

Educación STEAM en actividades de modelación matemática en el quinto año de la Educación Primaria Educação STEAM em atividades de Modelagem Matemática no quinto ano do Ensino Fundamental

Karina Alessandra Pessoa da Silva, Susane Cristina Pasa Pelaquim

Fecha de recepción: 29/09/2022

Fecha de aceptación: 17/10/2022

Resumen	<p>En este artículo investigamos aspectos de la Educación STEAM en el desarrollo de actividades de modelación matemática por parte de 18 alumnos de una clase de 5º grado de la Educación Primaria de una escuela municipal de Brasil. Para ello, nos guiamos por la modelación matemática y la integración de Educación STEAM. Los datos que apoyaron el análisis cualitativo, inspirado en el <i>Research Design</i>, fueron obtenidos a través de grabaciones de audio y video y de los registros escritos de los estudiantes en el desarrollo de dos chistes: lanzamiento de cohetes y producción de <i>slime</i>. Concluimos que las actividades permitieron resaltar aspectos de cada área STEAM en la producción y manipulación de prototipos, en el uso de equipos de medición y en el contenido matemático.</p> <p>Palabras clave: Educación STEAM, modelación matemática, 5º grado, chistes.</p>
Abstract	<p>In this paper, we investigate aspects of STEAM Education in the development of mathematical modeling activities by 18 students from a 5th grade Elementary School class at a municipal school in Brazil. For this, we are guided by mathematical modeling and the integration of STEAM Education. The data that supported the qualitative analysis, inspired by <i>Research Design</i>, were obtained through audio and video recordings and from the students' written records in the development of two jokes – rocket launch and <i>slime</i> production. We concluded that the activities allowed us to highlight aspects of each STEAM area in the production and manipulation of prototypes, in the use of measuring equipment and in the mathematical content.</p> <p>Keywords: STEAM Education, mathematical modeling, 5th grade of elementary school, jokes.</p>
Resumo	<p>Neste artigo investigamos aspectos da Educação STEAM no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática por 18 alunos de uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal no Brasil. Para isso, pautamos na modelagem matemática e na integração da Educação STEAM. Os dados que subsidiaram a análise qualitativa, inspirada na <i>Research Design</i>, foram obtidos por meio de gravações em áudio e vídeo e nos registros escritos dos alunos no desenvolvimento de duas brincadeiras – lançamento de foguete e produção de <i>slime</i>. Concluímos que as atividades permitiram evidenciar aspectos de cada área STEAM na produção e na manipulação dos protótipos, no uso de equipamentos de medidas e nos conteúdos matemáticos.</p> <p>Palavras-chave: Educação STEAM, modelagem matemática, 5º ano do ensino fundamental, brincadeiras.</p>

1. Introdução

A matemática está presente em diferentes situações do dia a dia e pode ser evidenciada quando os alunos se envolvem com uma atividade passível de análise matemática. Para Freudenthal (1968, p. 7), “os humanos não têm de aprender a matemática como um sistema fechado, mas sim como uma atividade, como um processo de matematização da realidade”.

A modelagem matemática entendida como alternativa pedagógica, que aborda, por meio da matemática, um problema não essencialmente matemático (Almeida et al., 2012), expande cognitivamente as relações que podem ser estabelecidas entre situação do dia a dia e Matemática, significando conceitos matemáticos para o aluno. Neste contexto, a matematização consiste no processo de tradução da situação do mundo real na linguagem matemática (Jablonka & Gellert, 2007).

No Brasil, pesquisas que versam sobre a implementação de práticas com atividades de modelagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental vêm sendo empreendidas nos últimos anos (Tortola, 2016; Gomes, 2018; Silva, 2018; Teodoro & Kato, 2021; Nunomura, 2021, Fernandes & Tortola, 2021; Triguero & Kato, 2022). Porém, Villa-Ochoa et al. (2019, p. 63) afirmam “que há produções científicas mínimas no assunto de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, indicando a necessidade de novos estudos ou pesquisas”. Entendemos, assim como Alsina et al. (2021, p. 92), que o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática permite que as crianças estabeleçam “conexão entre o mundo matemático e o mundo real”.

