos no projeto em uma atividade prática, além de incentivar habilidades importantes, como resolução de problemas inesperados, aplicação de escala, manipulação de *softwares* e senso crítico a detalhes, também promoveu uma postura reflexiva e autônoma, especialmente quando identificaram a necessidade de realocar o posicionamento das peças para um melhor aproveitamento do material e redução da poluição visual (Figura 72). A liberdade para criar e explorar suas ideias proporcionou um ambiente que estimulou o protagonismo e a autoconfiança, resultando em produtos finais que refletiam não apenas o aprendizado técnico, mas também a individualidade de cada aluno.

Figura 72 – Compilação dos chaveiros elaborados pelos alunos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com a finalização da representação digital dos projetos dos prédios e de alguns chaveiros, foi confirmada a visita ao LabMaker do IFRS, campus Canoas, para a terça-feira, 12 de novembro de 2024, com o objetivo de concretizar fisicamente a atividade proposta no projeto. Desde o início da proposta, essa visita foi divulgada aos alunos e, na semana anterior à sua realização, foi feita a verificação dos estudantes interessados em participar.

Aos alunos que demonstraram interesse, foi entregue um informativo que deveria ser assinado e devolvido pelos responsáveis, confirmando a ciência da data e dos horários de saída e retorno. A visita já havia sido previamente agendada com o LabMaker da instituição, e uma notificação formal também foi enviada a fim de garantir o acesso dos alunos às dependências da instituição.

Durante o turno da manhã no dia da visita, foi reforçado com os alunos o horário de saída do colégio, previamente marcado para às 14h. No horário combinado foram solicitados carros por aplicativo para realizar o transporte do grupo até o Campus Canoas do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). Ao chegarem ao local, os alunos foram recebidos pela professora Jaqueline Molon, orientadora do projeto, que apresentou brevemente a instituição e registrou a entrada do grupo.

Figura 73 – Registro do ingresso da turma no IFRS do campus Canoas.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Direcionados à sala do LabMaker, fomos recebidos pela coorientadora do projeto, a professora Cláudia B. de O. Fogliarini Filha, junto a alguns estudantes e professores que atuam nesse espaço. Os alunos tiveram a oportunidade de conhecer projetos que a instituição estava desenvolvendo para escolas atingidas pelas enchentes. Entre os projetos, destacaram-se os moldes produzidos por impressoras 3D que permitiam o encaixe de quinas e divisórias para a montagem de prateleiras em MDF, além de jogos lúdicos educativos modelados e materializados no próprio laboratório.

O grupo pôde acompanhar o corte de algumas dessas peças nas impressoras 3D e manusear materiais lúdicos produzidos tanto por essa tecnologia quanto pela cortadora a laser. Dessa forma, os alunos identificaram, na prática, o potencial dos materiais manipulativos, bem como de jogos educacionais, compreendendo que essas ferramentas podem contribuir para o aprendizado de forma criativa e interativa.

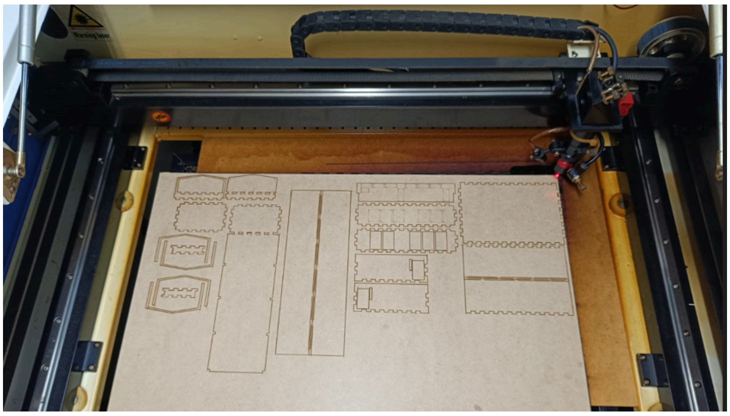
Figura 74 – Primeiros contatos com jogos lúdicos reproduzidos pelo LabMaker.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para dar forma ao projeto escolar, foi entregue à instituição um pendrive contendo os arquivos desenvolvidos pelos alunos. A professora Cláudia analisou as dimensões dos projetos e percebeu a possibilidade de unir o projeto da área de eventos e da diretoria em uma única composição, pois o projeto da área de eventos possuía dimensões aproximadas de 277 x 302 mm (base x altura), enquanto o da diretoria media cerca de 295 x 204 mm.

Ao serem posicionados lado a lado, os dois projetos resultaram em uma dimensão aproximada de 580 x 302 mm, o que se mostrou viável para o corte em um único momento, considerando que a placa de MDF disponível tinha o tamanho de 600 x 400 mm, maximizando o aproveitamento do material (Figura 75).

Figura 75 – Recorte a laser do projeto da área de eventos e da diretoria.

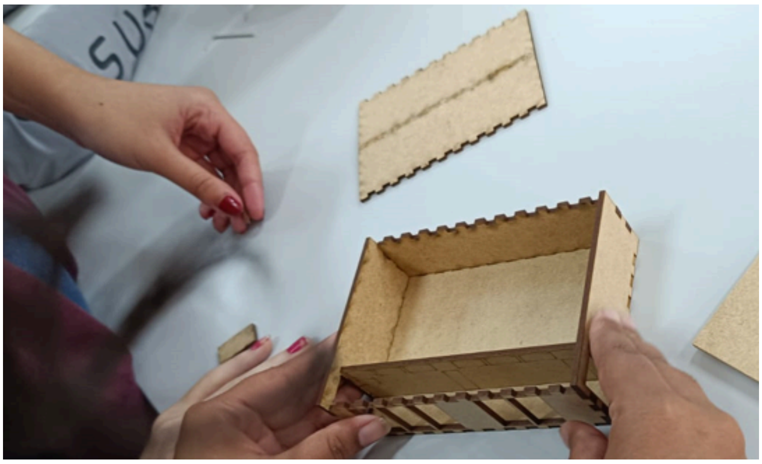


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após a finalização do corte a laser destes dois projetos, os alunos tiveram o cuidado de organizar e separar corretamente as peças, evitando que se misturassem entre os grupos. Simultaneamente, cada equipe começou a destacar as peças cortadas e deu início à montagem de seu respectivo projeto. Enquanto isso, devido ao tamanho dos demais projetos, o arquivo do prédio do refeitório estava sendo encaminhado individualmente à máquina de corte a laser.

O grupo D não encontrou dificuldades para identificar a base e as laterais da estrutura. No entanto, precisou redobrar a atenção ao montar a peça frontal, que permitia ser encaixada de cabeça para baixo, o que resultaria na posição incorreta das janelas. Após uma análise cuidadosa em conjunto, o grupo identificou a orientação correta da peça e também conseguiu realizar adequadamente o encaixe das partes que compõem o corredor, garantindo a fidelidade do modelo à proposta original (Figura 76).

Figura 76 – Montagem inicial do projeto do prédio da diretoria.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Ao mesmo tempo, o grupo A iniciou a montagem de seu projeto (Figura 77) e perceberam a necessidade de colar algumas partes, pois muitas delas não se mantinham na posição desejada devido ao seu formato. No entanto, com a empolgação da montagem, o grupo acabou colando uma parte do palco de forma incorreta, invertendo os encaixes superiores e inferiores. O grupo até tentou descolar rapidamente, mas a cola utilizada secou instantaneamente e na tentativa de retirar a peça, a mesma foi danificada, sendo necessário um novo corte na cortadora a laser.

Figura 77 – Montagem inicial do projeto da área de eventos.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

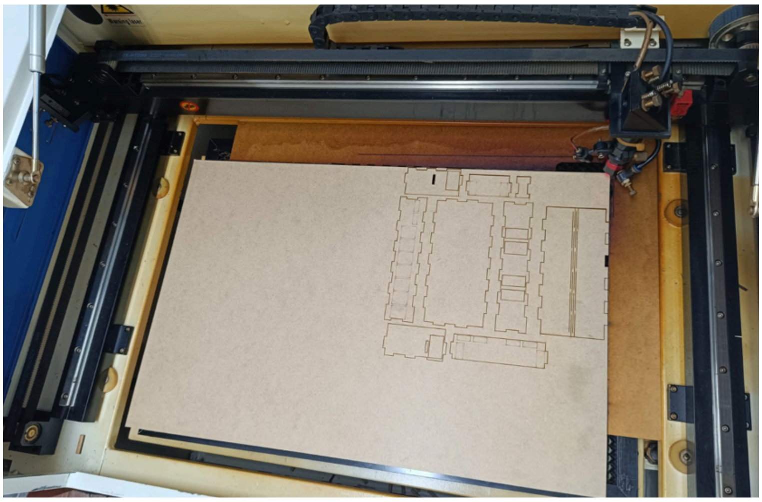
Enquanto aguardavam o corte do projeto do prédio do refeitório, a fim de reimprimir a peça danificada, o grupo demonstrou espírito colaborativo ao se oferecer para ajudar o grupo D, que aceitou o apoio na colagem das peças. Durante a montagem, ao posicionarem o telhado, perceberam que a inclinação estava pouco perceptível. Em conversa com um dos monitores do LabMaker, concluíram que seria possível colocar um pilar central no prédio, o que permitiria alcançar a inclinação desejada. Assim, definiram em conjunto a posição e a altura ideal do pilar de sustentação, na qual foi criado especialmente para garantir o caimento adequado do telhado, finalizando o projeto (Figura 78).

