



OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO APLICADA NA TERCEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS ESTADUAIS DA CIDADE DE FRANCA-SP

Pablo Silva Pereira ¹
Brínel Florêncio Mota ²
Gabriel Rossato Duarte ³
Sílvia Regina Viel ⁴

RESUMO

Este projeto objetiva trabalhar a construção de uma ponte de macarrão para revisar os conceitos matemáticos relacionados a geometria básica, através de uma oficina com a finalidade de estimular a prática matemática e mostrar sua importância no dia a dia. O trabalho é embasado nas teorias de Dolce e Pompeo (1993) para a geometria plana e espacial e Machado (2016) que trata da construção das pontes e da rigidez do triângulo. A ponte é iniciada pelas laterais, em seguida são confeccionados o topo e a base e, por fim, todos os elementos são unidos para formar a ponte como um todo. Espera-se alguns resultados: a construção do conhecimento dos conceitos matemáticos utilizados na confecção das pontes de forma prática por parte dos alunos; o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, cooperação entre os estudantes; e o desenvolvimento do tripé educacional que envolve o conteúdo, a prática e a questão relacional, por parte dos educandos, para que o objetivo principal possa ser alcançado, o que permitirá aos alunos observarem a necessidade de se compreender essa disciplina não só para fins escolares, mas para a vida e aplicações profissionais. A oficina atendeu às expectativas dos autores e todos os objetivos foram alcançados, inclusive permitiu o engajamento dos alunos, considerando a retomada das aulas presenciais após quase dois anos de estudos remotos.

Palavras-chave: Ponte de macarrão, Geometria, Matemática, Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

Uma oficina, no contexto educativo, pode ser considerada como sendo uma atividade de caráter lúdico e pedagógico que propõe desenvolver competências relacionadas às temáticas ligadas ao processo de aprendizagem escolar, através da expressão artística e da experimentação. “Toda oficina de atividades educacionais necessita promover a investigação,

¹ Graduando do curso de Licenciatura em Matemática do Uni-FACEF – Centro Universitário Municipal de Franca – SP, pablopereira19951@gmail.com;

² Graduando do curso de Licenciatura em Matemática do Uni-FACEF – Centro Universitário Municipal de Franca – SP, brinelmota@gmail.com;

³ Graduando do curso de Licenciatura em Matemática do Uni-FACEF – Centro Universitário Municipal de Franca – SP, gabrielrossatoduarte@gmail.com;

⁴ Professor orientador: doutorado em Educação Matemática, Uni-FACEF – Centro Universitário Municipal de Franca – SP, silviaviel@facef.br.

Em linhas gerais, a metodologia da construção da ponte de macarrão consiste em montar duas laterais compostas de retas paralelas, perpendiculares e transversais, uma base retangular e fechamento da parte superior com filetes de macarrão. Contudo, antes da construção da ponte de macarrão, foi realizada uma revisão dos conceitos de geometria plana e espacial, com ênfase no triângulo e suas aplicações como estrutura mais rígida conhecida. Durante a revisão, os alunos foram questionados sobre os conceitos apresentados e, conforme os ministrantes (pibidianos) obtinham as respostas, como incentivo, eles foram premiados com pirulitos. Para não gerar desigualdade e desconfortos, ao final da oficina, todos receberam os pirulitos como incentivo por participação em grupo.

Pode-se dizer que o objetivo do artigo, que é o de relatar a experiência, foi atingido com muito sucesso. O objetivo em relação aos alunos do E.M, que é o de propiciar reforço à formação matemática, também foi atingido, bem como o objetivo em relação a atividade do Pibid, que é o de apoiar e aperfeiçoar a formação dos bolsistas como futuros docentes. Foram observados importantes ganhos de experiência, entre eles, habilidade para planejamento e execução das atividades dentro do tempo disponível, habilidade de trabalho em equipe entre os ministrantes e entre os alunos, aprofundamento da relação aluno-professor e aprendizado dos conteúdos revisados. Em suma, as expectativas e as metas foram atingidas, considerando esta retomada às aulas presenciais após quase dois anos de estudos remotos.

