



União da Vitória - Paraná

IX EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem na
Educação Matemática

Informações sobre as Autoras:

Tatiane Cristine Pessoa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR) - Londrina
tcptati@gmail.com

Karina Alessandra Pessoa da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR) - Londrina
karinasilva@utfpr.edu.br

Educação STEAM em uma Atividade de Modelagem Matemática sobre Acessibilidade

Resumo

Neste artigo apresentamos resultados parciais de uma pesquisa em andamento em que temos como objetivo evidenciar aspectos da educação STEAM no desenvolvimento de atividades de modelagem com alunos do Ensino Médio. A Modelagem Matemática é entendida como uma alternativa pedagógica para o ensino de Matemática e a educação STEAM é atrelada à necessidade de abordar, no âmbito educacional, as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Os dados que subsidiaram nossa análise qualitativa e de cunho interpretativo se referem aos registros escritos, transcrições de áudios e vídeos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior de São Paulo. A partir de temática sugerida pela professora, evidenciamos aspectos STEAM na busca de informações sobre a situação, na coleta, no compartilhamento e na organização de dados, no uso de software computacional para ajustar uma curva, na associação de conteúdos matemáticos para apresentar soluções aos problemas.

Palavras-chave: Trigonometria. Volume. Rampa de acesso.

Abstract

In this paper we present partial results of an ongoing research in which we aim to highlight aspects of STEAM education in the development of modeling activities with high school students. Mathematical modeling is understood as a pedagogical alternative for the teaching of Mathematics and STEAM education is linked to the need to address, in the educational scope, the areas of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. The data that supported our qualitative and interpretative analysis refer to the written records, audio and video transcripts of a 2nd year high school class at a public school in the interior of São Paulo. From the theme suggested by the teacher, we highlighted STEAM aspects in the search for information about the situation, in the collection, sharing and organization of data, in the use of computer software to adjust a curve, in the association of mathematical contents to present solutions to problems.

Keywords: Trigonometry. Volume. Access ramp.

Realização:





Introdução

Em 2022, após um período de distanciamento social ocasionado pela pandemia por Covid-19, a nona edição do EPMEM nos desafia a discutir “Práticas e pesquisas atuais em Modelagem na Educação Matemática: ampliando os debates”.

O retorno às aulas presenciais nos fez retomar uma realidade diferenciada do que estávamos acostumados até então, em que os alunos tiveram de se adaptar às normas de segurança implementadas e, com isso, houve necessidade de repensarmos nossas práticas pedagógicas para o ensino e a aprendizagem. Neste sentido, o “novo normal” foi se instaurando de forma gradativa e os alunos foram se adequando ao retorno presencial para o ambiente educacional.

No que compete ao ensino e à aprendizagem de Matemática, diferentes tendências da Educação Matemática têm se mostrado profícuas para abarcar temáticas de forma crítica e reflexiva, muito latente para a situação vivenciada e que, de certo modo, estão por ser vivenciadas. No que tange aos nossos interesses, temos nos apoiado na Modelagem Matemática¹ como “uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 9).

Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), em uma atividade de modelagem parte-se de uma situação inicial (problemática) e, por meio de procedimentos matemáticos, chega-se a uma situação final, uma solução para o que se está investigando. English e Mousoulides (2015, p. 532) afirmam que ao “integrar essas atividades dentro dos currículos existentes, os alunos melhor apreciam como sua aprendizagem escolar em matemática e ciências se aplica aos problemas do mundo exterior”.

Dependendo da temática investigada nos problemas do mundo exterior, os alunos podem manter seu envolvimento na solução de tais problemas e “aumentar suas competências de modelagem a longo prazo” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 27). English e Mousoulides (2015, p. 532) asseveram que “Atividades de modelagem baseadas em engenharia fornecem uma rica fonte de situações com significado que capitalizam e ampliam o aprendizado rotineiro dos alunos”. Para os autores, esse tipo de atividades estabelece articulações que permitem a integração STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) no contexto educacional.

¹ Utilizamos Modelagem Matemática para nos referirmos à tendência da Educação Matemática e modelagem matemática quando nos referimos às atividades. Além disso, utilizamos o termo Modelagem (modelagem) com a mesma denotação de Modelagem Matemática (modelagem matemática).



A integração STEAM no Brasil é recente, mas tem influenciado políticas educacionais, como a reforma do Ensino Médio indicada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segundo Pugliese (2020), a BNCC sofreu influência de políticas educacionais de países, como dos Estados Unidos em que a educação STEAM se disseminou e se popularizou. Baptista e Martins (2019) entendem a educação STEAM como uma abordagem que visa atender às necessidades atuais da sociedade, tanto em termos de alfabetização de seus cidadãos, quanto no incentivo ao seguimento de carreiras STEAM. Para além de uma abordagem vocacional, a educação STEAM pode ser empreendida em sala de aula “[...] como uma forma interdisciplinar de aprender de forma autêntica Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática” (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019, p. 9), além de Artes que recentemente passou a integrar esse movimento.