Figura 78 – Montagem final do projeto do prédio da diretoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após a finalização do corte a laser do projeto do prédio do refeitório (Figura 79), foi refeita a pequena peça danificada pertencente ao grupo A. Em seguida, foi encaminhado para a cortadora a laser o projeto da quadra de esportes, cujo grupo responsável não pôde comparecer à visita ao IFRS.

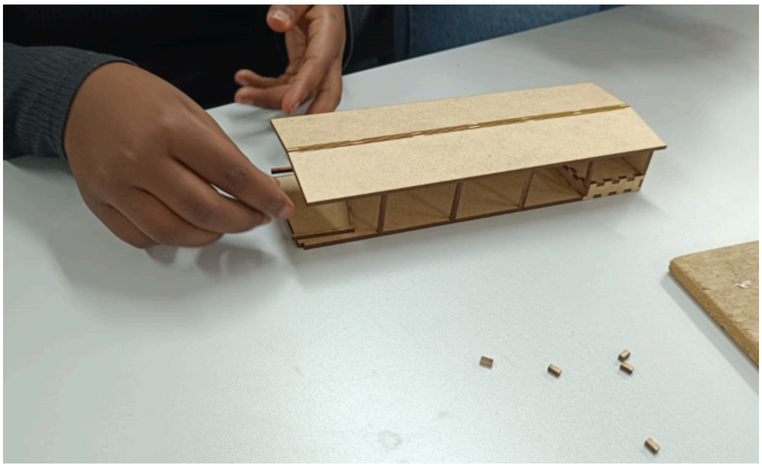
Figura 79 – Recorte da cortadora laser do projeto do prédio do refeitório.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Já familiarizados com as posições de suas peças, o grupo A enfrentou apenas a dificuldade do manuseio das pequenas peças e com a secagem quase instantânea da cola. Isso fazia com que qualquer milímetro fora do encaixe ideal resultasse em ajustes mais difíceis nas etapas seguintes. Aos poucos o grupo soube superar esse desafio, concluindo a montagem conforme ilustrado na figura 80.

Figura 80 – Finalização da montagem do projeto da área de eventos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após concluir a colagem de todas as peças de seu projeto, o grupo A e o grupo D colaboraram na montagem do projeto do grupo R, na qual possuía apenas um integrante (Figura 81). Este gesto evidencia que, apesar de trabalharem separadamente, havia uma integração e colaboração entre os grupos.

Figura 81 – Montagem inicial do projeto do prédio do refeitório.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Durante a montagem, o integrante do grupo R relatou dificuldades para posicionar corretamente as peças destinadas ao corredor, justificando que a secagem rápida da cola dificultava a junção precisa das partes. Após algumas tentativas, o aluno acreditou ter concluído a colagem com sucesso. No entanto, posteriormente foi identificado que uma das peças do corredor estava 3 mm menor do que o ideal, erro decorrente da não consideração da espessura necessária para o encaixe durante o planejamento.

Vale destacar que a proposta do grupo foi totalmente válida, e os integrantes sobrepuseram as peças diversas vezes na representação gráfica, na tentativa de encontrar o encaixe adequado. Esse detalhe não comprometeu o resultado final, ficando apenas o lamento do problema não ter sido identificado pelos estudantes no momento da montagem, o que teria possibilitado a correção imediata da peça, através de uma nova produção, com a medida devidamente ajustada. A figura 82 apresenta o resultado final do corredor do prédio do refeitório e a figura 83 apresenta a montagem final deste prédio.

Figura 82 – Montagem do corredor do prédio do refeitório.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Figura 83 – Montagem final do projeto do prédio do refeitório.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Neste momento, o projeto do grupo Q, cujos integrantes não estavam presentes, estava sendo retirado da cortadora a laser, dando sequência ao recorte dos chaveiros criados pelos alunos. Diante disso, os integrantes dos demais grupos se propuseram a realizar uma montagem parcial utilizando fitas adesivas. Dessa forma, o grupo responsável pela criação teria a oportunidade de montar e colar definitivamente o projeto em um momento posterior, durante uma aula na própria escola. A imagem da montagem parcial pode ser visualizada na figura 84.

Figura 84 – Montagem parcial do projeto da quadra de esportes.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após a montagem de todos os projetos, um dos monitores do laboratório questionou se as proporções dos prédios representados estavam condizentes com a realidade, visto que a quadra de esportes era visivelmente maior que as demais. Prontamente, todos os alunos responderam que sim, afirmando que as proporções haviam sido cuidadosamente calculadas com base em medições reais, o que permitiu representar com fidelidade as diferentes estruturas entre os prédios, demonstrando o envolvimento e compreensão dos conceitos matemáticos aplicados ao longo do projeto e a atenção que todos deram à utilização da escala de redução que foi definida.

A fim de uma melhor identificação da representação da maquete, o monitor questionou sobre o posicionamento dos prédios com base em sua disposição real no terreno da escola. Prontamente, os alunos organizaram as maquetes sobre uma placa de MDF que simbolicamente representaria parte do terreno escolar (Figura 85). Isso demonstra a visualização espacial dos alunos perante ao projeto, evidenciando sua compreensão sobre localização, escala e orientação no espaço.

Figura 85 – Montagem da distribuição dos prédios no LabMaker do IFRS.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Quando os chaveiros foram entregues aos alunos, dois deles ficaram encantados com o resultado e lamentaram não ter conseguido realizar sua construção durante o período em sala de aula. Diante disso, o laboratório disponibilizou um computador, no qual foi possível buscar uma imagem na internet, convertê-la, baixá-la e importá-la para o *software* RDWorks. A partir dessa figura, foram ajustados apenas os contornos que deveriam ser recortados e demarcados, adicionando-se a mesma a argola utilizada no chaveiro dos demais integrantes.

Esse momento representou uma oportunidade integradora, permitindo que os alunos compreendessem, de forma prática, o percurso seguido pelos demais colegas, pois foi possível visualizar, por meio de algumas etapas computacionais, o processo de materialização do conceito, desde a escolha da figura até a importação e preparação do arquivo para o corte a laser dos chaveiros.

Na sequência os alunos puderam visitar o LEMA (Laboratório de Educação Matemática), no qual exploraram jogos educativos e diversos materiais didáticos disponíveis (Figura 86). Lá os estudantes perceberam figuras geométricas tridimensionais expostas, os desafios propostos nos quadros, pinturas e ferramentas didáticas, tais como os transferidores, instrumentos que haviam sido emprestados e manipulados pelos próprios estudantes para a realização deste projeto.

Figura 86 – Visita ao LEMA (Laboratório de Educação Matemática).

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os alunos foram desafiados a interpretarem a matemática proposta por dois jogos, um deles foi o Zombie Dice (Dados Zumbi), que explora conceitos de probabilidade e a tomada de decisões pautadas nas probabilidades inerentes a cada jogada e configuração dos dados. O jogo é composto por 13 dados nas cores verde, amarela e vermelha, onde cada cor representa um nível distinto de risco, tornando o jogo um exemplo de distribuição de probabilidades não uniforme, exigindo do jogador uma leitura crítica das chances a cada rodada, bem como a reflexão sobre como as chances probabilísticas de sucesso ou falha podem influenciar na estratégia a ser utilizada durante o jogo. Cabe destacar que, embora essas atividades estejam desvinculadas da pesquisa em si, optou-se por descrevê-las aqui pois representaram momentos significativos para os estudantes que tiveram a oportunidade de visitar a instituição.

Por fim, às 16h30, foi solicitado o transporte por aplicativo para o retorno ao colégio, observando que o horário previamente combinado com os responsáveis era às 17h no colégio, que ficava a 15 minutos de distância. Durante todos os momentos após a visita, os alunos demonstraram entusiasmo por terem conhecido a instituição, especialmente ao perceberem seu compromisso com uma educação equitativa e de excelência. Ficaram impressionados com os espaços educativos que estimulam a curiosidade e a autonomia, expressando o desejo de retornar, seja como visitantes ou, em alguns casos, como futuros alunos dos cursos ofertados por este e por outros campi.

Assim, essa visita, além de concretizar a ideologia do projeto, também permitiu valorizar a autonomia demonstrada pelos alunos ao longo de todo o percurso, bem como destacar a importância da coletividade dentro dos grupos ao se envolverem em projetos coletivos. Os alunos puderam visualizar a importância da atenção aos detalhes em processos que foram desde a retirada das medidas até a montagem, reconhecendo que esse aspecto foi fundamental tanto para o encaixe das peças, quanto para uma representação fiel das miniaturas.