PASSO A PASSO PARA CONSTRUÇÃO DAS PONTES DE MACARRÃO

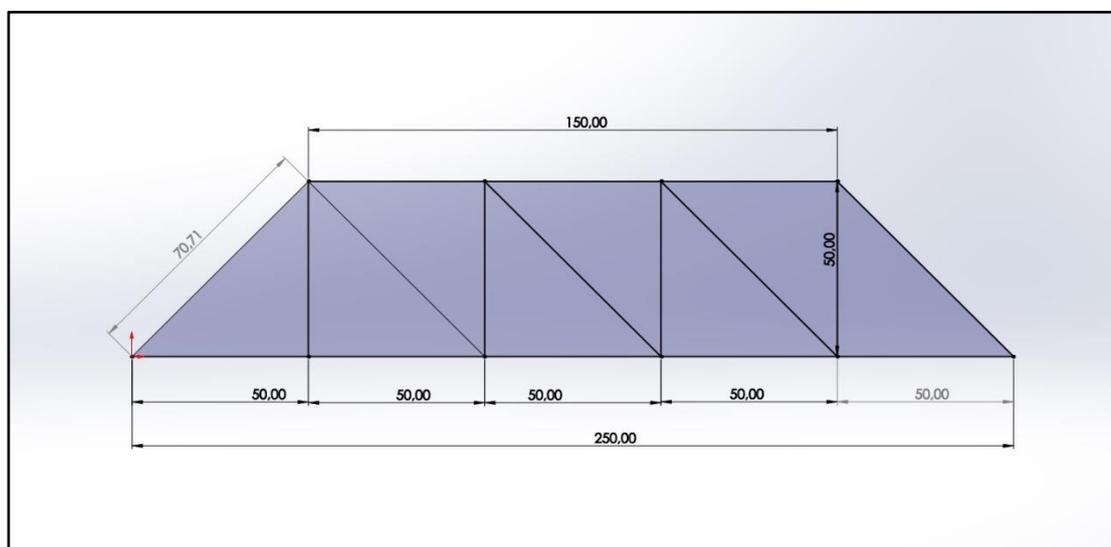
Uma ponte é uma estrutura utilizada para interligar, ao mesmo nível, pontos não acessíveis, separados por cursos d'água, vales, ou outros entraves naturais ou artificiais. Geralmente, as pontes são construídas com materiais metálicos em formato de treliças, devido ao custo mais acessível em comparação aos demais materiais disponíveis. Dadas as considerações anteriores, a oficina em questão é baseada na construção de pontes de macarrão no modelo treliçada, devido ao fácil manuseio dos materiais necessários para confecção, que são: macarrão tipo espagete número 8 (oito), cola branca, tesoura, régua, papel para confecção dos moldes e isopor para apoio dos elementos das pontes. O modelo virtual da ponte foi desenvolvido através do software denominado SolidWorks, que trabalha em três dimensões – 3D e foi muito útil para direcionar as dimensões necessárias para a confecção da ponte no modelo real, que foram: duas laterais, cada uma composta por um filete de macarrão (com quatro fios) medindo 25 cm, um filete de macarrão (com quatro fios) medindo 15 cm, quatro filetes de macarrão (com quatro fios) medindo 5 cm cada e cinco filetes de macarrão

(com quatro fios cada) medindo 7,07 cm cada; uma base, composta por dois filetes de macarrão (com quatro fios) medindo 25 cm cada, preenchidos, na parte superior, com fios de macarrão individuais, medindo 6 cm cada, para constituir o tabuleiro (piso) da ponte; e, por último, quatro filetes (com quatro fios cada) medindo 5cm cada, para conectar as laterais da ponte e formarem o topo.

Antes de serem passadas as instruções para os estudantes iniciarem suas pontes, os ministrantes da oficina optaram por revisar determinados conteúdos fundamentais para a construção da ponte, dispondo-se de material expositivo com uso do PowerPoint, por exemplo: explicações prévias sobre o que é a geometria plana, o que são figuras planas, o que são retas paralelas e perpendiculares, o que são ângulos e, por fim, quais são os conceitos mais importantes trabalhados nos triângulos.