Mostrar aos alunos que a Matemática está presente no nosso dia a dia nas mais diversas situações, inclusive na hora da diversão, pode propiciar um ambiente favorável à criatividade e à análise crítica do mundo (Fernandes & Tortola, 2021). As brincadeiras são oportunidades de os alunos “levantar hipóteses e a se posicionar sobre determinadas situações” (Brasil, 2018, p. 354).

Em muitos casos, em uma brincadeira, se faz necessária a presença de um brinquedo que pode ser produzido pelos alunos. Dependendo da intencionalidade do professor e dos encaminhamentos empreendidos na produção de um brinquedo, conteúdos de diferentes disciplinas curriculares podem se fazer presentes. O brinquedo pode ser considerado um protótipo de uma atividade de modelagem.

Durante a produção do protótipo, os alunos “aplicam seus conhecimentos matemáticos, exploram estratégias possíveis, avaliam seu pensamento, comparam soluções” (Baker & Galanti, 2017, p. 4). Esse encaminhamento pode potencializar, nas aulas de matemática, o desenvolvimento da Educação STEAM. Todavia, uma questão que podemos nos colocar é: de que forma é possível viabilizar a Educação STEAM no âmbito dos anos iniciais?

Segundo Maia et al. (2021), para a abordagem STEAM se faz necessária a interdisciplinaridade de modo a potencializar a compreensão do mundo e o exercício pleno da cidadania. Concordamos com Hallström e Schönborn (2019), quando sugerem que a integração da Educação STEAM pode ser viabilizada na articulação entre duas ou mais áreas – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática.

De modo geral, os professores dos anos iniciais, no Brasil, são responsáveis por ministrar diferentes disciplinas para a mesma turma. Nos documentos oficiais que regem a Educação Básica brasileira, a Educação STEAM não é citada

explicitamente, porém são apresentados elementos coerentes com essa abordagem tais como o desenvolvimento do pensamento científico, da cultura digital e do indivíduo argumentativo de forma crítica, reflexiva, investigativa, e ética para resolver problemas do mundo real (Brasil, 2018). Com isso, entendemos que professores dos anos iniciais têm, naturalmente, a possibilidade de empreender um trabalho interdisciplinar, sendo esse nível de ensino favorável à integração da Educação STEAM.

Levando em consideração os apontamentos supracitados, entendemos que atividades de modelagem matemática subsidiadas em brincadeiras em que se produzem protótipos podem auxiliar na Educação STEAM quando desenvolvidas com alunos dos anos iniciais. As brincadeiras que lançamos nosso olhar correspondem ao lançamento de foguetes e à produção de receitas de *slime*. Com isso, nos debruçamos em investigar a questão: Que aspectos da Educação STEAM são evidenciados em atividades de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

As discussões e reflexões que realizamos estão organizadas neste texto em cinco seções, além desta introdução. Nas segunda e terceira seções abarcamos o quadro teórico que fundamenta nossa pesquisa. Na sequência, trazemos o contexto da pesquisa e a escolha metodológica. Na quinta seção são descritas e analisadas as duas atividades de modelagem desenvolvidas pelos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal localizada no estado do Paraná, Brasil. Por fim, tecemos algumas considerações, bem como apontamos implicações futuras.

2. Modelagem Matemática nos Anos Iniciais

Entendemos, assim como English (2010, p. 288), que a implementação da modelagem matemática na sala de aula “fornece às crianças ricas oportunidades para experienciar dados complexos em contextos desafiadores e, ainda, significativos”. Sua inserção desde os primeiros anos escolares “permitirá que as crianças adquiram progressivamente sólidas competências matemáticas, sempre tendo em mente a conexão entre o mundo matemático e o mundo real” (Alsina et al., 2021, p. 92).

Em uma atividade de modelagem matemática parte-se de uma situação inicial (problemática) e, por meio de procedimentos matemáticos, chega-se à uma situação final, uma solução para o problema (Almeida et al., 2012). Na literatura, os encaminhamentos da situação inicial para a final seguem fases que estruturam um ciclo (Almeida et al., 2012; Doerr et al., 2016; Borromeo Ferri, 2018; Stender, 2018).