Neste artigo, considerando a temática acessibilidade na escola em que os alunos investigaram de forma crítica e reflexiva as adaptações prediais para que as pessoas com necessidades especiais, mais especificamente, locomotora, pudessem ter acesso a diferentes espaços como pátio, sala de aula e banheiros, nos focamos em investigar a questão: Que aspectos da educação STEAM são evidenciados no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática com alunos de um 2º ano do Ensino Médio?

A pesquisa de cunho qualitativo e interpretativo foi desenvolvida com uma turma de 27 alunos de uma escola estadual localizada no interior de São Paulo em que atividades de modelagem não se faziam presentes. Consideramos a integração STEAM enquanto uma abordagem possível e necessária de ser implementada em aulas regulares da Educação Básica (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019).

Com isso, o quadro teórico que subsidia nossas análises está pautado na Modelagem Matemática e Educação STEAM abordado no próximo tópico. Em seguida trazemos os aspectos metodológicos que nortearam nossa investigação para, então, apresentar a descrição e a análise da atividade de modelagem desenvolvida pelos alunos. Finalizamos com algumas considerações.

Modelagem Matemática e Educação STEAM

Almeida e Ferruzi (2009) consideram a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica em que se realiza uma abordagem, por meio da Matemática, de um problema não essencialmente matemático. Com isso, se faz necessário um conjunto de ações que configuram uma atividade de modelagem matemática, tais como:



a busca de informações, a identificação e seleção de variáveis, a elaboração de hipóteses, a simplificação, a obtenção de uma representação matemática (modelo matemático), a resolução do problema por meio de procedimentos adequados e a análise da solução que implica numa validação, identificando a sua aceitabilidade ou não (ALMEIDA; FERRUZZI, 2009, p. 120-121).

Todavia, essas ações são subsidiadas na situação-problema investigada, da qual é formulado um problema. Assim, em atividades de modelagem matemática, os problemas “são centrados em uma situação real e requerem uma transferência exigente entre o mundo real e a matemática” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 10). A formulação do problema deve levar em consideração a possibilidade deste ser abordado ou analisado por meio da Matemática. Um aspecto que auxilia no envolvimento dos alunos é abarcar problemas de seu interesse. Isso porque quando “os alunos têm um alto nível de interesse inicial antes de resolverem um problema, seu envolvimento na solução de problemas pode aumentar e, por meio do envolvimento, os alunos podem manter o interesse e aumentar suas competências de modelagem a longo prazo” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 27).

No âmbito de aulas com Modelagem Matemática defende-se que os alunos trabalhem em grupos, visto que o movimento da investigação proporcionado pelo desenvolvimento de uma atividade de modelagem auxilia os alunos a

entenderem que, enquanto investigam e modelam em grupo uma situação não necessariamente matemática com recursos matemáticos, a matemática se torna importante para sua formação e para as situações que encontrará na sua vivência dentro e fora da sala de aula, como uma lente possível para a leitura do mundo (SCHRENK; VERTUAN, 2022, p. 221).

O que podemos conjecturar, assim como Baioa e Carreira (2019, p. 11), é que, em atividades de modelagem matemática, o aluno reconhece “a importância da capacidade de mobilização de conhecimento matemático e extra-matemático para a resolução de problemas” [...] “desde a área da saúde, passando pela engenharia, até ao ambiente”. Neste sentido, apresenta potencialidades para a integração entre áreas do movimento conhecido pelo acrônimo STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) que enfatiza a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia, as Artes e a Matemática.

Rosa e Orey (2021, p. 843) entendem que as áreas STEAM “ajudam os alunos a promover suas habilidades de investigação e criatividade, crítica e reflexão, pensamento, colaboração e comunicação”.



Sob uma perspectiva educacional STEAM, incluindo experimentação e desenvolvimento de um protótipo, Carreira e Baioa (2018) evidenciaram que os alunos atribuíram credibilidade à atividade de modelagem matemática por meio da simulação da fabricação de tintas. Embora se pautassem em uma realidade fictícia trazida para a aula, os alunos “usaram artefatos cotidianos, materiais escolares e conhecimento da situação (mesmo não sendo especialistas em tal conhecimento) para chegar a resultados considerados razoáveis” (CARREIRA; BAIOLA, 2018, p. 213).

Com o objetivo de evidenciar como a Educação STEAM foi empreendida por alunos de cursos de Engenharia, Borssoi, Silva e Ferruzzi (2021) lançaram um olhar para os registros obtidos exclusivamente no ambiente virtual para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática sobre o funcionamento de radares. As autoras evidenciaram que compreensões relativas à STEAM permearam o encaminhamento da atividade e se fizeram presentes nas ações dos alunos.