A construção da ponte, então, se inicia pela montagem das laterais, momento em que foram trabalhados os conceitos de retas paralelas, retas perpendiculares, retas transversais, ângulos retos, ângulos agudos, ângulos obtusos e ângulos rasos e figuras planas (quadrados, retângulos, triângulos e trapézio). A imagem abaixo ilustra uma lateral feita à tinta, para que os alunos pudessem utilizar como molde para confecção:

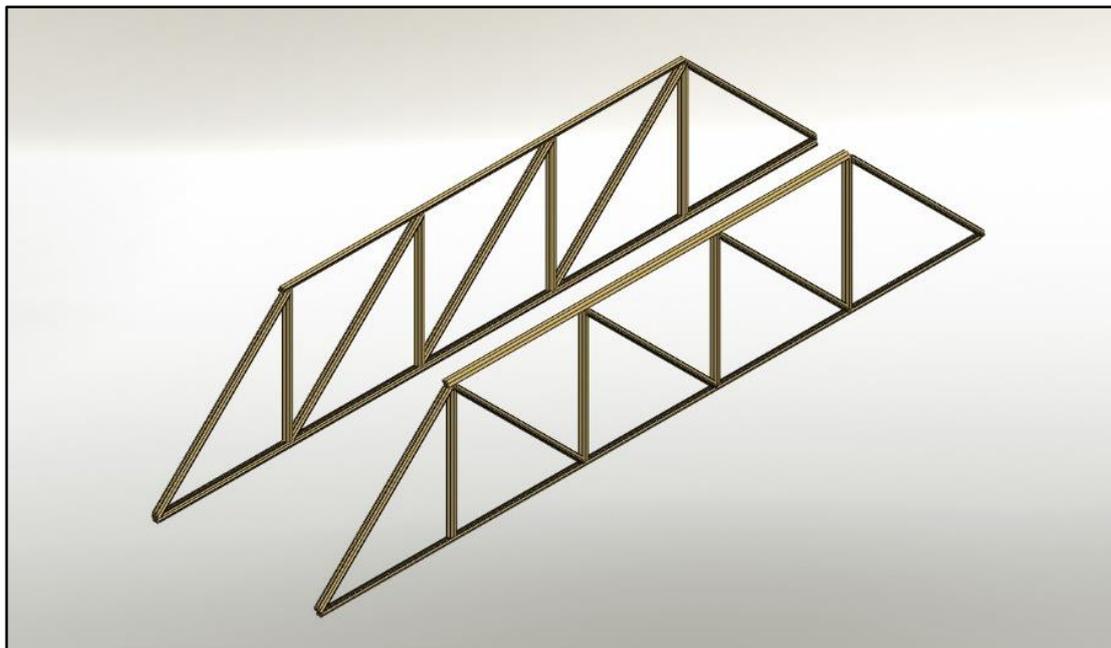
Figura 1 – Lateral da ponte de macarrão no molde.



Fonte: Autoria própria. 2021.

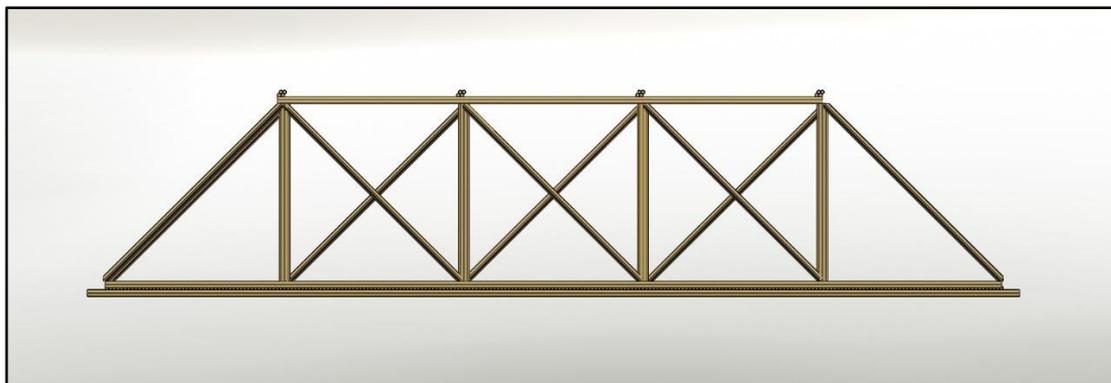
Para mostrar as duas laterais, que formaram trapézios, apesar de ser utilizado o mesmo modelo, elas foram posicionadas em sentido contrário, para que, ao olhar em vista lateral, fosse possível enxergar a interseção das diagonais da estrutura treliçada, conforme ilustram as figuras 2 e 3 a seguir:

Figura 2 – Laterais apresentadas individualmente.