Almeida et al. (2012) caracterizam as fases presentes no ciclo de modelagem nomeando-as em inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação. Na inteiração, os alunos se apropriam da situação-problema por meio da coleta de dados qualitativos e quantitativos. Na matematização, ocorre a transformação da linguagem natural para a linguagem matemática em que são realizadas simplificações, definidas variáveis e hipóteses. Na fase de resolução, é deduzido um modelo matemático, uma representação matemática para o que está em estudo (Doerr et al., 2016). O modelo matemático precisa ser interpretado com relação à situação-problema por meio de uma validação dos resultados.

Tortola (2016) destaca que, nos anos iniciais, o modelo matemático apresenta algumas especificidades quanto à simbologia matemática. Para o autor, ele pode ser apresentado de diferentes formas, desde que esteja estruturado e baseado em

conceitos matemáticos que o sustente e solucione a situação apresentada. Assim, um modelo matemático pode ser representado por meio de esquemas, gráficos, desenhos, materiais manipuláveis, colagens e língua natural. Em alguns casos, “um modelo pode ser tanto um protótipo de alguma parte da realidade ou o resultado de um processo de matematização após a experimentação sobre um protótipo” (Carreira & Baioa, 2018, p. 204).

No desenvolvimento de uma atividade de modelagem em que alunos desenvolveram um protótipo, Baioa e Carreira (2019, p. 11) evidenciaram que o uso de materiais e equipamentos “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”. De forma geral, nessas atividades, os alunos usam “artefatos cotidianos, materiais escolares e conhecimento da situação (mesmo não sendo especialista em tal conhecimento) para chegar a resultados considerados razoáveis” (Carreira & Baioa, 2018, p. 213).

Segundo English e Watters (2004, p. 336) “várias questões, conjecturas, conflitos, revisões e resoluções surgem à medida que as crianças desenvolvem, avaliam e se preparam para comunicar seus produtos”. Com “produtos” os autores referem-se a descrições, explicações, justificativas e representações matemáticas associadas aos modelos matemáticos. Isso porque atividades de modelagem despertam a curiosidade e provocam “uma mudança no ambiente do espaço escolar, em que o aluno tem mais autonomia e possibilidades de participação” (Fernandes & Tortola, 2021, p. 2087).

Silva e Klüber (2014, p. 14) sinalizam cinco aspectos favoráveis à presença da Modelagem Matemática nos anos iniciais: “1) o aluno como sujeito da aprendizagem, 2) o professor como mediador do processo, 3) o ensino problematizador, 4) o ensino dialógico e investigativo e, ainda, 5) o ensino interdisciplinar”. Esses aspectos são favorecidos nesse nível de escolaridade, considerando a matriz curricular e a formação do professor.

Levando em ponderação os aspectos supracitados, bem como as assertivas de Maia et al. (2021) sobre a necessidade da interdisciplinaridade para a abordagem da Educação STEAM é que nos pautamos em atividades de modelagem matemática com alunos dos anos iniciais, visto que é preciso entender a “promoção de STEM como uma forma interdisciplinar de aprender de forma autêntica Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática” (English & Mousoulides, 2015, p. 9).

3. Educação STEAM em atividades de modelagem matemática

Na literatura, existem pesquisas que articulam a integração da Educação STEM ou STEAM em atividades de modelagem matemática em diferentes níveis de ensino (English & Mousoulides, 2015; Maiorca & Stohmann, 2016; Baker & Galanti, 2017; Baioa & Carreira, 2019; Borssoi et al., 2021; English, 2022). Essa articulação, de modo geral, está associada ao fato de que a integração da Educação STEM “permite que os alunos desenvolvam conhecimentos, atitudes e habilidades que lhes possibilitam identificar questões retiradas de situações da vida real e, em seguida, obter conclusões baseadas em evidências sobre esses problemas” (Rosa & Orey, 2021, pp. 843-844).