Ainda que pesquisas tenham apresentado resultados significativos quando se abarca a integração STEAM em atividades de modelagem (CARREIRA; BAIOLA, 2018; HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019; ENGLISH, 2017; ENGLISH; MOUSOULIDES, 2015; ROSA; OREY, 2021; BORSSOI; SILVA; ALMEIDA, 2021), Hallström e Schönborn (2019, p. 9) aclaram a necessidade de que “práticas pedagógicas baseadas em modelos para salas de aula de educação STEM sejam mais pesquisadas e testadas em ambientes educacionais reais”. Com isso, nos valem, neste artigo, de uma prática com Modelagem Matemática desenvolvida com alunos de um 2º ano do Ensino Médio em aulas regulares de Matemática.

Aspectos Metodológicos

De modo a evidenciar aspectos da educação STEAM no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática com 27 alunos de um 2º ano do Ensino Médio, analisamos uma atividade de modelagem desenvolvida em uma escola estadual localizada no interior de São Paulo. A professora (uma das autoras deste artigo), além de ministrar a disciplina de Matemática, é responsável pelo Itinerário Formativo Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável - Energias limpas – na mesma turma.

A atividade que analisamos faz parte da pesquisa de mestrado da primeira autora deste artigo e segue orientações que dizem respeito ao segundo momento de familiarização dos alunos com Modelagem Matemática propostas por Almeida, Silva e Vertuan (2012). Esses autores



defendem uma introdução gradativa de atividades de modelagem matemática e tem como objetivo desenvolver no aluno a “habilidade de fazer modelagem” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 27).

Para o segundo momento de familiarização,

uma situação-problema é sugerida pelo professor aos alunos, e estes, divididos em grupos, complementam a coleta de informações para a investigação da situação e realizam a definição de variáveis e a formulação de hipóteses simplificadoras, a obtenção e validação do modelo matemático e seu uso para a análise da situação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 26).

Considerando a necessidade de a escola estar adaptada para atender a todos os estudantes com ou sem deficiência física, visando a educação inclusiva e a acessibilidade definida pela Norma ABNT NBR 9050:2015 (p. 2) foi estruturada, pela professora, a seguinte situação-problema: “Nossa escola é acessível para todas as pessoas com ou sem dificuldades físicas?”. O desenvolvimento da atividade ocorreu em cinco aulas de 45 minutos cada, no período de 26 de maio a 02 de junho de 2022, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Desenvolvimento da atividade acessibilidade

Data	Ação	Quantidade de aulas
26/05/2022	Apresentação e discussão da situação-problema	1
26/05/2022	Inteiração com a situação-problema por meio de pesquisas em sites da internet	1
26/05/2022	Coleta de dados e informações no ambiente escolar	1
02/06/2022	Resolução do problema definido	2

Fonte: Da professora.

Cada uma das ações apresentadas no Quadro 1 foram desenvolvidas com os alunos reunidos em oito grupos (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8) com diferentes quantidades de integrantes. De forma a manter o anonimato dos alunos, no corpo do texto aparecem referenciados por A1, A2, ..., A27. A distribuição dos alunos nos grupos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos alunos nos grupos

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Alunos	A1 e A2	A3, A4, A5 e A6	A7, A8, A9, A10, A11 e A12	A13, A14 e A15	A16, A17 e A18	A19 e A20	A21 e A22	A23, A24, A25, A26 e A27

Fonte: Da professora.

Com as pesquisas sobre formas pediais para atender às normas especificadas ao atendimento da educação inclusiva, os alunos optaram por identificar e indicar locais da escola em



que rampas de acesso fossem implementadas e qual a quantidade de concreto necessária para construir cada uma delas. Os alunos percorreram todos os ambientes escolares com a supervisão da professora, com o consentimento e autorização da direção da escola.

Os dados que subsidiaram nossas análises são registros escritos entregues pelos alunos e gravações em áudio e vídeo cujas transcrições foram realizadas na íntegra com o objetivo de evidenciar aspectos da integração STEAM. As características que permeiam o encaminhamento dessa investigação, desde a coleta de dados até as análises e inferências para a questão investigada, apresentam caráter de “qualitativa”, no sentido atribuído por Bogdan e Biklen (1994). Segundo os autores, na pesquisa qualitativa, os pesquisadores têm como objetivo melhor compreender o comportamento e a experiência humana, se colocando como o principal instrumento da pesquisa.

Descrição e análise da atividade desenvolvida

A atividade encaminhada de acordo com a questão problema: “Nossa escola é acessível para todas as pessoas com ou sem dificuldades físicas?”, foi desenvolvida pelos grupos de alunos nos horários das aulas regulares. O interesse pelo tema surgiu a partir de uma atividade que foi realizada no ano anterior em uma turma da escola em que uma das autoras lecionava a disciplina de Tecnologia e Inovação que retratava sobre acessibilidade nos espaços escolares, mais precisamente sobre rampas de acesso em espaços públicos. No entanto, naquela oportunidade, não se fez uma abordagem matemática para a situação. Todavia, evidenciamos uma possibilidade de integração STEAM para a temática.

