

PROJETOS DE TRABALHO NO ENSINO MÉDIO: O PROJETO REFORMA DA ESCOLA E O DESENVOLVIMENTO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS

Work projects in High School: The project School Reform and the development of mathematical knowledge

Valmir Ninow
Carmen Teresa Kaiber

Resumo

Este artigo apresenta resultados do projeto Reforma da Escola, desenvolvido por um grupo de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede Estadual de Educação do Município de Farroupilha/RS, no âmbito de um trabalho cujo objetivo foi investigar o desenvolvimento de Projetos de Trabalho considerando diferentes estratégias, procedimentos e recursos visando à construção de conhecimentos matemáticos. Teoricamente o trabalho buscou respaldo nos aportes de Martins (2013), Mora (2003), Hernández (1998) e Hernández e Ventura (1998), sendo que, metodologicamente a investigação se inseriu em uma perspectiva qualitativa embasada nas ideias de Bogdan e Biklen (1994). Resultados apontam que, no que se refere aos conhecimentos matemáticos, o projeto possibilitou a retomada e o desenvolvimento de assuntos relacionados à Geometria Plana e Espacial (semelhança de triângulos, relações métricas no triângulo retângulo, área e volume). Constituiu-se, também, em possibilidade de modificação do papel do professor e dos estudantes, a estes permitindo tornarem-se sujeitos atuantes e participativos, a partir de ações que envolveram trabalho em grupo, organização, planejamento, pesquisa e o enfrentamento e a solução de situações tanto práticas quanto teóricas.

Palavras-chave: Projetos de Trabalho. Ensino Médio. Geometria Plana e Espacial.

Abstract

This study presents the results of the project *School Reform*, developed by a group of 11th graders in a public school in the city of Farroupilha, state of Rio Grande do Sul, Brazil. The aim was to investigate the development of work projects considering different strategies, procedures and resources in the construction of mathematical knowledge. The works developed by Martins (2013), Mora (2003), Hernández (1998), and Hernández and Ventura (1998) comprised the theoretical framework. The methodology followed the qualitative perspective based on the ideas by Bogdan and Biklen (1994). The results indicate that, in terms of mathematical knowledge, the project afforded to develop topics of Plane and Spatial Geometry (similarity of triangles, measurements in right triangles, area, and volume). Also, results show that it is possible to change the role of the teacher and of students, in a process where these become active and participating subjects based on actions that involve group work, organization, planning, research and approaching and solving problems, both practical and theoretical.

Keywords: Work Projects. High School. Plane and Spatial Geometry.

Introdução

Visando qualificar o Ensino Médio, no Brasil, propostas de melhorias na educação têm sido apresentadas, enfatizando a importância da investigação educativa e da atitude de pesquisa no contexto do processo de ensino e aprendizagem desenvolvido nas escolas.

Dessas propostas, pode-se destacar a que envolve o desenvolvimento de Projetos de Trabalho, uma vez que favorece a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares com a possibilidade de integrar os diferentes saberes disciplinares (BRASIL, 2006). De acordo com Hernández e Ventura (1998), os Projetos possuem grande potencial para desenvolver habilidades e competências exigidas e necessárias a estudantes e cidadãos, buscando, assim, vincular o que se aprende na escola com as preocupações dos alunos referentes às questões fora do ambiente escolar, de âmbito cultural, social, político e econômico.

No que se refere à Matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) apontam para a contextualização dos conteúdos matemáticos do Ensino Médio, de maneira a propiciar ao estudante o aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser. Martins (2013) destaca que essas quatro proposições da educação, indicadas pela UNESCO (2011) como base estruturadora para uma sociedade contemporânea, são possíveis de serem desenvolvidas a partir de Projetos de Trabalho, os quais podem contribuir de maneira significativa para a formação integral do estudante.

Nesse sentido, acredita-se que, a partir do trabalho com Projetos, seja possível desenvolver os conteúdos matemáticos, possibilitando aos estudantes fazerem conexões entre os conteúdos aprendidos em sala de aula e o mundo em que vivem, tendo a oportunidade, também, de desenvolver as capacidades de pesquisar, refletir, analisar, argumentar, trabalhar em grupo, bem como exercitar a capacidade de tomar decisões. Desse modo, entende-se que o processo de ensino e aprendizagem pode tornar-se mais dinâmico e significativo e o professor pode assumir funções outras, que vão muito além da transmissão de conhecimentos.

Neste artigo, apresenta-se o projeto Reforma da Escola, desenvolvido por um grupo

de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Farroupilha, na cidade de Farroupilha/RS. O projeto visou à retomada e ao desenvolvimento de conhecimentos relacionados à Geometria Plana e Espacial, a partir de dados coletados pelos estudantes na escola, construções de plantas e de maquetes no *software SketchUp*, bem como ações que envolvem o levantamento de custo de materiais de construção, em um possível projeto de reforma da escola, na perspectiva dos Projetos de Trabalho.

Sobre Projetos de Trabalho

Os Projetos de Trabalho surgiram, no Brasil, por volta da década de 1930, juntamente com a difusão do ideário da Escola Nova, e propagaram-se no país como uma metodologia de educação mais flexível, dando possibilidade ao aluno de se pronunciar e se tornar o centro do processo educativo (MORA, 2003). Mas foi somente após a década de 1980, segundo Santos (2011), a partir das reformas educacionais brasileiras influenciadas pelas ocorridas na Espanha, que o ideário de Projetos de Trabalho voltou a causar interesse. Foi também nesse período que Fernando Hernández desenvolveu suas ideias sobre os Projetos de Trabalho, que buscaram inovar a prática pedagógica aproximando o conteúdo programático da realidade vivida pelo estudante, buscando superar os limites da fragmentação curricular (SANTOS, 2011).