Fonte: Autoria própria. 2021.

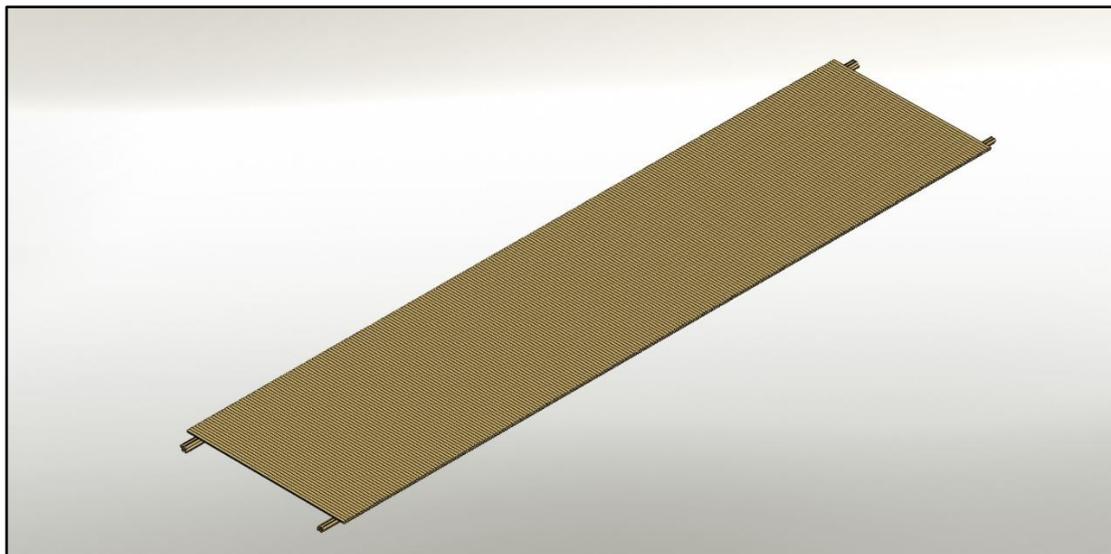
Figura 3 – Laterais em vista com interseção.



Fonte: Autoria própria. 2021.

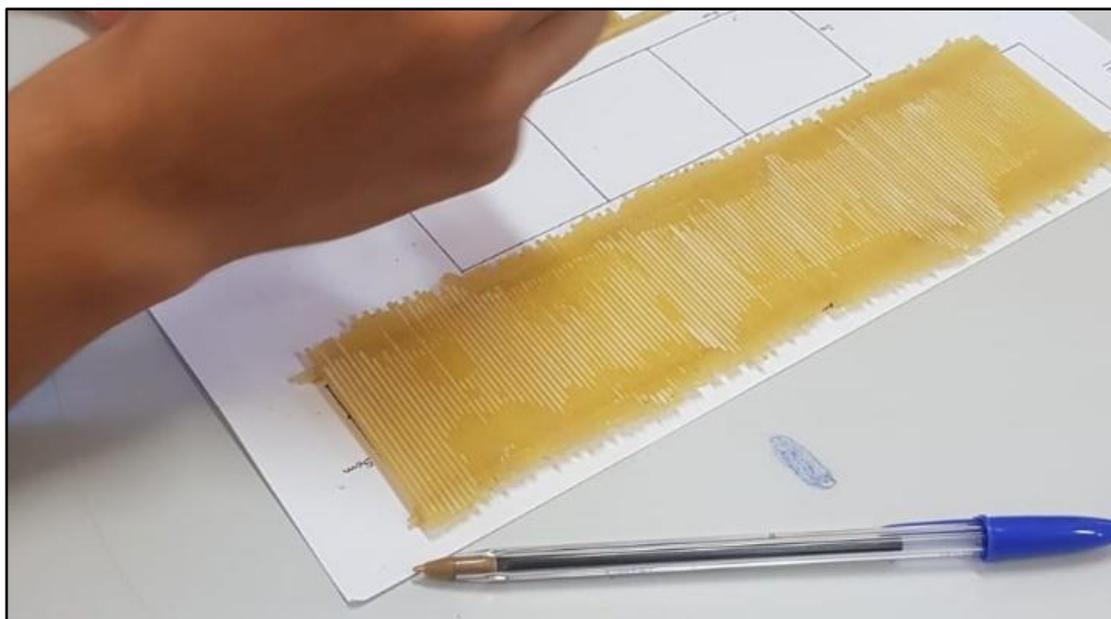
Em seguida, foi montada a base da ponte, ou tabuleiro (piso) e os seguintes conceitos foram revisados: retas paralelas, retas perpendiculares, ângulos retos e figura plana (retângulo – com ênfase na questão dos ângulos retos e da fórmula da área de superfície). Nesse momento, para preencher o tabuleiro, foram cortados, individualmente, fio a fio de macarrão, com medida de 6 cm e colados, com cola branca e instantânea, um ao lado do outro sobre os filetes de 25 cm, conforme mostra a figura 4 em SolidWorks e a figura 5 executada em sala de aula.