Para a inteiaração com a temática a ser investigada foram feitos questionamentos de modo a evidenciar o que os alunos sabiam sobre acessibilidade, conforme excerto transcrito a seguir:

Professora: *O que é acessibilidade?*

A21: *É todo mundo fazer as mesmas coisas, ter acesso de alguma forma adaptada.*

A22: *Que nem a escada, não é um negócio de acessibilidade, né? Nem todo mundo consegue usar.*

A20: *Mas a rampa do lado é!* [se referindo à rampa de entrada da escola]

A8: *Mas você desce aquela rampa e vai embora lá para o portão do vizinho.*

Professora: *Que rampa?*

A8: *A lá do portão de entrada.*

Professora: *Aquela rampa de acesso está correta?*

Alunos: *Não.*

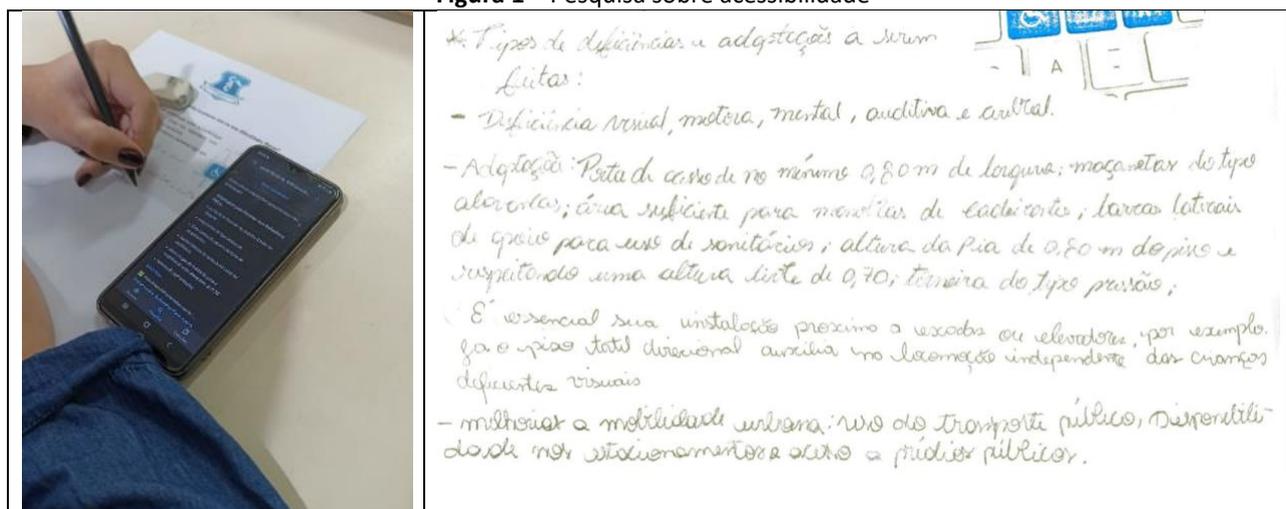
A22: *Ela está muito coisada* [a aluna gesticula com a mão].

Professora: *O que é o coisada? É muito inclinada, é isso?*

Alunos: *Isso.*

Embora reconhecendo que a acessibilidade é a possibilidade de as pessoas terem acesso aos locais, os alunos focaram a atenção para a rampa de acesso como “muito coisada” (afirmação de A22), ou seja, fora das normas de acessibilidade ABNT NBR 9050:2015. Segundo essas normas, a inclinação máxima não pode passar da inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminamento, com declividade igual ou superior a 5° e largura de 1,50 metros (sendo 1,20 metros o mínimo admissível). A professora, então, solicitou aos alunos que realizassem uma pesquisa na internet e anotassem os tipos de deficiências físicas e as adaptações básicas que a escola precisava ter para atender um aluno que possui necessidades especiais. Os alunos, de posse de telefones celulares, realizaram a pesquisa e indicaram algumas adaptações tais como largura da porta, altura da maçaneta e pia de banheiro, superfícies para cadeirantes, barras laterais para apoio nos banheiros, torneira de pressão e piso tátil, conforme anotações apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Pesquisa sobre acessibilidade



*Tipos de deficiências e adaptações a serem feitas:

- Deficiência visual, motora, mental, auditiva e cerebral.

- Adaptações: Porta de acesso de no mínimo 0,80 m de largura; maçanetas do tipo alavancas; área suficiente para manobras de cadeirantes; barras laterais de apoio para uso de sanitários; altura da pia de 0,80 m do piso e respeitando uma altura livre de 0,70; torneira do tipo pressão;

É essencial sua instalação próximo a escadas ou elevadores, por exemplo. Já o piso tátil direcional auxilia na locomoção independente das crianças deficientes visuais.

- Melhorias a mobilidade urbana: uso do transporte público, disponibilidade nos estacionamentos e acesso a prédios públicos.