De acordo com Hernández e Ventura (1998), os Projetos de Trabalho buscam estabelecer uma ligação entre teoria e prática, introduzindo uma proposta de mudança na organização curricular da escola. A busca é pela possibilidade de o conhecimento tornar-se significativo ao aluno, quando este faz conexões com a realidade, com aquilo que já sabe sobre o problema, com suas referências internas e externas, as quais, por meio do diálogo e questionamentos entre professor e aluno, se construirão adequadamente num processo de ensino e aprendizagem (HERNÁNDEZ, 1998). Ainda, segundo o autor,

Os projetos de trabalho são uma resposta à necessidade de realizar uma organização globalizada e atualizada dos conhecimentos e das informações trabalhadas na

escola. O sentido da globalização não consiste em um somatório de informações disciplinares, mas em encontrar o nexos, a estrutura cognitiva, o problema central, que vincula os conhecimentos e possibilita a aprendizagem. (HERNÁNDEZ, 2000, p.135)

Nesse sentido de globalização dos conhecimentos e das informações, Hernández (1998) salienta que os Projetos de Trabalho indicam outra maneira de construir o conhecimento escolar, baseado na interpretação da realidade, e orientado para o estabelecimento de relações entre a vida dos estudantes, professores e o conhecimento advindo das disciplinas e de outros saberes não disciplinares. Aponta, ainda, que esses fatores favorecem o desenvolvimento de estratégias de indagação, interpretação e apresentação do processo seguido, ao ser estudado um tema ou um problema que, por sua complexidade, favorece o conhecimento dos alunos e dos docentes, de si mesmos e do mundo.

Segundo Santos (2011), os aspectos essenciais dos Projetos de Trabalho são a indagação crítica, como estratégia de conhecimento, e a aprendizagem contínua para a compreensão e a ação, levando em consideração a pesquisa como a atividade central. A pesquisa, nessa perspectiva, é realizada contextualizando o tema, estabelecendo estratégias de ação para a coleta de dados e procedendo à análise ou interpretação da realidade estudada.

Nesse contexto, concorda-se com os Parâmetros Curriculares Nacionais quando destacam que, para desenvolver um trabalho com Projetos,

[...] o professor deve estabelecer os objetivos educativos e de aprendizagem, selecionar conteúdos conceituais e procedimentais a serem trabalhados, preestabelecer atividades, provocar reflexões, facilitar recursos, materiais e informações e analisar o desenvolvimento individual de cada aluno. Essa modalidade de trabalho pode ser muito educativa, ao dar espaço para os alunos construírem e socializarem conhecimentos relacionados a

situações problemáticas significativas, considerando suas vivências, observações, experiências, inferências e interpretações. (BRASIL, 2006, p.85)

Dessa forma, os professores, ao adotarem o trabalho com Projetos, podem colocar em ação aulas investigativas, as quais permitam aos estudantes o rompimento com o estudo baseado em um currículo linear e fechado, oportunizando maior chance de ampliar seu raciocínio, rever suas concepções e superar suas dificuldades. Apresenta-se a oportunidade para os estudantes perceberem a Matemática como uma construção socio-histórica, impregnada de valores que influenciam a vida humana. Além disso, também aprenderão a valorizar o processo de criação do saber (BRASIL, 2006).

Particularmente em relação à Matemática, entende-se que os Projetos de Trabalho mostram-se como um caminho adequado para o desenvolvimento de conhecimentos e procedimentos próprios da disciplina, pois buscam promover o entrelaçamento entre a teoria e a prática, proporcionando uma conexão entre possíveis conteúdos matemáticos a serem desenvolvidos e as aplicações dos mesmos em situações reais. Trata-se, ainda, de uma atividade de pesquisa em que os estudantes buscam fontes e utilizam procedimentos para compreender e relacionar os dados coletados criando possibilidades para o desenvolvimento de uma prática reflexiva. Permite que temas ou problemas sejam pesquisados, soluções sejam apresentadas e novos conhecimentos sejam produzidos, além de promover o trabalho em grupo e a discussão das pesquisas em sala de aula (SANTOS, 2011). Dessa maneira, os temas ou problemas possibilitam integrar diferente saberes, na qual “sua função articuladora é a de estabelecer relações compreensivas que possibilitem novas convergências geradoras” (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

No que se refere à organização de um trabalho com projetos, autores como Martins (2013), Nogueira (2005), Mora (2003) e Hernández e Ventura (1998) apresentam suas visões sobre as etapas do desenvolvimento de um Projeto de Trabalho, porém todos têm em comum a escolha do tema, o qual deve ser do interesse dos

estudantes, a necessidade de um planejamento a ser seguido, o desenvolvimento da pesquisa e a apresentação de um trabalho final.

Levando-se em consideração esses pontos em comum, optou-se por seguir as orientações apontadas por Mora (2003) para o desenvolvimento dos projetos junto aos estudantes, pois

se entende que, em sua perspectiva, o autor apresenta uma síntese completa das principais características de um Projeto de Trabalho.

O autor aponta que o desenvolvimento de um Projeto de Trabalho apresenta cinco fases, as quais são apresentadas e descritas no quadro da Figura 1.

Figura 1 – Fases do desenvolvimento de Projetos de Trabalho.

Fases	Descrição	Características
Fase I	Definição dos temas.	Devem ser relevantes e de interesse dos alunos.
Fase II	Discussão e planejamento.	Discussão entre alunos e professores sobre a possibilidade de realização e o planejamento das atividades.
Fase III	Organização das ações a serem realizadas.	São estabelecidas as ações, os prazos, a bibliografia e os recursos materiais, humanos e técnicos.
Fase IV	Desenvolvimento dos projetos.	Realização da pesquisa (planejar, elaborar, produzir) e verificação dos processos (replanejar, reelaborar, reproduzir).
Fase V	Finalização dos projetos.	Socialização dos resultados, discussão dos projetos apresentados, reformulação dos projetos e entrega de relatório final.

Fonte: Mora (2003).

Assume-se, portanto, a ideia de que os Projetos possibilitam o trabalho com temas de interesse dos estudantes, constituindo-se em um espaço para o ensino e aprendizagem não só de conteúdos específicos, mas, também, de procedimentos, valores e princípios. Possibilitam, também, o desenvolvimento de um trabalho colaborativo entre os participantes, no qual os estudantes assumem a responsabilidade pela sua aprendizagem e o professor atua como um orientador que investiga e compartilha conhecimentos.