4.6 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL E DAS EXPOSIÇÕES NO SEMINÁRIO

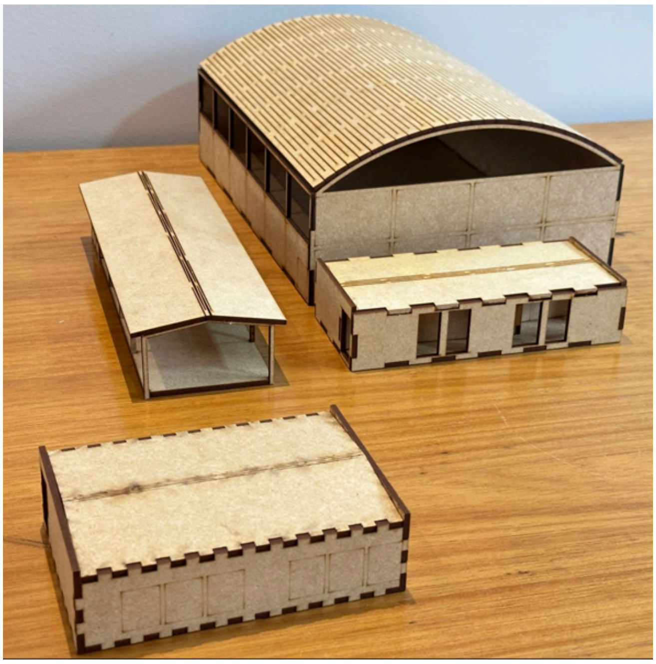
A aula do dia 14 de novembro de 2024 foi destinada ao encerramento do projeto. Para isso, as miniaturas construídas pelos estudantes foram levadas para a sala de aula, proporcionando um momento de reaproximação e divulgação dos trabalhos entre os alunos. O grupo Q teve a oportunidade de finalizar a montagem e fixação de suas peças. Durante essa etapa, o aluno Q1 perguntou se seria possível pintar as estruturas, no entanto, como o objetivo era manter visível o traçado do corte a laser, foi sugerido que naquele momento o projeto permanecesse como estava, mas ficou mencionado que no ano seguinte, em uma parceria com a disciplina de Arte, os grupos poderiam definir cores e gravuras que representassem possíveis propostas estéticas para os prédios reais. A figura 87 apresenta o resultado final da montagem da maquete da quadra de esportes.

Figura 87 – Montagem final do projeto da quadra de esportes.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com todos os prédios montados, foi solicitado aos grupos que posicionassem suas construções em uma maquete coletiva, distribuindo-as conforme a organização da edificação real, de modo a simbolizar a integração dos trabalhos em um único resultado compartilhado. Esse momento não foi registrado em imagens, mas foi posteriormente reproduzido pelo professor-pesquisador e pode ser observado na Figura 88. Durante a montagem, foi feita uma fala de agradecimento pela dedicação e comprometimento dos alunos, reconhecendo a superação de todas as expectativas em relação ao projeto, já que muitos conceitos matemáticos além dos previstos foram explorados, assim como aspectos socioemocionais que surgiram graças ao empenho dos estudantes.

Figura 88 – Representação da distribuição dos prédios.



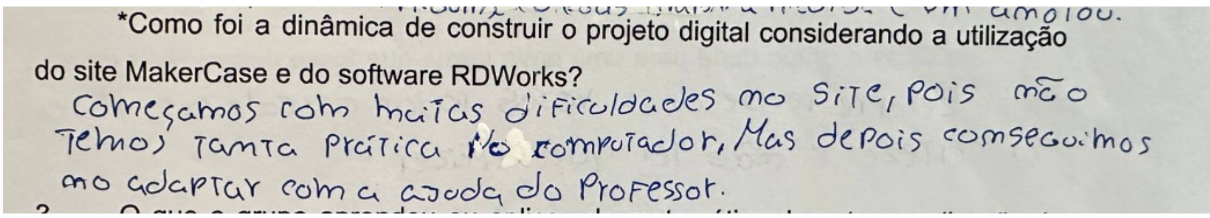
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Em seguida, foram entregues os questionários finais, onde a primeira etapa da atividade foi realizada em grupo, com o objetivo de estimular a reflexão coletiva sobre as estratégias utilizadas, as dificuldades enfrentadas e as soluções encontradas ao longo do processo. Esta etapa do questionário continha perguntas tais como: O que o grupo aprendeu ou aplicou de matemática durante a realização do projeto e em que momentos? Qual foi o aprendizado mais significativo em relação à matemática durante o projeto? Que dicas o grupo daria para uma nova turma que fosse desenvolver esse projeto?

Ao analisar os questionários, verificou-se que todos os grupos identificaram que a medição e a transcrição das medidas para o computador foram pontos essenciais para a realização do projeto nos moldes propostos. Com isso, o uso de trena, caneta, papel, calculadora, transferidor e computador foram mencionados pelos grupos como itens fundamentais para a execução do projeto. Dois grupos ainda ressaltaram a importância da utilização de escala ou da conversão das medidas, a fim de possibilitar a representação em uma dimensão reduzida.

Muitos grupos relataram dificuldades na utilização do site MakerCase e do *software* RDWorks, atribuindo esses obstáculos à inexperiência com o uso do computador e à falta de familiaridade com conceitos geométricos, identificando que a visualização dos encaixes foi um ponto onde gerou muitas dúvidas e reflexões. Os alunos informaram que esses conteúdos foram pouco explorados nos anos anteriores o que gerou grandes dificuldades. Na figura 89, pode ser visto um desses relatos.

Figura 89 – Observações do grupo da diretoria sobre o uso de computadores.


*Como foi a dinâmica de construir o projeto digital considerando a utilização do site MakerCase e do software RDWorks?
Começamos com muitas dificuldades no site, pois não temos tanta prática no computador, Mas depois conseguimos no adaptar com a ajuda do Professor.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

De forma geral, nenhum grupo relatou dificuldades em trabalhar de forma coletiva. No entanto, dois grupos mencionaram que houve algumas distrações e dificuldades de comunicação, principalmente durante a retirada e anotação das medições, onde, por consequência, em vários momentos foi necessário retornar à saída de campo para refazer medições que estavam incompletas ou para verificar a autenticidade dos dados registrados. Os grupos destacaram como principal aprendizado adquirido a importância de desfrutar do processo, revisar cuidadosamente as anotações e os cálculos, interpretar os resultados com atenção e exercer a paciência e a resiliência no trabalho em equipe.

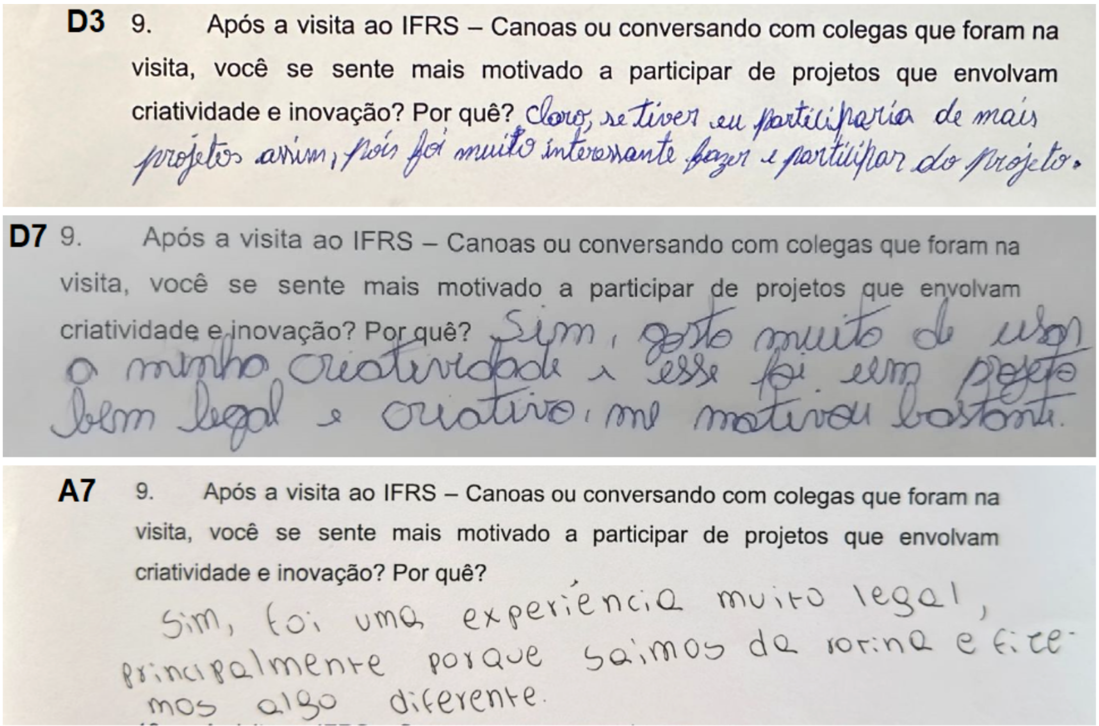
Muitos grupos destacaram que a experiência contribuiu para a compreensão e o aprimoramento de conteúdos matemáticos que até então pareciam distantes da prática cotidiana. Os alunos ressaltaram que a aplicação de conceitos como medições, registros técnicos, proporção, escala e trigonometria favoreceu uma aprendizagem mais significativa, ao evidenciar a utilidade direta da Matemática em desafios reais. Enfatizando que essa vivência despertou o interesse em compreender mais profundamente conceitos que, em situações tradicionais de ensino, eram percebidos apenas como exercícios mecanizados.