Fonte: Registro de A3.

A pesquisa em fontes variadas e confiáveis é uma habilidade a ser desenvolvida com os alunos da Educação Básica. Conhecer sobre a temática auxiliou-os a entenderem aspectos relativos à Ciências Naturais com relação ao bem-estar e manutenção de uma vida digna para pessoas que têm alguma necessidade especial. Para Baioa e Carreira (2019, p. 11) atividades de modelagem sob

uma integração STEAM permitem abarcar temáticas que envolvem os alunos [...] “desde a área da saúde, passando pela engenharia, até ao ambiente”.

Na segunda aula, os alunos sob a orientação da professora, percorreram os ambientes da escola para a realização da coleta de dados *in loco* referente aos espaços que não estão adaptados. Para isso, os diferentes grupos, com régulas de 100 cm, realizaram medições de portas, degraus e rampas (Figura 2).

Figura 2 – Coleta de dados pelos grupos



Fonte: Arquivo da professora.

A abordagem da coleta de dados para o desenvolvimento da atividade permitiu que os alunos utilizassem materiais escolares o que “incentiva o trabalho prático (‘mãos na massa’), a aprendizagem cooperativa, a discussão e pesquisa, o questionamento e a elaboração de conjecturas, a produção de justificações, a elaboração de relatórios, a atividade de resolução de problemas” (BAIOA; CARREIRA, 2019, p. 11).

Na terceira aula, após a coleta de dados, os alunos socializaram as medidas que obtiveram em seus grupos e foi discutido sobre os locais em que não há acessibilidade, como refeitório, biblioteca, pátio, quadra, laboratório e outros ambientes. Porém, todos os alunos optaram em analisar a rampa de acesso para os principais locais da escola, conforme excerto transcrito a seguir:

Professora: Vocês mediram a altura do degrau, certo?

Alunos: Sim. [balançaram a cabeça de forma afirmativa]

Professora: Como podemos organizar essas informações?

A24: Em uma tabela no Excel.

Professora: O que vocês podem fazer com essa altura?

A24: Um cálculo.

Professora: Que cálculo?

A27: Dá pra calcular o comprimento da rampa e a quantidade de cimento para construir a rampa.

Professora: Ah, é isso mesmo, então é possível calcular a quantidade de concreto necessária para a construção dessa rampa? Como? Vocês escutaram a ideia do A27?

A21: É só chamar o pedreiro [risos].

A27: *É preciso calcular a quantidade de cimento para construir a rampa também.*

A21: *Dá para usar seno professora?*

Professora: *O que você acha? É só utilizando seno que resolvemos o problema?*

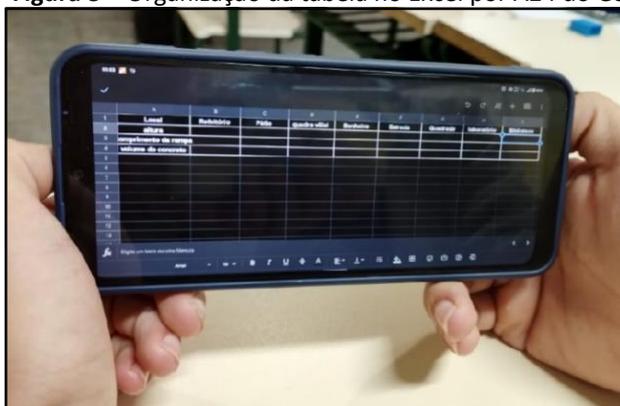
A27: *Não. Porque não dá pra saber o tanto de cimento só com seno. Dá pra encontrar somente o negócio lá.*

Professora: *Que negócio?*

A24: *O tamanho da rampa.*

De modo a organizar as informações encontradas das alturas dos degraus coletadas pelos diferentes grupos, bem como o comprimento da rampa a ser construída, a professora sugeriu que montassem uma tabela. A Figura 3 é a anotação do aluno A24, que mostra a tabela em uma planilha do software Excel utilizando o telefone celular.

Figura 3 – Organização da tabela no Excel por A24 do G8



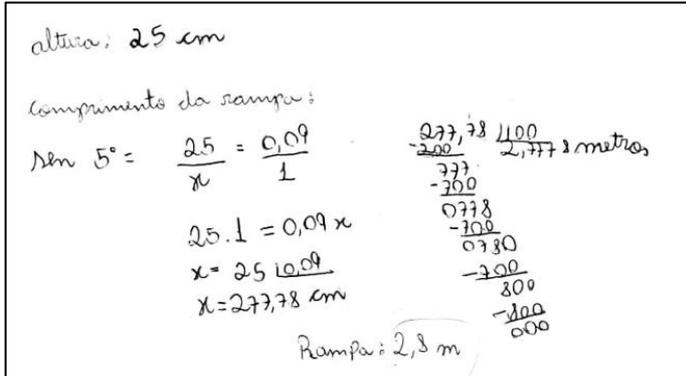
Fonte: Arquivo da professora.