O trabalho desenvolvido: aspectos metodológicos

O projeto foi desenvolvido por quatro alunos da turma 302 do terceiro ano do Ensino Médio, do Colégio Estadual Farroupilha, em Farroupilha, no ano de 2013. O grupo optou por trabalhar com essa temática motivado pela necessidade de a escola ser reformada após ser atingida por um temporal no final do ano de 2012. O referido projeto faz parte de uma pesquisa de Mestrado cujo objetivo foi investigar o

desenvolvimento de Projetos de Trabalho que integrem diferentes estratégias, procedimentos e recursos visando à construção de conhecimentos matemáticos juntos a estudantes do Ensino Médio.

Optou-se por uma investigação de base qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a abordagem qualitativa caracteriza-se por ter o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento, predominância de dados descritivos e sua análise tendendo a seguir um processo indutivo. Os autores apontam, ainda, que nesse tipo de pesquisa o processo é mais importante que o produto, sendo que o destaque é para o significado que os envolvidos atribuem às coisas. Nesse contexto, os procedimentos e instrumentos adotados pelo professor/pesquisador para a coleta de dados e análise das atividades desenvolvidas contam com a observação participativa e registro em diário de campo, gravações em áudio, vídeo e fotos das atividades realizadas, análise dos registros da produção dos estudantes, a partir das atividades do projeto, redação do relatório final e apresentações dos trabalhos.

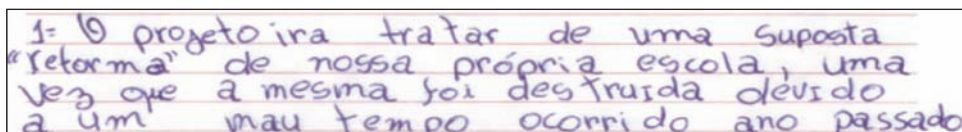
O projeto Reforma da Escola

O projeto desenvolvido foi elaborado seguindo as fases propostas por Mora (2003), já destacadas, as quais passam a ser descritas e analisadas.

Na primeira fase, o Grupo-B definiu o tema do projeto a partir de discussões que levaram em

consideração que a Escola, recentemente, havia sofrido sérios danos em função de um temporal. Assim, o grupo optou por desenvolver seu projeto em torno de uma possível reforma da escola. A proposta de trabalho apresentada pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 – Definição do tema do projeto do Grupo-B.



1º O projeto irá tratar de uma suposta "reforma" de nossa própria escola, uma vez que a mesma foi destruída devido a um mau tempo ocorrido ano passado.

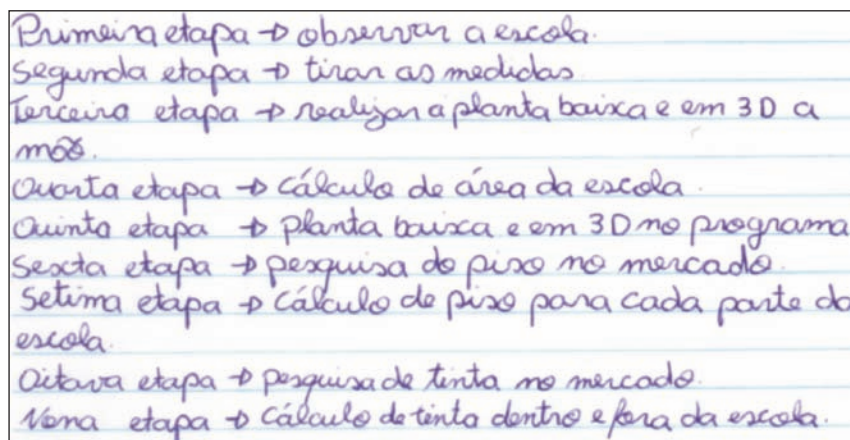
Fonte: a pesquisa.

Após a apresentação por escrito do tema, o professor/pesquisador se reuniu com o grupo de estudantes para discutir a viabilidade do desenvolvimento do projeto com o tema proposto e estabelecer os objetivos. Assim, ficou definido que o objetivo era identificar o

material necessário para a reforma, bem como o seu custo.

Na segunda fase, os estudantes realizaram o planejamento, estabelecendo as ações necessárias para alcançar o objetivo proposto, as quais são apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Planejamento do projeto Reforma da Escola.



Primeira etapa -> observar a escola.
 Segunda etapa -> tirar as medidas.
 Terceira etapa -> realizar a planta baixa e em 3D a mão.
 Quarta etapa -> Cálculo de área da escola.
 Quinta etapa -> planta baixa e em 3D no programa.
 Sexta etapa -> pesquisa do piso no mercado.
 Setima etapa -> Cálculo do piso para cada parte da escola.
 Oitava etapa -> pesquisa de tinta no mercado.
 Nona etapa -> Cálculo de tinta dentro e fora da escola.

Fonte: a pesquisa.

Os estudantes optaram por um planejamento inicial a partir de etapas a serem cumpridas semanalmente e estabeleceram, em uma terceira fase, um cronograma com as ações a serem desenvolvidas, como pode ser visto na

Figura 4. Ficou estabelecido, também, que cada componente do grupo seria responsável pela realização de uma parte das atividades, as quais seriam, posteriormente, reunidas e discutidas por todos os integrantes do grupo.

Figura 4 – Cronograma de ações do Grupo-B.

Primeira semana: observaremos a escola num modo geral, haverá os primeiros rascunhos sobre o desenho da escola.

Segunda semana: uma pessoa do grupo vai tirar as medidas e anotar.

Terceira semana: utilizaremos os conhecimentos adquiridos nas aulas de matemática para realizar os cálculos da área da escola.

Quarta semana: um dos componentes do grupo começará a fazer a planta baixa e em 3D a mão.

Quinta semana: começaremos a desenvolver o desenho do planta baixa e em 3D no programa Sketch up que o professor nos auxiliará a baixar.