A segunda parte do questionário foi realizada individualmente, de modo a possibilitar que cada aluno refletisse e expressasse sua percepção sobre o projeto. Nesse processo, evidencia-se uma relação com o desenvolvimento de competências socioemocionais, como o autoconhecimento e o autocuidado, ao considerar aprendizagens para a vida pessoal, bem como o fortalecimento da motivação, da autonomia e da construção de sentidos mais amplos para a trajetória escolar. As reflexões dos estudantes foram orientadas por questões como: O que você levará do projeto como aprendizado para sua vida pessoal? Após a visita ao IFRS, você se sente mais motivado a participar de projetos que envolvam criatividade e inovação? Essa visita aumentou sua motivação para dar continuidade aos estudos em uma instituição de ensino superior?

A resposta mais citada para a primeira pergunta foi que o trabalho em equipe nesse tipo de proposta de aprendizagem auxilia na aprendizagem, pois os colegas motivam a continuar realizando todas as etapas e inspiram o pensamento criativo ao escutar e apoiar as tomadas de decisões, relatando que, nesse formato, sentiram-se mais à vontade para tentar resolver as atividades sem o medo de errar durante o processo. Os alunos perceberam que além da realização da coleta, manipulação e transcrição das medidas, desenvolveram habilidades como comunicação, concentração, colaboração e dedicação, ressaltando que esses aspectos são importantes não apenas para a matemática, mas para diversas situações da vida pessoal, acadêmica e profissional.

A visita ao IFRS do campus Canoas teve um impacto positivo na motivação dos estudantes para participarem deste tipo de projeto, pois foi por meio do trabalho desenvolvido pela instituição que os alunos puderam perceber o potencial deste tipo de aprendizagem, fazendo com que todos demonstrassem interesse em participar de novas atividades semelhantes. Três desses depoimentos estão apresentados na figura 90, onde os alunos D3, D7 e A7 expressam seu entusiasmo, destacando que a aprendizagem por meio de atividades criativas contribui significativamente para o engajamento.

Figura 90 – D3, D7 e A7 avaliam a participação em projetos educacionais.


D3 9. Após a visita ao IFRS – Canoas ou conversando com colegas que foram na visita, você se sente mais motivado a participar de projetos que envolvam criatividade e inovação? Por quê? Claro, se tiver eu participaria de mais projetos assim, pois foi muito interessante fazer e participar do projeto.

D7 9. Após a visita ao IFRS – Canoas ou conversando com colegas que foram na visita, você se sente mais motivado a participar de projetos que envolvam criatividade e inovação? Por quê? Sim, gosto muito de usar a minha criatividade e esse foi um projeto bem legal e criativo, me motivou bastante.

A7 9. Após a visita ao IFRS – Canoas ou conversando com colegas que foram na visita, você se sente mais motivado a participar de projetos que envolvam criatividade e inovação? Por quê?
Sim, foi uma experiência muito legal, principalmente porque saímos da rotina e fizemos algo diferente.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A quebra da rotina escolar e a vivência de experiências práticas foram apontadas como fatores que despertam o interesse dos estudantes e fortalecem sua participação em projetos educacionais inovadores.

Em relação à continuação dos estudos, percebe-se que a maioria dos estudantes que tiveram contato com a instituição demonstrou estar mais empolgada com a possibilidade de seguir estudando. No entanto, também foi possível identificar uma preocupação com a necessidade de ingressar no mercado de trabalho, onde estes relatos reconhecem as potencialidades de uma formação em nível superior, especialmente no que diz respeito à qualificação profissional e à ampliação das oportunidades de inserção no mundo do trabalho.

Após o recolhimento dos questionários, foi realizado um seminário com os alunos que, ainda sentados em grupos, puderam expor suas dificuldades, aprendizagens e realizações ao longo do projeto, revelando a diversidade de experiências vivenciadas. Ao analisarem a etapa de coleta de dados, os alunos A7 e A8, do grupo da área de eventos, e D1, D2 e D6, do grupo do prédio da diretoria, mencionaram que essa etapa foi realizada por diferentes membros em momentos distintos do projeto, onde a ausência de um padrão nas anotações prejudicou a análise dos dados. No entanto, de modo geral, os grupos evidenciaram a importância da divisão de tarefas e do esforço coletivo, apontando para a importância da comunicação e do planejamento colaborativo em atividades que envolvem múltiplas etapas com dados minuciosos, demonstrando a importância de anotações claras e precisas.

Muitas contribuições foram compartilhadas quando a turma foi questionada sobre as dificuldades encontradas no uso dos sites MakerCase e Boxes.py, bem como do *software* RDWorks. Alunos como D1, D4, R2, R3 e A3 relataram dificuldades iniciais em visualizar a escala de redução que deveria ser aplicada no site MakerCase, além de desafios na interpretação de placas bidimensionais para a construção de um projeto tridimensional. Questões relacionadas à extensão dos arquivos, à forma de download e à importação dos dados também foram debatidas, especialmente entre os alunos D1, A7 e A8, pois a localização dos arquivos no computador, embora pareça simples para alguns, representou um obstáculo para outros, que pôde ser superado por meio da troca de experiências dentre os integrantes do grupo e algumas vezes da turma.

Questionados sobre a matemática empregada por eles no uso do *software*, os alunos Q1, Q3, A7 e A8 mencionaram a presença de um plano cartesiano, que permitia visualizar a posição de um objeto, bem como a dimensão de segmentos que poderiam ser retas simples ou arestas de figuras específicas. Além disso, os alunos Q1, Q3, R2, R3 e A7 destacaram o uso de transformações geométricas como rotação, reflexão e redimensionamento de figuras, apontando que, mesmo com essas alterações, algumas características essenciais eram preservadas, como o formato da figura e, em alguns casos, a proporcionalidade entre os lados.

Na parte final do seminário, os alunos falaram sobre a visita ao Instituto Federal, onde mesmo aqueles que não participaram da atividade foram convidados a refletir a partir dos relatos dos colegas. Os alunos D1, D2, D3, A6, A7, A8 e R1 descreveram a experiência como inspiradora para seu percurso estudantil, destacando que a visita rompeu com a rotina escolar tradicional à qual estavam habituados.

Alunos como D2 e D6 comentaram sobre a percepção da matemática presente em diversos contextos do cotidiano, ressaltando que ela pode ser vivenciada em situações concretas e práticas, indo além da resolução de exercícios. Eles citaram como exemplo o uso de materiais didáticos durante a visita que contribuíram para a aprendizagem sobre posicionamento, visualização tridimensional de objetos e noções de probabilidade.

O contato com as impressoras 3D e a cortadora a laser, assim como com os monitores do laboratório de Cultura *Maker* (LabMaker), também foi destacado pelos alunos D1, D3, D6, A8 e R1. Eles relataram que a interação com os equipamentos e com os monitores contribuiu significativamente para a compreensão da importância do conhecimento técnico nos processos de produção. Além disso, o grupo se mostrou inspirado ao descrever o empenho da instituição em utilizar essas tecnologias para produzir materiais didáticos destinados às escolas afetadas pela enchente de maio de 2024. Nesta parte do seminário pôde-se perceber a importância da percepção de um olhar mais humano e solidário sobre as possíveis aplicações sociais dos conhecimentos e das tecnologias, ampliando a compreensão de que a aprendizagem pode estar a serviço do bem comum.

Quando questionados sobre a continuidade dos estudos, a maioria dos alunos expressou o desejo de seguir estudando. Embora poucos tenham se identificado com a área de exatas, alunos como D6 e A7 destacaram que a visita ao IFRS do campus Canoas demonstrou como instituições públicas de ensino superior podem oferecer caminhos de aprendizagem acessíveis e significativos, ampliando as percepções de possíveis trajetórias acadêmicas para os estudantes.