Na quarta aula iniciou-se a resolução matemática para o problema definido – Considerando as indicações de inclinação máxima de uma rampa de acesso sendo 5° , conforme indicação da NBR 9050, qual deve ser o comprimento da rampa de acordo com a altura do degrau? Conforme discutido no excerto supracitado, os alunos recorreram às noções de trigonometria, conteúdo que havia sido trabalhado nas aulas anteriores ao desenvolvimento dessa atividade. Os alunos associaram o comprimento da rampa em relação ao degrau a um triângulo retângulo, possibilitando a realização dos cálculos para determinar seu comprimento. Para isso, consideraram a aproximação $\text{sen } 5^\circ \cong 0,09$ ou $\text{sen } 5^\circ \cong 0,08$. Podemos conjecturar que aspectos de conhecimentos matemáticos se articularam com extra-matemáticos com o objetivo de resolver o problema (BAIOA; CARREIRA, 2019). Reconhecer a matemática necessária é uma ação importante na formação dos alunos tanto para a vida profissional quanto acadêmica.

Na Figura 4 é apresentado o cálculo dos integrantes do G3 que consideraram a construção de uma rampa para acesso à quadra de vôlei, cujo degrau tem 25 cm de altura, obtendo uma rampa

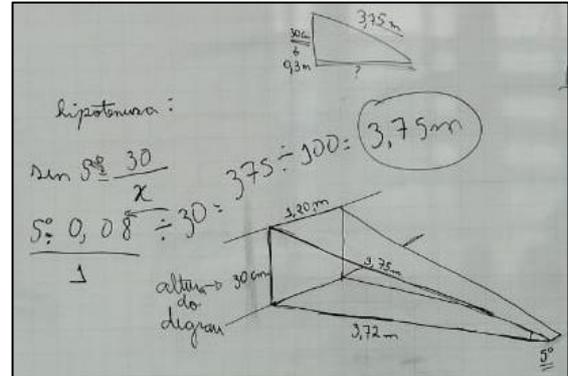
de 2,8 metros de comprimento. Já na Figura 5 é apresentado o cálculo realizado por G8 que considerou a rampa de acesso à biblioteca que tem 30 cm de altura, determinando que a rampa tem 3,75 m.

Figura 4 – Resolução do G3



Fonte: Registro dos alunos.

Figura 5 – Resolução do G8



Fonte: Registro dos alunos.

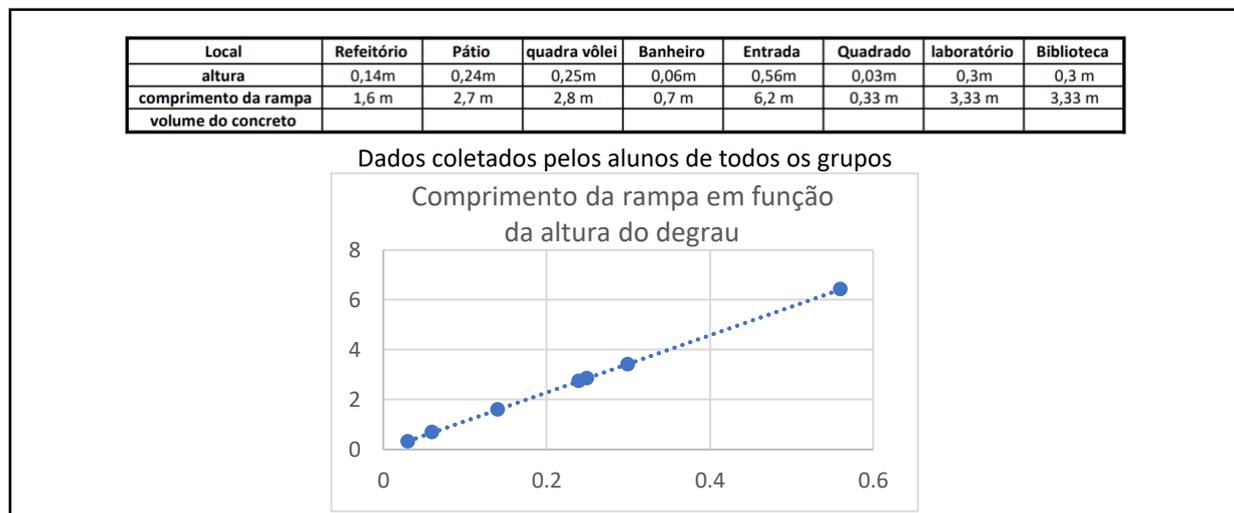
No esboço do G8 é possível evidenciar que foi feita uma simulação em perspectiva da rampa. Essa simulação, de certo modo, ajuda a “refletir o que está acontecendo no mundo real, além de ser uma adaptação da realidade sob condições controladas, uma busca pela semelhança com a realidade e uma maneira de verificar como a prática funciona na realidade” (CARREIRA; BAIOA, 2018, p. 203). Embora este resultado não seja tão relevante para a obtenção de uma solução para o problema, visto que G3 também calculou o comprimento da rampa, oportunizou aprendizagens relacionada a Artes. O que se alinha a uma discussão sobre Educação STEM ou STEAM, em que o “A” se refere a Artes em um sentido abrangente. Segundo Pugliese (2020), sua integração ao STEM pode abranger aspectos da sociologia, história, artes visuais, entre outras, e pode ter função sensibilizadora, educadora, criativa, crítica.