Sexta semana: um dos componentes do grupo vai buscar informações sobre os preços e medidas do piso.

Sétima semana: com as informações do piso e as informações das medidas da escola será feito o cálculo de quantas ljetas será utilizado em cada ambiente escolar.

Oitava semana: componentes do grupo irão até uma loja de tinta para pegar os preços das tintas.

Nona semana: será calculado toda as paredes dentro e fora descontando as janelas. Assim, obtendo o valor total em m^2 da escola, após será feito os cálculos para saber quanto de tinta que será utilizada e o valor.

Fonte: a pesquisa.

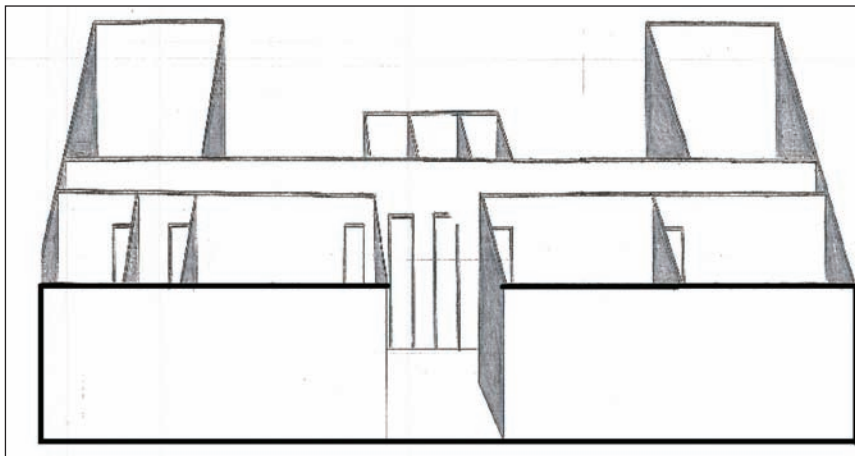
Dando sequência ao desenvolvimento do projeto, na quarta fase os estudantes, a partir da observação de toda a estrutura da Escola, passaram a elaborar um esboço das plantas baixas

dos prédios que a compõem. A Figura 5 destaca um primeiro esboço da planta baixa do prédio principal da Escola, realizado sem o uso de uma escala adequada.

Após a construção da planta baixa da escola em escala, os alunos iniciaram um esboço em perspectiva, utilizando conhecimentos de

desenho geométrico e de escala, conforme destacado na Figura 7.

Figura 7 – Esboço em perspectiva do primeiro piso da escola.



Fonte: a pesquisa.

Para chegar a uma planta considerada adequada, foram elaborados vários esboços. Observando-se os diferentes esboços apresentados, é possível perceber que ocorreu o aprimoramento das técnicas de desenho por parte dos estudantes. Ao efetuar a construção da planta, os estudantes tiveram a oportunidade de observar a presença de distintas formas geométricas planas e espaciais, tais como: retângulo, quadrado, trapézio, triângulos, losango, cilindro e paralelepípedo, retomando aspectos já estudados tais como diferenças entre figura geométrica espacial e plana, polígonos e poliedros, bem como propriedades de triângulos e quadriláteros e cálculo de área.

Nesses momentos de descobertas e sínteses por parte dos estudantes, foi importante a participação do professor no acompanhamento das atividades. Assim, a partir do momento em que dados e condições não são observados, ou que equívocos e erros são cometidos, o professor pode contribuir com colocações ou apontamentos os quais despertaram um olhar crítico dos estudantes e possibilitou a discussão, reflexão e tomadas de decisão sobre novos encaminhamentos.

Após essa primeira etapa, os alunos realizaram uma série de cálculos das áreas da parte interna da Escola, buscando verificar a quantidade

de material necessário, especificamente para uma troca do piso, ao mesmo tempo em que iniciaram uma pesquisa sobre tipos e preços de cerâmicas existentes no mercado, adequadas ao ambiente. Por fim, os tipos de cerâmica foram escolhidos considerando a qualidade e preço dos produtos. Todo esse trabalho, embora tenha demandado tempo e possibilitado muitas discussões, especialmente em relação à escolha dos materiais, matematicamente transcorreu com tranquilidade, uma vez que envolveu, basicamente, cálculos de áreas de figuras planas e custo do material.

Concluída a etapa referente à parte interna da escola, o grupo iniciou os trabalhos com a parte externa. Optaram por, primeiramente, refazer medições já feitas, pois tinham dúvidas com relação à correção das medidas anteriormente realizadas.

A partir desse momento, o grupo decidiu realizar uma divisão de tarefas buscando tornar o trabalho mais ágil. Assim, um estudante ficou incumbido de começar a manusear o *software SketchUp* e realizar as primeiras construções de uma planta da Escola no mesmo; outro ficou encarregado de pesquisar o preço de materiais, e outros dois ficaram responsáveis pelas medições e cálculos. Essa tomada de decisão em relação

à divisão de tarefas foi realizada após uma discussão sobre vantagens e desvantagens: se, por um lado, necessitavam de mais rapidez no desenvolvimento das tarefas, por outro cada um teria um domínio maior sobre somente parte do trabalho. Por fim, decidiram-se pela divisão de tarefas para, posteriormente, socializar no grupo as descobertas e os conhecimentos produzidos.

No que se refere à área externa da escola, no *hall* de entrada os estudantes se depararam

com uma estrutura em formato de triângulo e decidiram realizar as medições da mesma. O grupo não conseguiu realizar todas as medições devido à altura em que se encontrava a estrutura e sua localização em frente de um telhado que faz parte do corredor de acesso ao prédio principal da Escola. Porém, como pode ser observado na Figura 8, os estudantes concluíram que se tratava de um triângulo isóscele.

Figura 8 – Imagem da estrutura triangular da frente da escola.