Figura 4 – Tabuleiro da ponte em SolidWorks.



Fonte: Autoria própria. 2021.

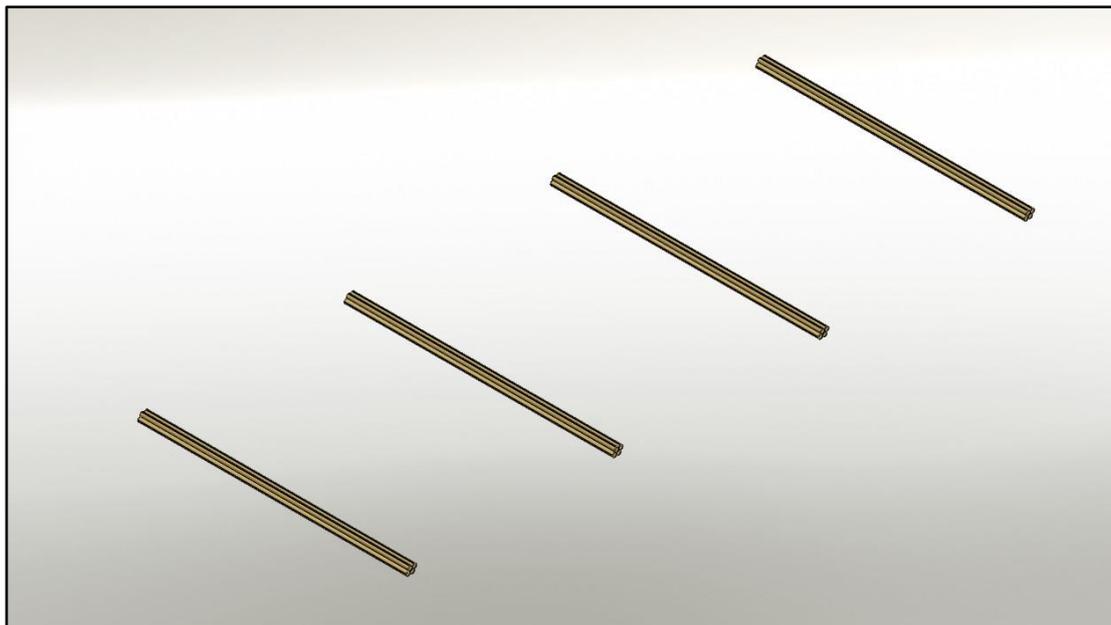
Figura 5 – Tabuleiro da ponte confeccionado em sala de aula.



Fonte: Autoria própria. 2021.

Após a base da ponte, o próximo passo foi a montagem dos filetes de macarrão para fecharem o topo da ponte e oferecerem certo travamento à estrutura, sendo cada filete de macarrão (com quatro fios cada) com medida de 6 cm, espaçados entre si por uma medida de 5 cm. A figura 6 ilustra esse procedimento:

Figura 6 – Filetes para o topo da ponte.