Desse modo, o encerramento por meio do seminário possibilitou a reflexão sobre aspectos que circundaram a aprendizagem dos estudantes no decorrer da proposta, alguns diretamente relacionados à matemática, outros de natureza tecnológica e outros, ainda, sociais e interacionais possibilitados pelas trocas entre os colegas, por exemplo. Ficou evidente que muitos desses saberes foram construídos e fortalecidos por meio da abordagem dinâmica, baseadas na resolução do problema concreto que era a reprodução de miniaturas tridimensionais de quatro prédios da escola. Essa experiência ressalta a importância do professor como agente reflexivo, capaz de promover situações que incentivem o estudante a se reconhecer como autor de sua trajetória cognitiva e como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta didática deste trabalho procurou criar oportunidades para que a matemática fosse percebida não apenas como um conteúdo escolar restrito à resolução de exercícios repetitivos, mas como uma ferramenta dinâmica, que dialoga com os saberes prévios dos alunos. Logo, a proposta da construção de uma maquete de parte da escola buscou tornar visível essa integração entre teoria e prática, evidenciando que a matemática se conecta com a realidade e permite ao estudante sentir-se capaz de formular, aplicar e ressignificar conceitos. Durante o processo de modelagem, percebe-se que a escola deixou de ser o único local de aprendizagem, passando também a ocupar um papel de apoio na construção da formação contínua, ampliada e significativa do conhecimento.

Durante o planejamento da proposta didática, foi elaborado um cronograma com a descrição das atividades e seu período de duração, com o objetivo de incentivar os alunos a investigar e registrar os elementos matemáticos utilizados durante à realização do projeto. Contudo, surgiram alguns desafios ao longo do processo, tais como a interrupção de aulas por imprevistos, a falta de energia elétrica e atendimentos aos responsáveis, além das dificuldades que não foram previamente consideradas, isso além da escolha, por parte dos alunos, de percursos que não haviam sido analisados pelo professor-pesquisador, como a tentativa de estimar as medidas dos pavilhões com base apenas na escala de redução de fotos tiradas pelos próprios estudantes. Estes momentos exigiram uma adaptação do cronograma de aplicação, mas também evidenciaram uma postura crítica vinda dos alunos, em sintonia com o defendido por Skovsmose (2000), na qual traz que diante de um problema real, os alunos formularam hipóteses e concepções que contribuem para o desenvolvimento do pensamento investigativo.

Portanto verificou-se que, ao planejar uma atividade pedagógica, o professor precisa considerar os objetivos e as habilidades a serem trabalhados, mas também precisa estar aberto à imprevisibilidade do cotidiano escolar. Imprevistos como dúvidas repentinas e contribuições não analisadas previamente exigem um olhar mais flexível do planejamento, vendo o mesmo como uma base orientadora e aberta a ajustes na condução das práticas pedagógicas, permitindo que o docente responda de forma criativa e sensível às dinâmicas da sala de aula.

Frequentemente parte-se da ideia de que, antes de trabalhar qualquer projeto prático, é preciso apresentar todo o conteúdo necessário para desenvolvê-lo, mas esta experiência demonstrou que os próprios alunos são capazes de aprender ao longo do processo exploratório, confirmando a visão de Papert (2008), de que o aprender pelo fazer potencializa a criatividade e a autonomia, embora, em muitos momentos, faz-se necessário o direcionamento do professor. Percebeu-se que uma introdução excessivamente estruturada pode restringir a liberdade criativa e investigativa dos estudantes, podendo comprometer o potencial formativo do projeto.

No entanto, essa liberdade de estruturação não implica em menor dedicação no planejamento por parte do docente, muito pelo contrário. Houve um trabalho constante de acompanhamento, com revisões e orientações semanais, em que as observações e sugestões de correção eram feitas de forma individualizada para cada grupo. Esse acompanhamento contribuiu diretamente para a consolidação da aprendizagem, permitindo que o projeto extrapolasse os limites do conteúdo inicialmente previsto e exigisse a retomada de conceitos como razão, proporcionalidade, área, planificação de formas geométricas e a aplicação prática do plano cartesiano na organização das peças dentro da malha própria do *software* RDWorks. Essa abordagem proporcionou uma vivência da geometria analítica mais concreta e visual, fazendo com que os alunos a utilizassem de forma intencional e percebessem o quão útil, funcional e presente ela pode ser em contextos reais de criação e produção.

Isso nos leva a reconhecer a importância de estimular o pensamento crítico dos discentes, uma vez que, pela própria experiência docente do professor-pesquisador, tem-se observado um menor interesse por aprofundamentos teóricos nas aulas tradicionais de matemática, sendo grande parte desse desinteresse decorrente da busca por soluções imediatistas ou por meios previamente consolidados e pouco desafiadores. No entanto, observou-se que a realização deste projeto educacional, desenvolvido ao longo de 18 períodos de 45 minutos cada, despertou a curiosidade, o engajamento, a autonomia e o aprofundamento conceitual da maioria dos estudantes.

Todos os discentes se envolveram, em algum momento, com alguma atividade, assumindo responsabilidades no processo de desenvolvimento do projeto. A interação entre os participantes favoreceu a ampliação dos conhecimentos tecnológicos, o aprimoramento da visualização geométrica e o desenvolvimento do pensamento crítico, que foi impulsionado pela experimentação, pela troca de ideias e pela necessidade de adaptação diante das situações-problema enfrentadas ao longo da proposta.

Desta forma, foi possível perceber um forte envolvimento da turma, não se restringindo apenas ao espaço da sala de aula, mas se estendendo a momentos extracurriculares, com discussões, pesquisas e trocas de ideias entre os grupos em vários momentos de seu dia-a-dia. Isso promoveu ajustes nos projetos e trocas de perspectivas sobre desafios, evidenciando um processo de aprendizagem ativo e colaborativo, permitindo perceber que erros e dificuldades não são obstáculos, mas sim uma parte fundamental do processo.

A visita ao LabMaker do IFRS – Campus Canoas representou um momento importante na concretização das criações digitais por meio do corte a laser em placas de MDF, mas foi mais do que isso. Essa etapa possibilitou a ampliação dos horizontes educacionais e profissionais dos participantes, ao aproximar os alunos de um ambiente acadêmico voltado à inovação que promove a resolução de problemas reais, inclusive com foco em projetos solidários, reforçando aos estudantes como a matemática pode ser experimentada de maneira prática e significativa. A visita também proporcionou a troca de perspectivas, experiências e permitiu a colaboração mútua na montagem das maquetes, valorizando a análise crítica do posicionamento das peças, reforçando o protagonismo e a autonomia dos alunos.

Respondendo explicitamente ao problema de pesquisa, constatou-se, portanto, que a construção das miniaturas exigiu a mobilização de diferentes conteúdos matemáticos, como razão e proporcionalidade, trigonometria, planificação de sólidos, organização em escala e aplicação do plano cartesiano no uso de *softwares* de modelagem, entre outros saberes que foram articulados a situações concretas, permitindo com que os estudantes pudessem visualizar a matemática como um recurso funcional e aplicável ao cotidiano.

Paralelamente, o desenvolvimento deste projeto evidenciou que a aprendizagem vai além do domínio conceitual de fórmulas e procedimentos matemáticos. A vivência da troca de experiências, a autonomia nas tomadas de decisão, a cooperação entre os colegas, a resiliência diante de imprevistos e a capacidade crítica para avaliar diferentes soluções possibilitaram a construção de competências socioemocionais. Assim, a experiência não se restringiu a cálculos e técnicas, mas envolveu atitudes e habilidades que contribuíram para uma formação integral, voltada à cidadania e à equidade, na qual todos os estudantes puderam assumir papéis ativos no processo educativo.

Do ponto de vista pessoal e profissional, conduzir este projeto representou para o autor um exercício constante de reinvenção da prática docente. A imprevisibilidade das descobertas dos alunos, a necessidade de responder a perguntas que surgiam espontaneamente e o acompanhamento próximo dos grupos exigiram abertura para aprender junto aos estudantes, da mesma forma descrita na perspectiva freireana de que “quem ensina, aprende ao ensinar” (Freire, 2015).

Tal experiência fortaleceu o crescimento pessoal e profissional do professor-pesquisador como professor mediador, que transita entre teoria e prática, conferencista e conselheiro, buscando favorecer uma aprendizagem crítica pautada na busca de significados aos conceitos e procedimentos, evidenciando a necessidade constante da reinvenção da prática docente. Percebeu-se que situações-problema ou desafios como o proposto neste trabalho favorecem o aprendizado de conteúdos matemáticos que podem ir além dos previstos inicialmente, pois diversos conceitos, embora considerados já aprendidos, podem reaparecer no decorrer do processo e demandar de um novo significado ou aplicação para os estudantes.

Verifica-se que o ensino mediado pelo uso consciente das tecnologias pode promover um ambiente educativo transformador, capaz de despertar a curiosidade dos estudantes, ampliando as possibilidades de aprendizagem. No entanto, percebe-se que mesmo imersos nesse universo digital, os alunos enfrentam dificuldades no uso efetivo dessas ferramentas, isso devido a suas experiências serem majoritariamente estabelecidas por interações espontâneas e superficiais e a apenas alguns recursos, como redes sociais e aplicações como jogos, por exemplo. Isso faz com que o uso das tecnologias com enfoque educacional necessite de um acompanhamento constante, com orientações e pequenas intervenções por parte do docente. Nesse contexto, para que o uso das tecnologias contribua efetivamente na construção e consolidação de conceitos matemáticos, é fundamental equilibrar a valorização das vivências dos alunos, com a proposição de atividades que estimulem a investigação e a busca por novos conceitos, de forma a fortalecer a sua base matemática e prepará-los para desafios acadêmicos e profissionais.