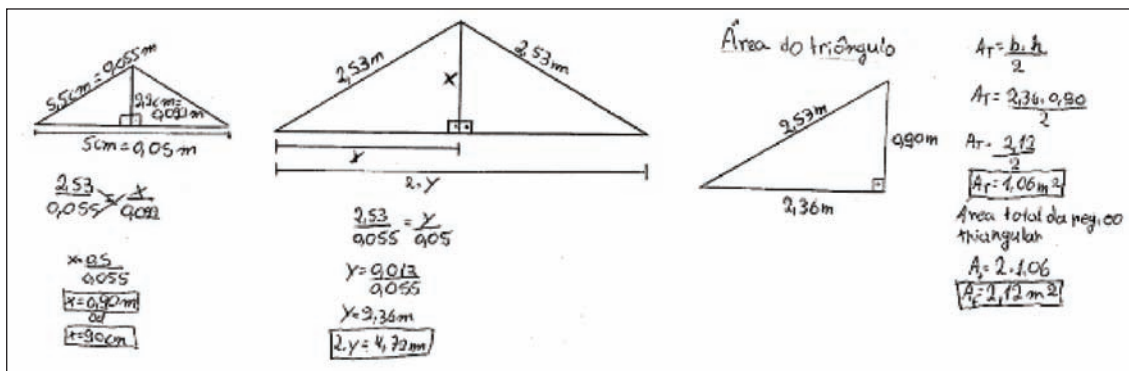
Fonte: a pesquisa.

Cientes de que deveriam ter conhecimento sobre triângulos e suas propriedades, os estudantes partiram para uma pesquisa sobre a questão. Em seguida, reuniram-se com o professor e, após discussões, concluíram que talvez a semelhança de triângulos fosse uma alternativa para solucionar o problema. Como não ocorreu aos estudantes nada que pudessem utilizar para fazer a comparação, o professor/pesquisador

apontou a possibilidade de utilizarem uma foto do prédio que está no *hall* de entrada do prédio principal da Escola.

Assim, a partir das medições referentes à figura triangular da foto, os estudantes construíram triângulos semelhantes e fizeram os cálculos necessários para solucionar o problema das medidas e o cálculo da área da estrutura triangular, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Representação de triângulos semelhantes e a área do triângulo.



Fonte: a pesquisa.

Nessa atividade, percebe-se que as ideias em torno da semelhança de triângulos foram utilizadas de forma adequada, porém equívocos foram cometidos na realização dos cálculos, principalmente com os arredondamentos realizados. Retomando os cálculos (Figura 9), o primeiro erro cometido está relacionado ao cálculo de

$$\frac{2,53}{0,055} = \frac{x}{0,022}$$

o qual a multiplicação de 2,53 por 0,022 resulta em 0,05566, arredondado para 0,05, sendo que a indicação era para que não fossem realizados arredondamentos em cálculos intermediários. O arredondamento fez com que o cálculo final da altura da estrutura triangular resultasse em 0,90m, sendo que, se tivesse sido utilizada a medida de 0,05566, o valor encontrado seria de 1,012m, ocorrendo uma diferença nas medidas finais de aproximadamente 10cm. Assim, as medidas referentes aos valores de x e y (respectivamente, altura e base do triângulo da estrutura) foram obtidas com erros devido ao arredondamento, o que influenciou os resultados finais.

O erro cometido gerou, também, um equívoco relacionado à área total da estrutura. Se tivessem utilizado a medida de 1,012m para a altura da estrutura, encontrariam uma área total de 2,38832m² ou 2,40m². Pelos cálculos dos estudantes, a área ficou em 2,12m², ocorrendo uma diferença de aproximadamente 0,37m² na área final.

Após a intervenção do professor/pesquisador, o grupo retomou os cálculos, realizando-os de acordo com o que havia sido decidido no início do projeto utilizando o arredondamento com duas casas decimais após a vírgula. Toda a questão gerou uma discussão em torno da questão do

arredondamento e de possíveis margens de erros com as quais se possa trabalhar, particularmente quando se trata de uma situação real.

Com relação à medida da altura da escola, os alunos também se depararam com alguns obstáculos, pois o grupo havia realizado a medição pela parte interior do prédio, o que gerou questionamentos sobre a altura real das paredes externas e a medida da parte mais alta da escola. A partir das discussões realizadas houve o entendimento que não haviam adicionado a espessura do piso entre os dois andares e a altura da viga da estrutura em torno do Colégio. Assim, os esforços se voltaram para a busca de uma alternativa para melhor estabelecer a altura da escola.

Observou-se que esses momentos de dúvidas, incertezas e até equívocos foram muito ricos em reflexões e estudo, pois os estudantes colocaram-se como pesquisadores e aprendizes e o professor teve a oportunidade de atuar como mediador do processo de ensino e aprendizagem, questionando, sugerindo, instigando, indicando possíveis falhas e novos caminhos para a solução dos problemas. Percebeu-se que, nesses momentos, a intervenção do professor revelou-se fundamental para o prosseguimento do trabalho, mantendo os estudantes envolvidos no processo e motivados em buscar soluções.

No intuito de solucionar a questão da altura da parte externa da Escola, o grupo optou por construir uma espécie de teodolito, feito a partir de um transferidor, cano de caneta transparente, barbante, fita e um peso, o qual possibilita medir ângulos (Figura 10), considerando que a solução encontrada, pelo grupo, para estimar a altura da Escola, envolvia a utilização das relações trigonométricas no triângulo retângulo.

Figura 10 – Estudante utilizando o teodolito.

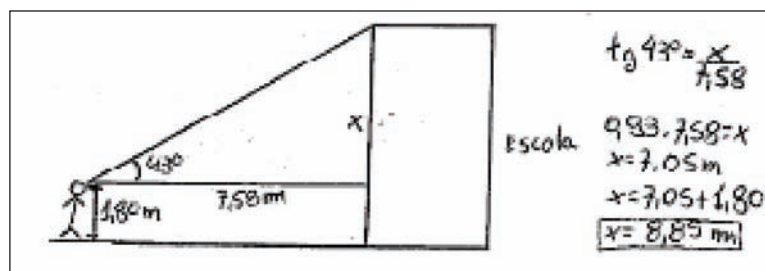


Fonte: a pesquisa.