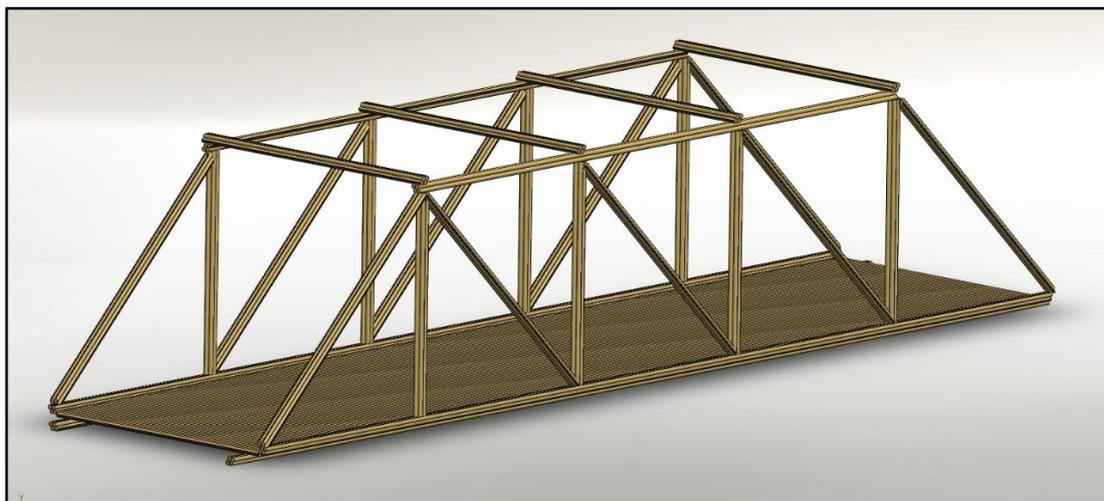


Fonte: Autoria própria. 2021.

Após serem colados os fios de macarrão, de todos os passos anteriores, os alunos utilizaram peças de isopor para apoio e secagem das laterais e dos demais elementos (base da ponte e filetes do topo).

Na sequência, deu-se continuidade na junção dos componentes que formam a estrutura do prisma trapezoidal da ponte. Primeiro, foram unidas as laterais à base e, em seguida, foram posicionados e colados os filetes do topo junto às laterais com a finalidade de travamento da estrutura, conforme ilustram a figuras 7 em SolidWoks e a figura 8 montada em sala de aula:

Figura 7 – Modelo 3D completo em SolidWorks.



Fonte: Autoria própria. 2021.

conceito de retas paralelas, que, conforme definido por Dolce e Pompeo (1993, p. 61) “duas retas são paralelas se, e somente se, são coincidentes (iguais) ou são coplanares e não têm nenhum ponto comum.” Já a definição de retas perpendiculares pode ser entendida como duas retas que se cruzam, formando ângulo reto, ou, nas palavras de Dolce e Pompeo (1993, p. 80, “duas retas são perpendiculares, se e somente se, são concorrentes e formam ângulos adjacentes suplementares congruentes.”

Abordadas as retas, passamos a tratar de ângulos (agudos, obtusos, retos e rasos). Um ângulo é agudo, quando este é menor que um ângulo reto (90°), isto é, em expressão matemática $\alpha < 90^\circ$; já um ângulo obtuso é um ângulo maior que um ângulo reto (90°) e menor que um ângulo raso (180°), ou seja, $90^\circ < \alpha < 180^\circ$.

A sequência de revisão descrita anteriormente, foi importante para que fosse possível abordar o conceito de triângulo, como figura plana, que é o elemento mais visível na estrutura da ponte. Um triângulo é uma figura de três lados e três ângulos, sendo a somatória dos ângulos resultante em 180° e, para os lados, é seguida a condição de existência “[...] que diz que: ‘em qualquer triângulo, cada lado é menor que a soma dos outros lados’”. (IEZZI; DOLCE; MACHADO, 1993, p. 102 apud MACHADO, 2016, p. 42), ou seja, para um triângulo qualquer de vértices A, B e C, a condição de existência é $\overline{AB} < \overline{AC} + \overline{BC}$.