Ao desenvolver uma atividade de modelagem matemática sobre os tempos de fluxo de lavas simuladas de diferentes viscosidades descendo a encosta de um

vulcão feito à mão por alunos de um 5º ano, English (2022) evidenciou, além de uma abordagem do raciocínio quantitativo, questões relativas a evacuação e fatores ambientais. Para a autora, “as experiências com investigações STEM envolvendo raciocínio quantitativo devem começar no jardim de infância e continuar ao longo dos anos até a pós-graduação” (English, 2022, p. 158).

Em pesquisa realizada por English e Mousoulides (2015), alunos de um sexto ano desenvolveram atividades de modelagem baseadas em engenharia, em que abordaram a reconstrução de uma ponte no âmbito de um projeto. Segundo os autores, 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” (English & Mousoulides, 2015, p. 532). Com isso, capitalizam e ampliam o aprendizado rotineiro.

Ao desenvolver uma atividade de modelagem com a temática biometria da mão em turmas do 9º ano, subsidiada na Educação STEM, Baioa e Carreira (2019, p. 11), aclararam a possibilidade de “incluir o recurso a tecnologias”, bem como a troca de ideias entre os integrantes dos grupos de modo a promover a elaboração de estratégias diferenciadas para a produção de um sistema de leitura codificada.

No Ensino Médio, Maiorca e Stohlmann (2016, p. 159) implementaram atividades de modelagem em que os alunos construíram protótipos de abrigos em que evidenciaram “várias iterações do processo de design, testando para ver se seu modelo resistiu às restrições à medida que o construíam”. Para os autores, o *design* de engenharia consiste em um processo de resolução de problema iterativo, no qual múltiplas soluções são possíveis, permitindo aos alunos perceber que a maioria dos problemas de engenharia exige um esforço criativo. Baioa e Carreira (2019, p. 11) afirmam que “num contexto STEM, o processo de modelagem matemática parece estar muito próximo do chamado processo *design* de engenharia”.

Um processo de *design* de engenharia foi implementado em aulas de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real em turmas do Ensino Superior por Borssoi et al. (2021). As autoras, em um ambiente virtual de ensino e aprendizagem durante o contexto pandêmico, evidenciaram aspectos da Educação STEM quando alunos de Engenharia desenvolveram atividades de modelagem matemática sobre a temática radares fixos instalados em rodovias. Os resultados da pesquisa revelaram que alguns grupos integraram naturalmente as quatro áreas STEM e outros realizaram essa integração de forma parcial sob orientação das professoras.

Baker e Galanti (2017) promoveram uma formação de professores atuantes nos anos iniciais da Educação Básica articulando a Educação STEM e modelagem, com foco específico em cálculos ou representações de dados de ciências. Os professores em formação se envolveram com atividades de modelagem como aprendizes, contrastaram tais atividades com aprendizagem baseada em problemas e evidenciaram suas potencialidades para modificar tarefas curriculares.

De certo modo, as pesquisas supracitadas estão em consonância com as assertivas de Alsina (2020, p. 173) de que:

O interesse pela educação STEAM deve também centrar-se na promoção da literacia na área STEAM para todos os alunos como um valor pessoal em si mesmo, com o objetivo de fornecer-lhes ferramentas que lhes permitam identificar e aplicar os principais conhecimentos e formas de aprendizagem. [...] falar e sentir sobre ciência, engenharia, tecnologia, artes

e matemática, de forma mais ou menos integrada, para entender, decidir e/ou atuar sobre problemas complexos e construir soluções criativas e inovadoras, aproveitando sinergias pessoais e tecnologias disponíveis, de forma crítica, reflexiva e com valores. (Alsina, 2020, p. 173)

Levando em consideração as pesquisas supracitadas, principalmente os apontamentos de English (2022) sobre a integração da Educação STEAM nos anos iniciais, bem como o fato de que no processo de aprendizagem por meio de uma Educação STEM é essencial que o contexto dos problemas do mundo real apresentados seja relevante para os alunos (Baptista & Martins, 2019) é que consideramos atividades de modelagem sobre brincadeiras no âmbito de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental.