Desta forma, além desta dissertação, este trabalho resultou também na elaboração de um produto educacional, que estará disponível no repositório de dissertações do Profmat[8] e no portal eduCAPES[9], o qual apresenta a proposta didática desenvolvida com os alunos, tendo como foco a aplicação de conceitos matemáticos por meio da construção de maquetes com o uso do *software* RDWorks.

---

[8] Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/busca_tcc.php
[9] Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/

O produto educacional apresenta um tutorial simplificado de uso desse *software*, oferecendo subsídios para a adaptação e execução de propostas semelhantes por outros professores em diferentes contextos escolares, na perspectiva do “aprender fazendo” que é inerente à Cultura *Maker*, num contexto de metodologias ativas para o ensino da matemática.

De forma geral, com este trabalho espera-se ter contribuído para gerar reflexões sobre o ensino da matemática, no sentido de inspirar práticas que transformem a simples memorização de conteúdos e a transferência mecanizada de fórmulas, em uma matemática vivenciada como uma ferramenta na construção de sentidos, que permita aos estudantes experimentar, construir, problematizar e ressignificar seus saberes. Utilizando a matemática como instrumento para compreender e intervir no mundo, por meio de uma abordagem problematizadora criada através de ambientes de aprendizagem que estimulem a investigação e o pensamento crítico, aliado às tecnologias digitais e às ideias do movimento *Maker*, acredita-se na promoção de uma educação criativa, voltada para a cidadania e efetivamente transformadora.

REFERÊNCIAS

AGNOL, Anderson Dall; FERREIRA, Fernanda Motta; PINHEIRO, Rosana Nitsch; PERES, André; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro; OKUYAMA, Fabio Yoshimitsu. **Movimento Maker ou movimento mão na massa**, p. 22-26. Fabricação digital em espaços criativos educacionais, 1 ed, São Paulo, SP: Pimenta Cultural, 2021.

ALMEIDA, Patrícia Albieri; TARTUCE, Gisela Lobo; GATTI, Bernadete A.; SOUZA, Liliane Bordignon. **Práticas pedagógicas na educação básica do Brasil:** o que evidenciam as pesquisas em educação. Brasília: UNESCO, 2012.

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

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; SILVA, Mônica Renneberg da; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; **A Cultura Maker em Prol da Inovação nos Sistemas Educacionias**, p. 55-66. Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação. São Paulo: Blucher, 2018.

BUENO, Rafael Winícius da Silva; GALLE Lorita Aparecida Veloso. **Reflexões sobre os nativos digitais**, EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana – vol. 13 – número 1 – 2022. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/emteia/article/view/251462/pdf Acesso em: 20 jan. 2025

CEOLIM, Amauri jersi; HERMANN, Wellington, **Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica**, Revista Paranaense de Educação Matemática, Campo Mourão, PR, v. 1, n. 1, p. 8–20, jul/dez. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.33871/22385800.2012.1.1.8-20. Acesso em: 16 dez. 2024.

CONTE, Elaine; COSTA, Fernanda Roth da; AVELINO FILHA, Bernadeth Vital. **Ciberespaço e escola:** dialogando com conhecimentos plurais. Revista Teias, Rio de Janeiro, v. 24, n. 72, p. 343-356, jan./mar. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.12957/teias.2023.67489. Acesso em: 25 set. 2025.

FERREIRA, Fernanda Motta; PERES, André; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. **Movimento Maker no contexto educacional**, p. 27-31. Fabricação digital em espaços criativos educacionais, 1 ed, São Paulo, SP: Pimenta Cultural, 2021.

FERREIRA, Fernanda Motta; PERES, André; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. **Aprendizagem criativa**, p. 32-57. Fabricação digital em espaços criativos educacionais, 1 ed, São Paulo, SP: Pimenta Cultural, 2021.

FREIRE, Paulo; **Pedagogia da autonomia Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2015.

FREIRE, Paulo; **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2018.

IFRAH, Georges. **The universal history of computing: from the abacus to the quantum computer**. New York: Wiley, 2001.

JUCÁ, Sandro César Silveira. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional**. Ciências e Cognição, v. 8, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279472527_A_relevancia_dos_softwares_educativos_na_educacao_profissional. Acesso em: 02 jun. 2025

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e Ensino Presencial e à Distância.** São Paulo: Papirus, 2003.

LASERMEISTER. **User's Manual: RDWorks V8.01.19**. Disponível em: https://lasermeister.ee/wp-content/uploads/2021/04/RDWorks-V8-manual.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34. 1999.

OTA, Giovanna Sayuri Garbelini; RODRIGUES, Gilson Santos: **Tecnologia e educação:** Aproximações, possibilidades e reflexões. Diadema, SP: V&V Editora, 2021.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008

PIRES, Bruno Inácio da Silva; JUNIOR, Pedro Donizete Colombo: **Percepções e práticas de professoras atuantes nas escolas públicas mineiras quanto às contribuições de visitas extraescolares para a formação integral dos alunos.** *SciELO Preprints*, [S.l.], 2023. Disponível em: https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/11279/20483. Acesso em: 05 mai. 2025.

PRENSKY, Marc. **Digital Game-Based Learning,** ACM Computers in Entertainment, v. 1, n. 1, Book 02, Oct. 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/2339150/Digital_game_based_learning#loswp-work-container. Acesso em: 27 jun. 2024.

PRENSKY, Marc. **Digital natives, digital immigrants.** On the Horizon, v. 9, n. 5, 2001.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Desenvolvimento Curricular da Educação Básica. **Caderno de apoio: aprofundamentos ENEM – resolução de problemas**. Porto Alegre: SEDUC/RS, 2023. Disponível em: https://ensinomediogaucho.educacao.rs.gov.br/doctos/caderno_resolucao.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.

SEVERO, Carlos Emilio Padila. **Aprendizagem baseada em projetos:** uma experiência educativa na educação profissional e tecnológica. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 2, n. 19, p. e6717–e6717, 2020. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/6717/pdf. Acesso em: 23 jun. 2024.

SKOVSMOSE, Ole. **Cenários para investigação**. Bolema, v. 13, n. 14, 2000. disponível em https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10635/7022. acesso 17 dez. 2024

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Campinas, SP: Papirus, 2001.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário 1:

Nome:____

1. Você já aprendeu algum conceito matemático através de projetos?

2. Que conceitos você acha que vai usar?

3. Que desafios você imagina que irá enfrentar para obter as medidas originais para desenvolver o projeto ao tentar medir partes inacessíveis dos prédios? Sabe como superá-las?

4. Quais ferramentas você acredita que são necessárias para fazer medições necessárias para o desenvolvimento do projeto?

5. Você acha que todas as partes de todos os lados dos prédios necessitam ser medidos para o desenvolvimento do projeto? Por quê?

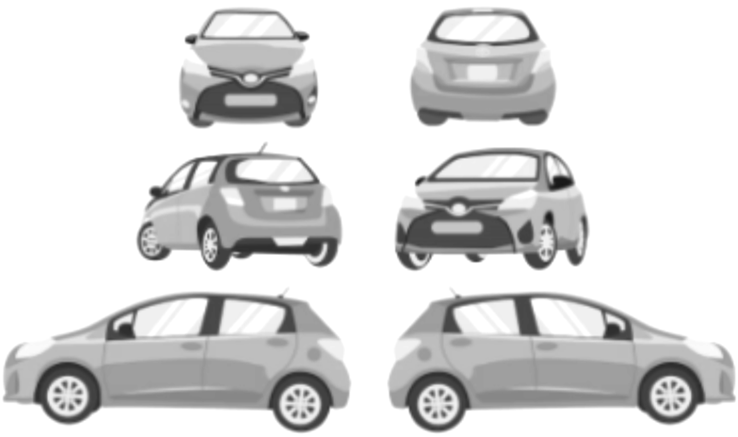
6. Como você planeja garantir que a miniatura seja fiel ao prédio original?

7. Quais dos conteúdos abaixo você lembra de ter estudado?
   ( ) Escala;
   ( ) Semelhança de figuras;
   ( ) Ângulos: definição, medição e classificação.
   ( ) Relações métricas no triângulo retângulo;
   ( ) Lei dos senos e lei dos cossenos;
   ( ) Relações métricas na circunferência e setor circular;
   ( ) Área;
   ( ) Volume;

APÊNDICE B - TAREFA 1: SAÍDA DE CAMPO

Seu grupo ficou responsável por construir a miniatura do prédio ____.