A respeito da rigidez de uma figura, podemos dizer que uma figura é rígida, se não podemos construir com os mesmos segmentos de seus lados, outra figura distinta. No caso do triângulo isto é verdade. Dado um triângulo qualquer, não é possível alterar sua forma sem quebrar seus lados, ou seus vértices.

Na construção da ponte, nas suas laterais, para assegurar a rigidez de uma figura, no caso o triângulo, foram adicionados segmentos transversais às retas paralelas, tanto na horizontal quanto na vertical, formando, assim, triângulos retângulos que geraram uma treliça. As treliças são compostas de “[...] triângulos interligados, capazes de suportar e transportar as forças de tração e compressão de modo equilibrado, de forma a não permitir que a estrutura entorte ou quebre.” (MACHADO, 2016, p. 56).

Consideradas as teorias anteriores, juntas, elas formam o prisma trapezoidal que é uma forma contida na geometria espacial delimitado por dois planos, planos esses que contém as duas laterais da ponte de macarrão. Um prisma é um sólido geométrico definido no espaço tridimensional. Para sua definição, precisa-se de um plano α (alfa), um polígono paralelo ao plano e uma reta r concorrente a ele. A junção de segmentos de reta paralelos a r , que tem como limites o polígono e o plano, resulta no sólido que conhecemos como prisma. Para Dolce e Pompeo (2013, p. 136): “[...]Chama-se prisma (ou prisma convexo) à reunião de

todos os segmentos congruentes e paralelos a PQ, com uma extremidade nos pontos do polígono e situados em um mesmo semiespaço dos determinados por α .”

Esses foram os conceitos teóricos abordados na revisão previamente à construção das pontes.

DISCUSSÃO E RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA OFICINA

Os resultados e discussões das oficinas aplicadas, decorrem das observações e apontamentos dos ministrantes, bem como da análise da Tabela 1 – Levantamento estatístico de desempenho, que mostra a porcentagem de pontes concluídas em relação ao total de pontes propostas.

Tabela 1 - Levantamento estatístico de desempenho

	Quantidade de salas	Quantidade de pontes propostas	Quantidade de pontes concluídas parcialmente	Quantidade de pontes concluídas totalmente	Porcentagem de pontes concluídas
Escola 1	4	20	13	7	35%
Escola 2	1	6	-	6	100%

Fonte: Autoria própria, 2021.

Na escola 1, local onde foi proposta a construção de vinte pontes e concluídas apenas sete delas, foi possível observar que o baixo desempenho pode estar relacionado a alguns fatores: o primeiro contato com a atividade, a quantidade de alunos e a inexperiência dos mediadores.

Ao executar-se uma proposta de trabalho pela primeira vez, tem-se sempre mais contratempos, visto que no planejamento da atividade não é possível prever todos os eventos possíveis. Por outro lado, esses mesmos incidentes tornam-se experiências enriquecedoras, que podem facilitar as aulas posteriores, como foi observado na realização desse trabalho.

Da mesma maneira, quando se tem uma classe muito numerosa, no decorrer da atividade, podem aparecer dificuldades na condução do processo de desenvolvimento e controle da disciplina. Os ministrantes apontaram que essa é uma competência ainda em desenvolvimento, visto que os mesmos são estudantes de licenciatura (pibidianos).



Pode-se observar então, que o maior entrave ao bom aproveitamento e maior desempenho em uma atividade escolar, seja ela uma aula, uma oficina, um trabalho em grupo, entre outros, centraliza-se no condutor da atividade, o docente. Porém, o desenvolvimento da “arte” de prender a atenção do estudante, é uma prática que leva tempo para ser adquirida, mas pode chegar ao ponto de o docente ser tão respeitado e admirado pela turma, que nada irá se opor ao aprendizado da mesma. Considerando que as atividades presenciais estão sendo retomadas, pouco a pouco, após os altos picos de transmissões da pandemia da Covid-19, o contato presencial entre pibidianos e alunos foi pequeno, em virtude disso, os pibidianos tiveram um curto período de tempo para por em prática a arte do ensinar de forma presencial. Os pibidianos destacaram que, quando o professor se torna um verdadeiro líder em sala de aula, ele naturalmente irá transformar seus tutelados em outros líderes, que poderão, inclusive, ter autonomia de continuar o desenvolvimento das atividades na sua ausência.