4. Aspectos metodológicos

Em uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal localizada na região norte do estado do Paraná, no Brasil, formada por 18 alunos, foram desenvolvidas atividades de modelagem matemática com a temática brincadeiras, durante o primeiro semestre letivo do ano de 2022. A temática está inserida na pesquisa de mestrado em andamento da segunda autora deste artigo, sob orientação da primeira.

De modo a trazer reflexões para a questão de pesquisa – Que aspectos da Educação STEAM são evidenciados em atividades de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental? – analisamos duas atividades desenvolvidas pelos alunos. Tratam-se das temáticas foguete e *slime*, que foram planejadas de modo a se produzirem protótipos de brinquedos.

Na atividade “foguete”, desenvolvida no período de 8 a 13 de junho de 2022 (Quadro 1), os alunos foram organizados em 4 grupos (dois com quatro alunos e dois com cinco alunos) pela professora e receberam os materiais para construir o protótipo de um foguete. Sob a instrução de um vídeo e com auxílio de um aplicativo, analisaram qual a melhor angulação para lançar o protótipo o mais distante possível.

Aula	Encaminhamento da atividade
1	Construção dos foguetes seguindo orientações do vídeo: https://www.instagram.com/reel/CdCRRGqjdrI/?utm_source=ig_web_copy_link Análise das formas geométricas utilizadas na construção do foguete.
2	Lançamento dos foguetes no pátio da escola com análise para responder a questão: Qual a distância que meu foguete atinge? Será que existe algo que posso fazer para ele ir mais longe?
3	Definição do ângulo de posição da garrafa em que o foguete teve maior alcance e validação dos resultados.

Quadro 1. Organização das aulas no desenvolvimento da atividade de modelagem “foguete”

Na atividade “*slime*”, desenvolvida no dia 23 de junho de 2022, conforme encaminhamento apresentado no Quadro 2, os alunos foram organizados nos mesmos grupos e cada um recebeu os ingredientes (água boricada e bicarbonato de sódio), para o preparo de diferentes receitas em busca da ideal. Os grupos foram identificados de acordo com a cor do *slime* que produziram: amarelo, vermelho, azul e roxo.

Aula	Encaminhamento da atividade
1	Produção de <i>slime</i> pelos grupos, seguindo diferentes quantidades de bicarbonato de sódio.
2	Análise da consistência de cada <i>slime</i> produzido em relação à elasticidade.
3	Definição da quantidade ideal dos ingredientes responsáveis pela elasticidade do <i>slime</i> .
4	Produção da receita com a quantidade de ingredientes ideal para confirmação dos resultados.

Quadro 2. Organização das aulas no desenvolvimento da atividade de modelagem “*slime*”

A equipe diretiva e pedagógica da escola autorizou a realização da pesquisa, visto que correspondia ao desenvolvimento das habilidades e dos conhecimentos presentes no Projeto Político Pedagógico. Além disso, foi solicitado o consentimento dos pais ou responsáveis, a partir do preenchimento e assinatura de um termo livre e esclarecido, autorizando o desenvolvimento das atividades e o uso dos dados coletados. Para preservar as identidades dos alunos, utilizamos a letra A seguida de um número – A1, A2, ..., A18 – para nos remetermos a alguma ação na atividade.

Os dados que subsidiaram nossa análise são relatórios dos alunos; gravações em áudio e vídeo, feitas pela professora e pelos próprios alunos, de modo a permitir a transcrição dos diálogos e discussões, bem como a visualização das ações dos alunos na realização das atividades; fotos feitas pela professora, de maneira a registrar situações que pudessem auxiliar na análise das atividades.

A metodologia de pesquisa qualitativa foi inspirada na *Research Design*, que tem como objetivo evidenciar “novas maneiras de pensar sobre a natureza do ensino, da aprendizagem e da resolução de problemas eficazes” (Lesh, 2002, p. 29). O que almejamos em nossa pesquisa foi evidenciar novas maneiras de pensar atividades de modelagem que integram a Educação STEAM nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uma temática correspondente à idade e ao interesse dos alunos.