Os alunos de todos os grupos realizaram os cálculos para cada um dos locais dos quais realizaram as medições – refeitório, pátio, quadra de vôlei, banheiro, entrada da escola, quadrado de acesso às salas de aula, laboratório e biblioteca. Os valores calculados foram compartilhados entre os alunos. Um dos integrantes do G8 todavia, dispôs os dados em uma planilha do software Excel e, por meio de um ajuste de curvas deduziu um modelo linear $y = 11,478x - 0,0123$, em que x é a altura do degrau, em metros, e y , o comprimento da rampa, em metros, conforme mostra a Figura 6.

Recorrer a um software computacional para o ajuste de curvas no âmbito da Educação Básica, “amplia o repertório matemático dos estudantes, ou, no caso da atividade de modelagem,

o que se pode dizer da situação do ponto de vista matemático é parte do que o uso da tecnologia produz” (ALMEIDA; SILVA; BORSSOI, 2021, p. 143).

Figura 6 – Dedução do modelo matemático pelo G8



Fonte: Registro dos alunos do G8.

No momento da discussão sobre como utilizar os dados coletados, além da abordagem do comprimento da rampa, o A27 sugeriu calcular o volume de concreto necessário para a construção das rampas de acesso para todos os ambientes da escola. A professora sugeriu:

Professora: Pensando no volume de concreto necessário para a construção da rampa, quantos metros cúbicos de concreto serão necessários para construir cada rampa de acesso, sabendo que a largura mínima da rampa exigida pela NBR 9050 (p. 5) é de 1,20 metros.

A21: Nossa professora, não é mais fácil chamar um pedreiro para construir a rampa e pronto?

Professora: Mas não é preciso saber a quantidade de concreto para comprar o material?

A27: Sim, para que não haja perda, porque já pensou se fosse uma casa grande?

Professora: Mas o que tem haver uma casa grande com a quantidade de concreto?

A27: Professora se não soubermos a quantidade de concreto fica complicado para comprarmos os materiais para construir a casa ou até mesmo a rampa da escola.

Professora: Isso mesmo.

A21: Nossa! Então um engenheiro tem todo esse trabalho para construir uma rampa? Precisa fazer todos esses cálculos?

Professora: Isso mesmo, ele projeta e calcula certinho para que não tenha perda de material.

Com o desenvolvimento da atividade de modelagem, os alunos mobilizaram conhecimentos tanto matemáticos quanto extra-matemáticos necessários para resolver o problema, entendendo a necessidade de realizar cálculos para prever, por exemplo, a quantidade de material a ser utilizado, conforme afirmação de A27 – Professora se não soubermos a quantidade de concreto fica complicado para comprarmos os materiais para construir a casa ou até mesmo a rampa da escola.

Associar outras situações da realidade é um aspecto caracterizado na integração STEAM que “permite que os alunos desenvolvam conhecimentos, atitudes e habilidades que lhes possibilitam identificar questões retiradas de situações da vida real” (ROSA; OREY, 2021, p. 843-844). Além disso, conforme afirmam English e Mousoulides (2015, p. 532), “problemas de modelagem estão abertos a várias abordagens e soluções; assim, eles encorajam o pensamento criativo, crítico e flexível”.

Para determinar o volume de concreto necessário para construir as rampas de acesso de todos os espaços da escola, os alunos necessitaram recorrer à geometria espacial, associando a rampa a um prisma de base triangular. Nesse momento, surgiram várias dúvidas de como calcular o volume de um prisma de base triangular, então a professora propôs que os grupos realizassem uma pesquisa na internet e, em seguida, solicitou a um aluno a socializar o que encontrou e como proceder para calcular o volume do prisma de base triangular $V = A_b \cdot h$.

Como A27 já havia representado a rampa por meio de um esboço em três dimensões, aproveitou o seu esquema para mostrar aos colegas como determinar a base da rampa, utilizando teorema de Pitágoras, obtendo a medida de 3,72 m (Figura 7). A partir das medidas calculadas para a rampa de acesso à biblioteca foi possível, então, determinar o volume (0,6696 m³) de concreto necessário para construí-la (Figura 8).