Com o instrumento criado, o grupo realizou medições ajustando, primeiramente, o ângulo de visão do observador em relação ao telhado da Escola, encontrando, após medições realizadas, aproximadamente 43° como ângulo de visão. Com esse dado, juntamente com a me-

didada da distância de 7,58m entre o observador e o prédio, o grupo fez uma representação da situação e realizou o cálculo da altura da parede externa da Escola utilizando as razões trigonométricas no triângulo retângulo, conforme mostra o esquema apresentado na Figura 11.

Figura 11 – Cálculo da altura das paredes externas da escola.



Fonte: a pesquisa.

Nessa atividade, os estudantes tiveram a oportunidade de retomar e aprofundar aspectos referentes a razões trigonométricas no triângulo retângulo, dando um novo significado ao conteúdo em questão, a partir de sua aplicação em uma situação-problema real. Destaca-se que, ao realizar a atividade, desde o início, os estudantes levaram em consideração a altura do observador.

Em livros didáticos, no enunciado de questões dessa natureza, muitas vezes é solicitado que seja desprezada essa medida, o que leva os estudantes a não considerá-la mesmo em uma situação em que é necessária.

Outra atividade desenvolvida pelo grupo foi o cálculo da área da superfície das colunas em frente ao prédio principal (Figura 12).

Figura 12 – Colunas do prédio principal da escola.

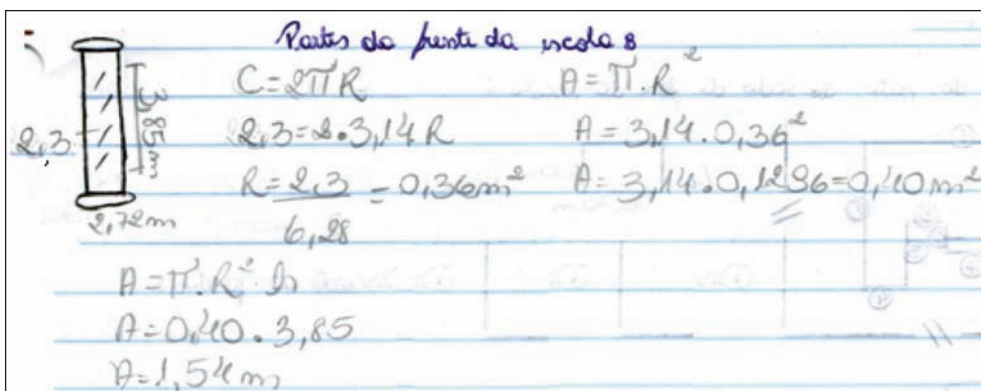


Fonte: a pesquisa.

Os estudantes, inicialmente, fizeram as medições referentes à altura e ao comprimento da

circunferência das colunas, realizando, a seguir, cálculos, os quais podem ser vistos na Figura 13.

Figura 13 – Cálculo da área das colunas da escola.



Fonte: a pesquisa.

Durante o trabalho dos estudantes, o professor/pesquisador percebeu que estavam cometendo equívocos com relação ao cálculo da área da superfície das colunas. Como a coluna tem forma cilíndrica, os alunos utilizaram as medidas do comprimento da circunferência, primeiramente, para calcular o raio da base da coluna e depois utilizaram a medida encontrada para calcular a área da base da mesma. Posteriormente, utilizaram, equivocadamente, a fórmula $A = \pi \cdot r^2 \cdot h$ para o cálculo da área da superfície da coluna (Figura 13).

Nesse momento, o professor/pesquisador interferiu, questionando no sentido de problematizar a questão da área da superfície e do volume de um sólido, no caso, um cilindro, que era o que, de fato, os estudantes calcularam. Estudos foram encaminhados no sentido da discussão apontada, pois, considerando o plano de estudos do terceiro ano, o conteúdo de Geometria Espacial ainda não tinha sido desenvolvido. Assim, foi disponibilizado material teórico sobre a questão, com exemplos e aplicações a partir de livros didáticos e vídeos sobre o tema, e posteriormente a questão foi novamente

discutida no grupo, com a participação do professor, quando os estudantes sistematizaram as noções envolvidas.

Como o grupo havia se subdividido para realizar as tarefas, enquanto dois componentes do grupo realizavam os cálculos a partir das medições produzidas em diferentes partes da escola, outro estudante deu início às pesquisas sobre o *software SketchUp*, buscando apropriar-se das principais ferramentas e dos passos para as construções. Após pesquisas sobre o *software*, com o auxílio de tutoriais, modelos e com os materiais disponibilizados pelo professor/pesquisador, o aluno iniciou as construções das plantas baixa e em perspectiva da escola.

As primeiras construções realizadas não utilizaram uma escala apropriada com relação às medidas da planta. Os estudantes usaram diferentes medidas e, pelo método de tentativa e erro, realizaram as construções buscando fazer as divisões dos segmentos de acordo com a quantidade de paredes, portas, e janelas. Posteriormente, o grupo apresentou uma construção aproximada do prédio da escola, o que pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 – Representação de um dos prédios sem uso de escala.

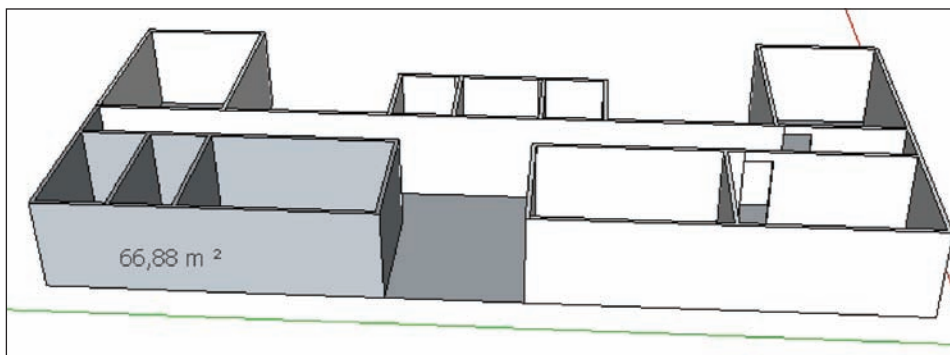


Fonte: a pesquisa.