5. Produzindo os brinquedos para as brincadeiras: descrição e análise das atividades de modelagem matemática

A construção do foguete foi iniciada após a professora projetar um vídeo presente em uma rede social da qual muitos fazem parte. Cada grupo de alunos construiu dois protótipos seguindo as orientações do vídeo. Na Figura 1 apresentamos a inteiração de um dos grupos de alunos com os foguetes construídos.



Figura 1. Foguetes construídos. Fonte: Arquivo da professora (2022).

Todos os grupos construíram protótipos com “artefatos cotidianos, materiais escolares” (Carreira & Baioa, 2018, p. 213) suficientes para o que se pretendia investigar. Uma abordagem social se fez presente no que compete ao uso de materiais que seriam descartados, como as garrafas PET, além disso, de modo a personalizar os foguetes foram utilizados recortes de cartolinas coloridas. Neste caso, aspectos relacionados a Artes foram evidenciados. Para Pugliese (2020), a área de Artes abrange sociologia, história, artes visuais, entre outras, e pode ter função sensibilizadora, educadora, criativa e crítica.

Após a construção, a professora solicitou aos grupos que, observando as partes do foguete, escrevessem um relatório, em que elucidassem aspectos matemáticos. A professora tinha como objetivo que os alunos percebessem representações de figuras geométricas tridimensionais (Figura 2) na construção. Neste caso, para a produção dos relatórios, o objeto físico foguete serviu como modelo para que objetos matemáticos relativos a figuras geométricas tridimensionais fossem evidenciados e a Matemática fosse associada ao brinquedo. A produção do protótipo, nesta atividade, sinalizou que “matemática e engenharia formam as áreas de conteúdo primárias, com ciência como o conteúdo de apoio” (English, 2017, p. 5).

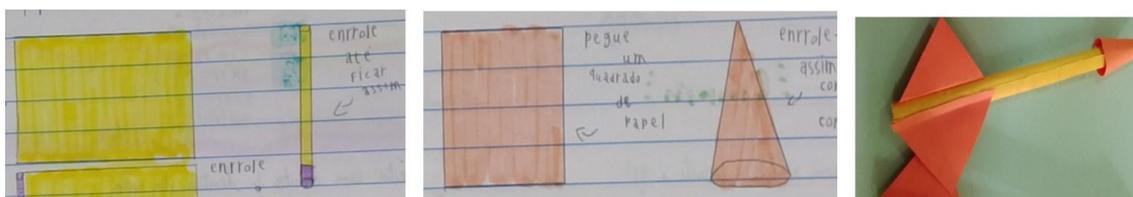


Figura 2. Relatório produzido pelos alunos sobre o foguete construído. Fonte: Relatório dos alunos (2022).

O momento de brincar na quadra da escola se configurou como uma extensão da aula de Matemática com “mudança no ambiente do espaço escolar” (Fernandes & Tortola, 2021, p. 2087). Essa ação da professora teve como objetivo manter um “interesse inicial antes de resolverem um problema” (Elfringhoff & Schukajlow, 2021, p. 27) relacionado ao alcance do foguete de acordo com o ângulo de inclinação da garrafa.

De certo modo, o manuseio do brinquedo e a realização da brincadeira, proporcionou aos alunos observarem o alcance do foguete (Figura 3). Trata-se, portanto, da inteiração “com a finalidade de conhecer as características e especificidades da situação” (Almeida et al., 2012, p. 15).



Figura 3. Alunos manuseando o brinquedo na quadra da escola. Fonte: Arquivo da professora (2022).

A intenção da professora com a brincadeira estava alocada nas aulas de Matemática de modo que os alunos evidenciassem qual ângulo de lançamento do foguete faria com que esse atingisse a maior distância. Todavia os alunos precisaram perceber que o ângulo de lançamento teria interferência na distância atingida, conforme transcrição:

Professora: Vocês soltaram o foguetinho, perceberam alguma situação que ele vai mais longe? O que precisa fazer? [...] Eu preciso segurar mais inclinada, não é?

A11: Sim.

Professora: Essa inclinação, vocês sabem como mede?

A11: Pelo transferidor!