Na escola 2, obteve-se cem por cento de êxito, contudo o cenário era bem diverso da escola 1. O trabalho foi realizado com uma turma de estudantes representando um quinto da primeira escola e uma quantidade superior de condutores da atividade, visto que não foi preciso dividir os mesmos em função de se ter uma turma reduzida. Outro ponto importante a observar, é que a supervisora é a professora de todas as três salas durante o ano leito de 2021 e esteve presente em todo o tempo da atividade, o que não ocorreu na escola 1 devido à simultaneidade na aplicação da oficina. Ao ministrar a oficina na escola 2 com mais condutores e menos estudantes, foi oferecido um suporte mais acentuado em relação à escola 1, o que, na visão dos ministrantes, supriu a falta de experiência e resultou em maior rendimento, no caso, todas as pontes foram concluídas.

De modo geral, com a aplicação dessa oficina, os autores obtiveram resultados significativos por parte dos educandos e o objetivo principal foi alcançado, além do mais, a oficina foi uma forma de trazer o uso concreto da matemática em uma aplicação que tem também um simbolismo muito forte para esse momento pós pandemia – a ponte, o que permitiu aos alunos também observarem a necessidade de se compreender essa disciplina não só para fins escolares, mas para a vida e aplicações profissionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido junto aos terceiros anos do Ensino Médio das duas escolas estaduais de Franca-SP, mostrou-se bastante produtivo e resultou numa revisão proveitosa dos conteúdos previstos, por parte dos alunos. A construção da ponte de macarrão foi feita



coletivamente em grupos de até cinco alunos e foi uma atividade considerada por eles muito atrativa e diferenciada das atividades rotineiras dentro de sala de aula. Os autores desse trabalho consideraram que a oficina propiciou o desenvolvimento da habilidade de trabalho em equipe, além disso, colocou os alunos como protagonistas no desenvolvimento da mesma. Em síntese, a oficina atendeu às expectativas dos autores e todos os resultados foram alcançados: a revisão de conceitos matemáticos utilizados na construção da ponte de forma prática por parte dos alunos; o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, cooperação entre os estudantes e o desenvolvimento do tripé educacional que envolve o conteúdo, a prática e a questão relacional, inclusive resultou no engajamento dos alunos cooperando entre si, nessa retomada às aulas presenciais após quase dois anos de estudos remotos.

Por último, o presente trabalho pode servir como base para novas aplicações de oficinas do gênero, ou até mesmo para possíveis publicações relacionadas aos temas da revisão de conteúdos abordados na seção de metodologia.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Agradecimento aos professores e aos alunos das duas escolas estaduais da cidade de Franca/SP, que participaram da atividade.

À orientadora pelo apoio e incentivo à pesquisa, bem como pela disposição nos momentos de orientação.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Renata Chaves *et al.* As oficinas educativas enquanto metodologia educacional. Anais IV CONEDU... Campina Grande: **Realize Editora**, 2017. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/35945>>. Acesso em: 01 dez. 2021.

DOLCE, Osvaldo. POMPEO, José Nicolau. *Fundamentos de Matemática Elementar: Geometria Plana*. Volume 9. 7 ed. São Paulo: **Editora Atual**, 1993.

_____. *Fundamentos de Matemática Elementar: Geometria Espacial*. Volume 10. 7 ed. São Paulo: **Editora Atual**, 2013.



MACHADO, Guilherme Coelho. *O estudo dos triângulos através da observação de estruturas treliçadas e sua aplicação em competição de construção de pontes de espaguete*. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2017/09/23112016Guilherme-Coelho-Machado.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2021.

OLIVEIRA, Sheila Fernandes Pimenta e. *Estrutura e formatação de trabalhos acadêmicos: compilação e discussão das normas da ABNT e atalhos facilitadores para digitação*. 5 ed. Franca: **Uni-FACEF**, 2019.

PERRENOUD, Philippe. *Dez novas competências para ensinar*. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: **Artmed**, 2000. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B8jeXMvFHiD-S2VFbFNEdUZuWTQ/preview?resourcekey=0-__qt3iktkjcXDm6TeEtZMA>. Acesso em: 01 dez. 2021.