O *SketchUp* permite que se trabalhe com diferentes unidades de medidas, o que possibilita usar a mais adequada, segundo as necessidades da construção. Para realizar as construções, são utilizados conhecimentos básicos de Geometria como: pontos sobre retas, retas paralelas e perpendiculares, ângulos, entre outros, sendo que todos os passos da construção podem ser acom-

panhados, revistos e modificados, o que facilita a mesma. Outra vantagem de utilizar o programa é com relação à facilidade em modificar aspectos ou partes da construção realizadas de maneira equivocada, o que se considera uma vantagem sobre a construção com lápis e papel. O programa também realiza os cálculos das áreas das partes construídas, como está destacado na Figura 15.

Figura 15 – Representação de um dos prédios da escola em perspectiva.

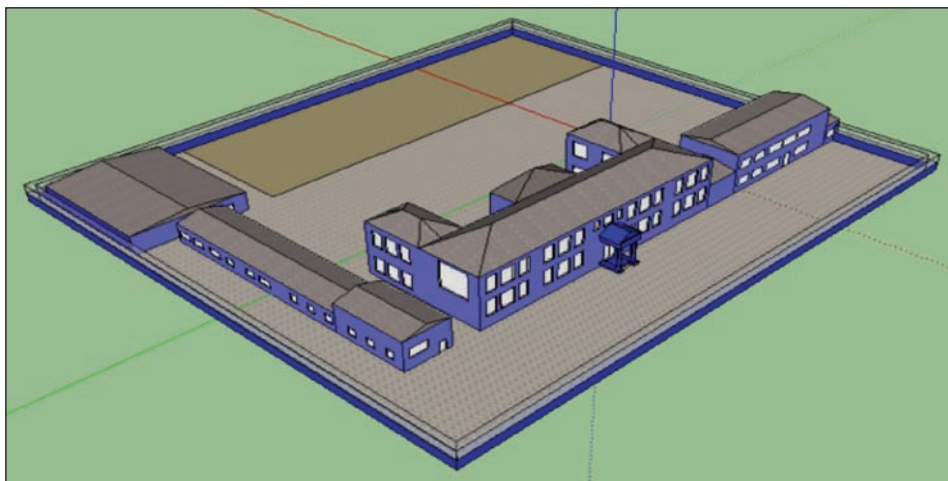


Fonte: a pesquisa.

Assim, utilizando o programa, o grupo pôde conferir todos os cálculos de área realizados. Sempre que finalizavam a construção no programa, um arquivo era enviado para o profes-

sor/pesquisador, via *Facebook*, para análise das construções e sugestões. O produto final apresentado pelo grupo pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Representação completa do Colégio Estadual Farroupilha.



Fonte: a pesquisa.

Considera-se, assim, que o *software SketchUp* mostrou ser um forte aliado no desenvolvimento do projeto, bem como na retomada e no desenvolvimento de conceitos e propriedades de objetos da Geometria Plana e Especial, além do esforço para aprender a utilizar uma ferramenta nova.

Quando o grupo se reuniu para articular as diferentes partes do projeto, percebeu que ainda não havia realizado a verificação do material necessário para a reconstrução das vigas e a quantidade de telhas para o telhado do prédio danificado pelo temporal (Figura 17), o que motivou a reelaboração do cronograma para acrescentar essas etapas.

Figura 17 – Prédio danificado pelo mau tempo.



Fonte: a pesquisa.

Para verificar o volume de concreto das vigas e seu custo, primeiramente, os estudantes realizaram as medições das dimensões das vigas referentes ao prédio que mais foi atingido pelo temporal, ocasionando avarias em parte da estrutura do mesmo. Assim, para dar suporte ao novo telhado, era necessário reforçar a estrutura existente com vigas sobre todas as paredes do segundo andar.

Após as devidas medições da estrutura do prédio, o grupo desenvolveu os cálculos referentes ao volume de concreto necessário para as vigas. Representaram as vigas como sendo paralelepípedos (Figura 18) e calcularam o volume de todas as vigas da estrutura do prédio, que se constitui em um conjunto de oito vigas com diferentes dimensões, utilizando a relação $V = a \cdot b \cdot c$.

Figura 18 – Representação do cálculo do volume de concreto de uma viga.



$$V_{\text{concreto}} = 27 \cdot 0,30 \cdot 0,20 = 3,24 \text{ m}^3 \text{ de concreto.}$$

Fonte: a pesquisa.

Ao final da realização desses cálculos, os estudantes chegaram a um volume total de $6,915\text{m}^3$. Calcularam, ainda, o custo total do concreto necessário a partir de pesquisa realizada junto a empresas que prestam esse serviço, chegando a um total de R\$ 1.855,00, considerando um custo de R\$ 265,00 pelo m^3 .

Analisando o desenvolvimento dessa atividade, no que se refere ao uso de conhecimentos e procedimentos matemáticos referentes ao cálculo de volume, bem como as formas de arredondamento, foi possível perceber um domínio do assunto por parte dos estudantes que, praticamente, não apresentaram dúvidas. Porém, em mais de uma ocasião, apresentaram dificuldade para resolver questões que envolviam escala.

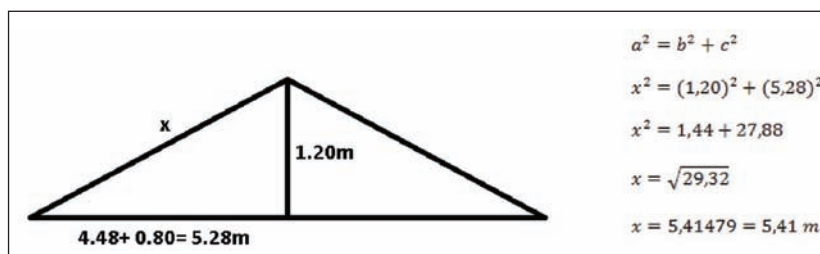
Ainda com relação às medidas das vigas, após a comparação realizada pelo grupo com uma planta fornecida pela direção da Escola, foi

possível observar que fizeram as medições coerentemente e os cálculos se aproximaram muito dos elaborados pela equipe que estava trabalhando no planejamento das reformas na escola.