Tarefa 1: Dirija-se ao prédio e tire pelo menos 6 fotos de ângulos diferentes, prestando atenção caso existam lados simétricos. Nessas fotos, capture detalhes essenciais que permitirão, posteriormente, anotar informações importantes, como medidas de largura, comprimento, altura e ângulos. Além disso, ao fotografar, procure seguir padrões que garantam alinhamento com as linhas verticais e horizontais, assegurando que todas as vistas estejam representadas conforme o exemplo abaixo.



Fonte: adaptado pelo autor de:
https://br.freepik.com/vetores-gratis/diferentes-vistas-do-carro-moderno_1358018.htm

Encaminhe as fotos selecionadas para o e-mail ou para o celular do professor:

e-mail:
Celular:

APÊNDICE C - TAREFA 2: MOMENTO PÓS-CAMPO

Grupo responsável pela miniatura do prédio ______________________
____

Tarefa 2: Converse em seu grupo procurando conjecturar sobre os itens abaixo:

a) Quais formas geométricas podem ser associadas a elementos contidos nas fotos?

b) Que medições são essenciais para o projeto?

c) Como essas medições poderão ser obtidas, ou seja, que métodos e/ou ferramentas que poderão ser utilizados?

d) Quais desafios (ou problemas) o grupo acha que enfrentará para desenvolver o projeto do seu prédio?

APÊNDICE D - TAREFA 3: MEDIÇÃO DA ALTURA DA SALA DE AULA

Um aluno de cada grupo utilize um transferidor grande para medir o ângulo entre seu ponto de vista e a parede da sala de aula, bem como a distância entre seu ponto de vista e a parede da seguinte maneira.

1. **Posicionamento inicial**: Cada grupo deve definir um representante para manusear o transferidor. Esse aluno deve se posicionar em um ponto da sala e segurar o transferidor com o barbante pendurado, garantindo que o barbante esteja perfeitamente alinhado com a vertical e assim formando um ângulo de 90° com a horizontal.
2. **Medição do ângulo inicial**: A partir de sua posição inicial, o aluno observa o topo da parede e, os demais alunos do grupo, verificam o ângulo que o transferidor está indicando, tomando como base o ângulo formado entre a vertical (o barbante) e a linha de visão para a parede.
3. **Representação (inicial):** O grupo deve desenhar em uma folha essa situação, indicando a distância do aluno até a parede, a altura do ponto de vista do aluno (em relação ao chão da sala) e a medida em graus do ângulo observado.
4. **Mudança de posição**: O aluno que está com o transferidor deve se afastar, ou aproximar alguns passos da parede e o grupo deve repetir as medições, observando o novo ângulo que o transferidor indicará entre a nova linha de visão e a vertical, bem como a nova distância em relação à parede.
5. **Representação (final):** O grupo deve retomar a representação realizada no item 3 e acrescentar as novas informações, a partir da indicação do novo posicionamento do colega e das novas medições realizadas.

Obs: Use a mesma referência vertical, como por exemplo, o topo da parede.

Questões pertinentes para um conhecimento do transferidor:

1) Qual é a função e como eu utilizo um transferidor?

2) Qual é a diferença do transferidor para uma régua?

3) Se eu me afastar uns metros de um prédio, é possível associar alguma forma geométrica para o topo do prédio, da minha altura na parede vertical desse prédio e meu ponto de vista, quando afastado de sua base?

4) Esse formato é de um triângulo específico?

5) De que forma medir ângulos pode auxiliar na medição de alturas?

6) Com isso, o uso do transferidor pode auxiliar na execução do projeto proposto?

7) Se colocarmos um barbante com peso no centro do transferidor, ele servirá como referência, a leitura do ângulo é mais precisa?

8) O ângulo indicado por essa linha mencionada no item 7, será um ângulo entre sua visão e qual outra referência?

APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO FINAL INDIVIDUAL

QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA?
Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional.

Nomes dos integrantes: ____
____

1. Por qual prédio seu grupo estava responsável?

2. Descreva, resumidamente, como o grupo desenvolveu o projeto. Para isso, você pode tentar responder às perguntas abaixo:

*Que etapas foram realizadas?

*Que estratégias o grupo pensou e executou?

*Que materiais foram utilizados?

*Como os dados foram obtidos e registrados? Quem registrou esses dados?

*Como foi a dinâmica de construir o projeto digital considerando a utilização do site MakerCase e do *software* RDWorks?

3. O que o grupo aprendeu ou aplicou de matemática durante a realização do projeto e em que momentos?

4. Qual foi o aprendizado mais significativo em relação à matemática durante o projeto?

5. Houve algum conceito ou cálculo matemático que o grupo aprendeu ou entendeu de forma prática e que antes o grupo não conhecia ou parecia difícil?

6. O grupo identificou dificuldades durante a execução do projeto? De que forma o grupo contornou essas dificuldades? Para isso, você pode considerar os itens abaixo:

*quanto a realização de medições e registros de dados;

*quanto a utilização de materiais (trena, transferidor etc.);

*quanto a aplicação de conteúdos matemáticos;

*quanto ao uso de escalas e a conversão de medidas;

*quanto ao uso do site MakerCase e do *software* RDWorks;

*quanto ao planejamento do encaixe das peças em MDF que seriam cortadas;

*quanto à organização do grupo e o trabalho coletivo;

7. Que dicas o grupo daria para uma nova turma que fosse desenvolver esse projeto?

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO FINAL GRUPO

QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA?
Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional.

Nome: ____

1. O que você levará do projeto como aprendizado para sua vida pessoal?

2. Após a visita ao IFRS – Canoas ou conversando com colegas que foram na visita, você se sente mais motivado a participar de projetos que envolvam criatividade e inovação? Por quê?

3. A visita ao IFRS – Canoas ou conversando com colegas que foram na visita, fez você pensar ou deixou mais claro a possibilidade da continuação dos estudos em uma instituição de ensino superior?

APÊNDICE G - TALE

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa intitulado: “QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional”. Seus pais/responsáveis concordaram com a sua participação. Se você quiser participar, vamos te explicar como será essa pesquisa. Se você não quiser participar, não tem problema, não vai ter nenhum prejuízo para você.

Este projeto está vinculado ao curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas. Nessa pesquisa, pretendemos mostrar aos estudantes que o conhecimento matemático é aplicável e que é possível utilizar diferentes estratégias para aplicá-lo em situações cotidianas, demonstrando a importância de se tornar protagonista no desenvolvimento de sua aprendizagem.

A pesquisa será feita na Escola (omitido para preservar a identificação dos participantes), e deverá durar em torno de seis (6) semanas, com início previsto para o dia 19/09/2024 e término previsto para o dia 25/10/2024, na qual acontecerá durante as aulas de Matemática e de Resolução de Problemas e se dará através de entrevistas, análise de anotações vindas do participante, seminários e observação de trabalhos em equipe. Para a coleta de dados serão fotografadas as anotações dos participantes, bem como o preenchimento de dois questionários. A sua participação será fotografada apenas para o uso na pesquisa, registrando o momento da coleta de dados ou da conjectura sobre os mesmos, sua privacidade será mantida através da não-identificação de seu nome e rosto.

Os riscos desses procedimentos serão mínimos, pois somente serão utilizadas ferramentas simples para a coleta de dados, como trena e transferidor, e o momento da observação dos prédios da escola serão supervisionados por dois responsáveis. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem, os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos, conforme resoluções 411/12 e a 510/16 do Conselho Nacional de saúde e nenhum desses procedimentos oferece riscos à dignidade do participante, porém caso o participante necessite, ele poderá ser encaminhado a equipe de orientação escolar, a fim de receber o acompanhamento necessário. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato imediato com o pesquisador responsável pelo estudo.

A sua participação na pesquisa poderá trazer benefícios diretos, como a potencialização dos conhecimentos geométricos, melhorar a análise de resultados, identificar como reestruturar os dados em softwares e autoconhecimento de formas que potencializam o aprendizado próprio, por isso a importância da sua participação.

As informações e os dados que você informar para esta pesquisa serão mantidos confidenciais, não havendo nenhuma identificação sua ou de sua família, portanto o pesquisador se responsabiliza pelos cuidados em preservar a sua identidade e os seus dados. Todos os registros da pesquisa estarão sob a guarda do pesquisador em um HD externo em lugar seguro de violação, pelo período mínimo de 05 (cinco) anos e após esse prazo, os mesmos serão destruídos.

Os resultados da pesquisa vão ser descritos em uma dissertação a ser defendida pelo pesquisador, e poderá ser apresentada em eventos acadêmicos, bem como em revistas científicas especializadas. A turma participante, assim como a equipe escolar terá a devolutiva através de um seminário, onde serão apresentados as principais conclusões da pesquisa.