Figura 7 – Cálculo da base da rampa por G8

Handwritten student work for Figure 7 showing the calculation of the base of a ramp using the Pythagorean theorem. The work is as follows:

$$x^2 = 373^2 - 30^2 \quad \text{Base}$$

$$x^2 = 139.129 - 900 :$$

$$x^2 = \sqrt{138.029}$$

$$x^2 = \boxed{371,79} \div 100 = 3,72$$

Fonte: Registro dos alunos.

Figura 8 – Cálculo do volume de concreto por G8

Handwritten student work for Figure 8 showing the calculation of the volume of concrete for the ramp. The work is as follows:

$$V = 372 \cdot 30 = 11.160$$

$$\frac{11.160}{2} = 5.580$$

$$5.580 \cdot 1,20 = 6.696 \text{ m}^3$$

Fonte: Registro dos alunos.

O cálculo do volume de concreto para a construção das rampas, de certo modo, pode estar associado ao fato de que, na atividade de modelagem, “matemática e engenharia formam as áreas de conteúdo primárias, com ciência como o conteúdo de apoio” (ENGLISH, 2017, p. 5).

Considerações Finais

Com o objetivo de ampliar os debates relativos a práticas e pesquisas atuais em Modelagem na Educação Matemática em um contexto de retomada do ensino presencial, o presente artigo



buscou evidenciar aspectos da educação STEAM no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática com alunos de um 2º ano do Ensino Médio ao abarcar a temática acessibilidade. No tocante do desenvolvimento da atividade, a acessibilidade ficou restrita ao estudo da construção de rampas de acesso a diferentes locais da escola em que os alunos estudam.

Todavia, evidenciamos que as ações empreendidas pelos alunos permearam a necessidade de compreensões relativas a aspectos de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, seja buscando informações sobre a situação, coletando dados *in loco*, compartilhando tais dados, organizando-os em tabelas, fazendo uso de software computacional para ajustar uma curva, associando conteúdos matemáticos para apresentar soluções aos problemas estudados. Os procedimentos e ações realizados pelos alunos estiveram centrados em uma situação real que requereu “uma transferência exigente entre o mundo real e a matemática” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 10). Nesta transferência houve um trabalho prático, compartilhado, cooperativo, de questionamentos, de elaboração de conjecturas e justificativas (BAIOA; CARREIRA, 2019).

Embora tenhamos ciência de que se trata de uma atividade de modelagem em que a temática já foi indicada pela professora que, de certo modo, pode ser associada a um controle, corresponde a um primeiro ensaio de implementar uma prática pedagógica em que a integração STEAM foi abarcada em um ambiente educacional real (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019). Porém, entendemos que é pertinente considerar para a ampliação do debate, pesquisas em que grupos de alunos escolhem a temática para ser investigada na atividade de modelagem. Com isso, corroboramos com English e Mousoulides (2015, p. 532) que a integração STEAM por meio de atividades de modelagem permite aos alunos “apreciar como sua aprendizagem escolar em matemática e ciências se aplica aos problemas do mundo exterior”.

Referências

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. Uma aproximação socioepistemológica para a Modelagem Matemática. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 117-134, 2009.



ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P.; BORSSOI, A. H. Um estudo sobre o potencial da experimentação em atividades de modelagem matemática no ensino superior. **Quadrante**, Lisboa, v. 30, n. 2, p. 123–146, 2021.

BAIOA, A. M.; CARREIRA, S. Modelação matemática experimental para um ensino integrado de STEM. **Educação e Matemática: Revista da Associação de Professores de Matemática**, Portugal, n. 152, p. 11-14, 2019.

BAPTISTA, M.; MARTINS, I. STEM as a means for students' science learning. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 6, p. 98–115, 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BORSSOI, A. H.; SILVA, K. A. P.; FERRUZZI, E. C. Modelagem Matemática e Educação STEM no Ensino Superior. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2021, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SBEM-MG, 2021. p. 2090-2103).

CARREIRA, S.; BAIOA, A. M. Mathematical modelling with hands-on experimental tasks: on the student's sense of credibility. **ZDM - Mathematics Education**, Berlim, v. 50, n. 1–2, p. 201–215, 2018.

ELFRINGHOFF, M. S.; SCHUKAJLOW, S. What makes a modelling problem interesting? Sources of situational interest in modelling problems. **Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 8-30, 2021.

ENGLISH, L. D. Advancing Elementary and Middle School STEM Education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taiwan, n. 15, p. 1-20, 2017.

ENGLISH, L. D.; MOUSOULIDES, N. G. Bridging STEM in a Real-World Problem. **Mathematics Teaching in the Middle School**, Reston, v. 20, n. 9, p. 532-539, 2015.

HALLSTRÖM, J.; SCHÖNBORN, K. J. Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2019.

PUGLIESE, G. O. STEM education – Um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209–232, 2020.

ROSA, M.; OREY, D. C. An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Globalized World. **Bolema**, Rio Claro, v. 35, n. 70, p. 840-876, 2021.

SCHRENK, M. J.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática como prática pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 194-224, 2022.