Com relação ao telhado, o grupo necessitava descobrir as dimensões do mesmo, a quantidade e o valor do custo das telhas. Enquanto alguns componentes do grupo pesquisavam os diferentes modelos disponíveis no mercado e seus preços, outros realizavam as medições e os cálculos necessários. Ao realizar as medições, os estudantes perceberam que os cálculos poderiam envolver a aplicação do Teorema de Pitágoras, realizando as medições já com essa expectativa.

Porém, os primeiros cálculos realizados necessitaram ser refeitos, pois a medição não incluía a parte referente aos beirais. Assim, após nova medição, os estudantes reformularam os cálculos, incluindo $0,80\text{m}$ referente ao beiral do telhado, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Nova representação do telhado elaborado pelo grupo.



Fonte: a pesquisa.

A partir dos cálculos realizados e dos orçamentos referentes aos diferentes modelos de telhas disponíveis no mercado, o grupo optou por um tipo de telha levando em consideração as dimensões que mais se adequavam ao telhado a ser construído, bem como o preço e a qualidade. Quando da realização do cálculo do número de telhas a ser adquirido, os estudantes não conseguiram realizá-lo corretamente devido à necessidade da sobreposição das telhas quando colocadas no telhado. Novas discussões se estabeleceram e, após pesquisas sobre a questão, os cálculos foram realizados e a quantidade de telhas a ser adquirida foi estabelecida.

A atividade relativa à quantidade de telhas foi o último trabalho relacionado a cálculos desenvolvidos pelo Grupo-B. Assim, como todo o

planejamento do projeto tinha sido realizado, os estudantes passaram a elaborar uma apresentação para os demais grupos da turma, ajustando os detalhes finais do trabalho escrito (portfólio) a ser entregue. Com a apresentação e o portfólio o trabalho foi encerrado.

Após o término do trabalho, o professor/pesquisador retomou as atividades desenvolvidas por esse grupo para trabalhar junto à turma conhecimentos de Geometria Plana e Espacial. Também o *software SketchUp* foi utilizado com todo o grupo de estudantes da turma para a construção e o estudo das figuras geométricas, além de construírem o prédio principal da escola baseado nos dados e nas informações disponibilizadas pelo Grupo-B.

Conclusão

Foi possível perceber que os estudantes utilizaram conhecimentos matemáticos prévios de forma adequada, e quando se depararam com questões novas, fora do seu domínio, buscaram auxílio junto ao professor, em materiais de consulta indicados por este e materiais obtidos por meio de pesquisa. Como foi um projeto que envolvia conhecimentos de Geometria Plana e Espacial, parte das atividades desenvolvidas pelo grupo foram utilizadas, posteriormente, para o aprofundamento dos conteúdos previstos para serem trabalhados nas aulas de Matemática.

Destaca-se que a utilização do *software SketchUP* possibilitou aos estudantes ampliarem significativamente as formas de representação dos espaços da Escola. Assim, de uma planta baixa constituída a partir das medições dos diferentes ambientes, considerando uma escala adequada, foi possível aos estudantes chegarem a uma planta em perspectiva, a qual não só permitiu ter uma visão espacial dos prédios como também possibilitou um importante trabalho com conceitos e propriedades de objetos da Geometria. Também foi um instrumento de verificação dos cálculos realizados, pois em cada parte da construção, no programa, é possível identificar a medida das áreas dos ambientes projetados, possibilitando a comparação com os cálculos produzidos anteriormente.

Considera-se que, independentemente do conhecimento matemático produzido, o projeto constituiu-se em uma possibilidade de modificar o papel do estudante e do professor, possibilitando aos estudantes tornarem-se sujeitos atuantes, participativos, comprometidos com a elaboração de um conhecimento que não é só individual, mas de todo o grupo. Um dos principais motivos para essa mudança na postura do estudante refere-se à possibilidade de desenvolvimento e aplicação de conceitos e procedimentos matemáticos a partir da interação com diferentes

situações, tanto concretas quanto práticas. Da mesma forma, o professor deixa de ser detentor do saber ou ponto central do processo de ensino e aprendizagem e passa a exercer o papel de mediador, instigador e colaborador do processo, em que tanto professor como estudantes trabalham em conjunto e desenvolvem novos conhecimentos.

Referências

- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias/Secretaria da Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF, 2006, v.2.
- _____. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- HERNÁNDEZ, Fernando. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. *A organização do currículo por projetos de trabalho*. 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- _____. *Cultura visual, mudança educativa e projeto de trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- MARTINS, Jorge Santos. *O trabalho com projetos de pesquisa: do Ensino Fundamental ao Ensino Médio*. 8.ed. Campinas, SP: Papirus, 20013.
- MORA, Castor David. *Aprendizaje y enseñanza: proyectos y estrategias para una educación matemática del futuro*. La Paz, Bolívia: Campo Iris, 2003.
- NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro. *Pedagogia dos projetos: etapas, papéis e atores*. São Paulo: Érica, 2005.
- SANTOS, Beatriz Marques dos. *Os projetos de trabalho em ação: construindo um espaço interdisciplinar de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Mauad X, 2011.
- UNESCO. *Protótipos Curriculares de Ensino Médio e Ensino Médio Integrado: resumo executivo*. Brasília, Debates ED, n.1, maio 2011.

Valmir Ninow – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECIM/ULBRA. E-mail: vninow@gmail.com

Carmen Teresa Kaiber – Doutora em Ciências da Educação pela Pontifícia de Salamanca, Espanha. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) e do curso de Matemática – Licenciatura – da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). E-mail: kaiber@ulbra.br