Professora: Isso, pelo transferidor, por isso que eu pedi para baixar o aplicativo do transferidor. Porque é a inclinação que vai dar a maior potência no distanciamento. E como medimos essa inclinação? Medimos pelo transferidor porque medimos essa inclinação pelo ângulo. É uma inclinação angular é o ângulo que dá essa inclinação. Então agora, o colega que está com o celular com o aplicativo vai medir o ângulo que o outro colega vai posicionar a garrafa para soltar o foguetinho. E podemos medir a distância que esse foguetinho atingiu nessa posição angular. Podemos fazer isso de vários ângulos. Então vamos fazer isso agora?

Utilizando o aplicativo *Protactor*, instalado nos telefones celulares, os alunos fizeram as medições dos ângulos que posicionaram a garrafa para soltar o foguete e depois, com uma trena, mediram a distância atingida. Cada grupo fez o registro de pelo menos três posições angulares e a respectiva distância que o foguete atingiu ao ser lançado. Os dados foram organizados em uma lista de valores, conforme mostra a Figura 4.

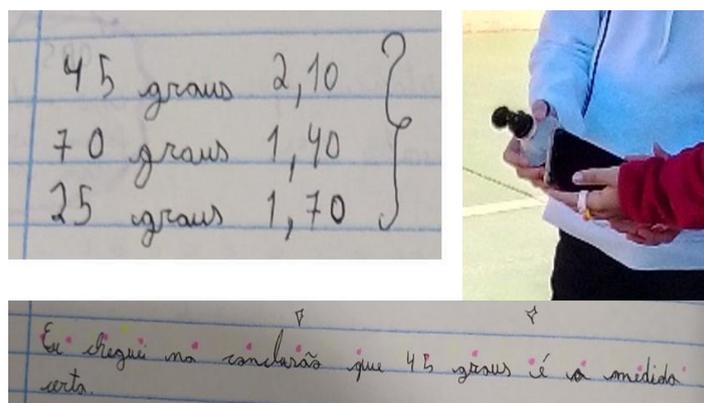


Figura 4. Medindo o ângulo e a distância que o foguete alcança. Fonte: Relatório dos alunos (2022).

O uso do aplicativo para a coleta de dados quantitativos realizada com os foguetes proporcionou “meios para que o estudante se engaje nas ações, tome decisões, esteja em interação com o professor, com os colegas e com os meios que lhe permitem experimentar no desenvolvimento de atividades de modelagem” (Almeida et al., 2021, p. 144). Neste caso, os alunos reconheceram que uma tecnologia digital presente no telefone pode auxiliá-los nas aulas. Neste caso, antecipando a oportunidade de trabalhar com o aplicativo, a professora permitiu aos alunos “explorar o valor epistêmico da ferramenta digital como instrumento de ensino e de aprendizagem” (Galbraith & Fisher, 2021, p. 201).

Na Figura 4 também é apresentada a solução que um dos grupos chegou: 45 graus é a medida certa. Ou seja, os alunos concluíram que segurando a garrafa com um ângulo de 45° o foguete atingiu a maior distância – 2,10 metros. O objeto

matemático ângulo, nesta atividade, se associou à inclinação da garrafa para que o foguete atingisse a maior distância. Porém, os alunos observaram que, na quadra, o vento interferia em alguns lançamentos.

Em sala de aula, com uma menor interferência do vento nos resultados, para realizar a validação, foi feita uma nova análise, concluindo que segurando a garrafa a 45° em relação ao chão, o foguete atingiu a maior distância (Figura 5). A fase de validação proporcionou aos alunos “avaliar o processo de construção de modelos e os diferentes contextos de suas aplicações” (Almeida, et al., 2012, p. 16).



Figura 5. Validação do resultado na sala de aula. Fonte: Arquivo da professora (2022).

A partir da construção de um brinquedo e desenvolvimento de uma brincadeira, os alunos, orientados pela professora, se envolveram com ações nas quais os objetos matemáticos figuras geométricas tridimensionais e ângulo foram abordados como possibilidade de se obter êxito no lançamento do foguete.