Ao participar desta pesquisa, saiba que você tem direito:

- de retirar o seu consentimento, a qualquer momento, sem que isso traga qualquer prejuízo;
- a não ser identificado e que as informações relacionadas à privacidade são confidenciais;
- de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar seu interesse em continuar participando da pesquisa;
- de não ter despesas ou ônus financeiro relacionado à participação nesse estudo;
- de que, caso tenha despesas relacionadas à participação na pesquisa, terá direito a compensação material das mesmas;
- de se recusar a responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resoluções 466/2012, 510/2016 e outras do Conselho Nacional de Saúde relacionadas à ética em pesquisa.

==

Concordo em participar da pesquisa intitulada: “QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional”.
Recebi uma via assinada e rubricada deste termo de consentimento.

Local, ____de _________de __________.

_________________________________	_________________________________
Nome e Assinatura do(a) participante	Cristiano Islon Gräff

Contato do pesquisador:
Nome: Cristiano Islon Gräff
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas
Telefone:
e-mail:

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, por favor consulte o **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)** responsável pela avaliação. Um CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

CEP/IFRS
E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br
Endereço: Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000
Telefone: (54) 3449-3340

APÊNDICE H - TCLE PAIS OU RESPONSÁVEIS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS

Prezado (a) Senhor (a):

Seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa intitulado: "QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional". Este projeto está vinculado ao curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas. Nessa pesquisa pretendemos mostrar aos estudantes que o conhecimento matemático é aplicável e que é possível utilizar diferentes estratégias para aplicá-lo em situações cotidianas, demonstrando a importância de se tornar protagonista no desenvolvimento de sua aprendizagem.

A pesquisa será feita na Escola (omitido para preservar a identificação dos participantes), e deverá durar em torno de seis (6) semanas, com início previsto para o dia 19/09/2024 e término previsto para o dia 25/10/2024, na qual acontecerá durante as aulas de Matemática e de Resolução de Problemas e se dará através de entrevistas, análise de anotações vindas do participante, seminários e observação de trabalhos em equipe. Para a coleta de dados serão fotografadas as anotações dos participantes, bem como o preenchimento de dois questionários. A participação do seu/sua representado(a) será fotografada apenas para o uso na pesquisa, registrando o momento da coleta de dados ou da conjectura sobre os mesmos, sua privacidade será mantida através da não-identificação de seu nome e rosto

Os riscos desses procedimentos serão mínimos, pois somente serão utilizadas ferramentas simples para a coleta de dados, como trena e transferidor, e o momento da observação dos prédios da escola serão supervisionados por dois responsáveis. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem, os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos, conforme resoluções 411/12 e a 510/16 do Conselho Nacional de saúde e nenhum desses procedimentos oferece riscos à dignidade do participante, porém caso o participante necessite, ele poderá ser encaminhado a equipe de orientação escolar, a fim de receber o acompanhamento necessário. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato imediato com o pesquisador responsável pelo estudo.

A sua participação na pesquisa poderá trazer benefícios diretos, como a potencialização dos conhecimentos geométricos, melhorar a análise de resultados, identificar como reestruturar os dados em softwares e autoconhecimento de formas que potencializam o aprendizado próprio, por isso a importância da sua participação.

As informações e os dados que você informar para esta pesquisa serão mantidos confidenciais, não havendo nenhuma identificação sua ou de sua família, portanto o pesquisador se responsabiliza pelos cuidados em preservar a sua identidade e os seus dados. Todos os registros da pesquisa estarão sob a guarda do pesquisador em um HD externo em lugar seguro de violação, pelo período mínimo de 05 (cinco) anos e após esse prazo, os mesmos serão destruídos.

Os resultados da pesquisa vão ser descritos em uma dissertação a ser defendida pelo pesquisador, e poderá ser apresentada em eventos acadêmicos, bem como em revistas científicas especializadas. A turma participante, assim como a equipe escolar terá a devolutiva através de um seminário, onde serão apresentados as principais conclusões da pesquisa.

Ao participar desta pesquisa, saiba que você tem direito:

- de retirar o seu consentimento, a qualquer momento, sem que isso traga qualquer prejuízo ao seu representado;
- a não ser identificado e que as informações relacionadas à privacidade são confidenciais;
- de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar seu interesse em continuar participando da pesquisa;
- de não ter despesas ou ônus financeiro relacionado à participação nesse estudo;
- de que, caso tenha despesas (e de seu acompanhante, se aplicável) relacionadas à participação na pesquisa, terá direito a compensação material das mesmas;
- de se recusar a responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resoluções 466/2012, 510/2016 e outras do Conselho Nacional de Saúde relacionadas à ética em pesquisa.

==

Concordo em autorizar a participação do meu representado na pesquisa intitulada: “QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional”.
Recebi uma via assinada e rubricada deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_______________________________ Local, ____de _________de ________.
Nome do(a) participante

_______________________________ _______________________________
Assinatura do(a) responsável Cristiano Islon Gräff

Contato do pesquisador:
Nome: Cristiano Islon Gräff
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas
Telefone:
e-mail:

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, por favor consulte o **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)** responsável pela avaliação. Um CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

CEP/IFRS
E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br
Endereço: Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000
Telefone: (54) 3449-3340

APÊNDICE I - TCLE ADULTOS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa intitulado: "QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional". Este projeto está vinculado vinculado ao curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas. Nessa pesquisa pretendemos mostrar aos estudantes que o conhecimento matemático é aplicável e que é possível utilizar diferentes estratégias para aplicá-lo em situações cotidianas, demonstrando a importância de se tornar protagonista no desenvolvimento de sua aprendizagem.

A pesquisa será feita na Escola (omitido para preservar a identificação dos participantes), e deverá durar em torno de seis (6) semanas, com início previsto para o dia 19/09/2024 e término previsto para o dia 25/10/2024, na qual acontecerá durante as aulas de Matemática e de Resolução de Problemas e se dará através de entrevistas, análise de anotações vindas do participante, seminários e observação de trabalhos em equipe. serão fotografadas as anotações dos participantes, bem como o preenchimento de dois questionários. Será fotografada apenas para o uso na pesquisa, registrando o momento da coleta de dados ou da conjectura sobre os mesmos, sua privacidade será mantida através da não-identificação de seu nome e rosto.

Os riscos desses procedimentos serão mínimos, pois somente serão utilizadas ferramentas simples para a coleta de dados, como trena e transferidor, e o momento da observação dos prédios da escola serão supervisionados por dois responsáveis. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem, os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos, conforme resoluções 411/12 e a 510/16 do Conselho Nacional de saúde e nenhum desses procedimentos oferece riscos à dignidade do participante, porém caso o participante necessite, ele poderá ser encaminhado a equipe de orientação escolar, a fim de receber o acompanhamento necessário. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato imediato com o pesquisador responsável pelo estudo.

A sua participação na pesquisa poderá trazer benefícios diretos, como a potencialização dos conhecimentos geométricos, melhorar a análise de resultados, identificar como reestruturar os dados em softwares e autoconhecimento de formas que potencializam o aprendizado próprio, por isso a importância da sua participação.

As informações e os dados que você informar para esta pesquisa serão mantidos confidenciais, não havendo nenhuma identificação sua ou de sua família, portanto o pesquisador se responsabiliza pelos cuidados em preservar a sua identidade e os seus dados. Todos os registros da pesquisa estarão sob a guarda do pesquisador em um HD externo em lugar seguro de violação, pelo período mínimo de 05 (cinco) anos e após esse prazo, os mesmos serão destruídos.

Os resultados da pesquisa vão ser descritos em uma dissertação a ser defendida pelo pesquisador, e poderá ser apresentada em eventos acadêmicos, bem como em revistas científicas especializadas. A turma participante, assim como a equipe escolar terá a devolutiva através de um seminário, onde serão apresentados as principais conclusões da pesquisa.

Ao participar desta pesquisa, saiba que você tem direito:

- de retirar o seu consentimento, a qualquer momento, sem que isso traga qualquer prejuízo a você;
- a não ser identificado e que as informações relacionadas à sua privacidade são confidenciais;
- de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar seu interesse em continuar participando da pesquisa;
- de não ter despesas ou ônus financeiro relacionado à sua participação nesse estudo;
- de que, caso tenha despesas (e de seu acompanhante, se aplicável) relacionadas à participação na pesquisa, terá direito a compensação material das mesmas;
- de se recusar a responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resoluções 466/2012, 510/2016 e outras do Conselho Nacional de Saúde relacionadas à ética em pesquisa.

===

Concordo em participar da pesquisa intitulada: “QUE MATEMÁTICA É NECESSÁRIA PARA CONSTRUIR UMA MINIATURA? Uma proposta de ensino por meio da modelagem tridimensional”.

Recebi uma via assinada e rubricada deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Local, ____de _________de __________.

______________________________	______________________________
Nome e Assinatura do(a) participante	Cristiano Islon Gräff

Contato do pesquisador:
Nome: Cristiano Islon Gräff
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas
Telefone:
e-mail:

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, por favor consulte o **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)** responsável pela avaliação. Um CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

CEP/IFRS
E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br
Endereço: Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000
Telefone: (54) 3449-3340