Considerando o envolvimento dos alunos com a construção do foguete, bem como a possibilidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar com Ciências, de modo a evidenciar aspectos da Educação STEAM, a professora inteirou-os sobre outro brinquedo muito comum na realidade do momento – o *slime*. Os alunos iniciaram a atividade com uma conversa geral sobre o *slime*: quem conhecia; se alguém já havia feito em casa; se eles estariam dispostos a produzir o *slime*.

Diante do aceite do convite, a professora organizou os alunos em grupos de modo que cada grupo recebeu as quantidades dos ingredientes, conforme mostra a Figura 6. A quantidade de cola e corante foi igual para todos os grupos, 200 g de cola e um potinho de tinta colorida. O que variou foi a quantidade de água boricada e bicarbonato de sódio. O objetivo da atividade foi analisar qual a quantidade de ingredientes produziria um “um *slime* perfeito”, com maior elasticidade.

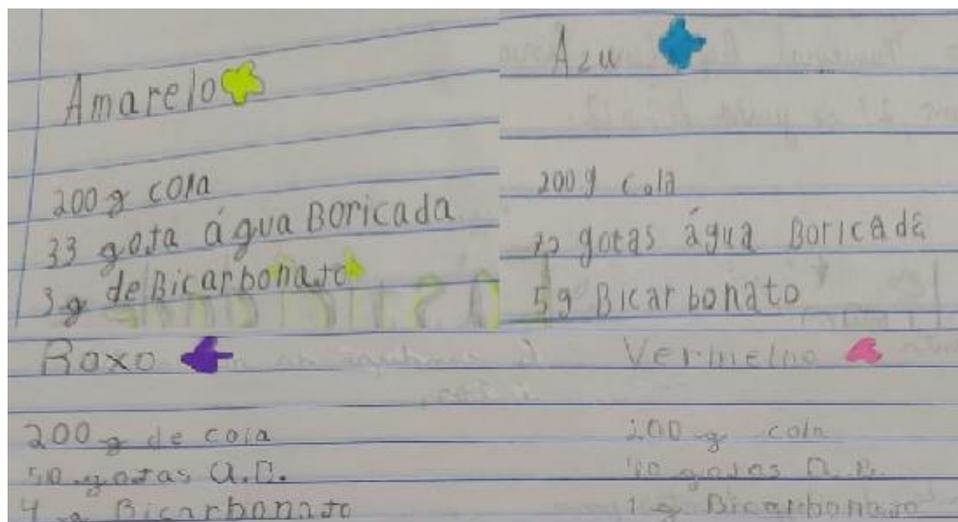


Figura 6. Quantidade de ingredientes para cada grupo produzir o *slime*. Fonte: Relatório dos alunos (2022).

Além de os alunos produzirem um protótipo, a atividade tinha o propósito de envolvê-los numa experimentação. De acordo com Carreira e Baioa (2011), em uma experimentação, os alunos manipulam equipamentos e ingredientes fazendo conjecturas sobre suas ações. Isso foi revelado nas ações dos alunos ao produzirem receitas de *slime*, conforme transcrição a seguir:

A11: A gente vai fazer *slime* e nosso grupo vai ser o melhor.

A13: Aqui tem 200g de...

A11: Cola!

A10: Cola branca. Só que a gente vai fazer tipo um experimento para saber o quanto de água boricada e etc. a gente vai usar.

Por meio da fala da A11, podemos evidenciar que, a princípio, ela tomou como hipótese que a receita de *slime* – amarelo – que seu grupo produziria, seria a melhor. Já a A10 revelou entender que os procedimentos para a produção do brinquedo é *tipo um experimento* e que precisam determinar *o quanto de água boricada e etc. a gente vai usar*.

As quantidades de ingredientes foram aferidas com o auxílio de uma balança e um conta gotas. A professora adicionou água boricada e bicarbonato seguindo a receita de cada grupo. Ao receber o recipiente com os ingredientes, os alunos de cada grupo realizaram a mistura e tiveram “a oportunidade de aprender fazendo (enquanto executam manipulação e experimentação reais, se engajam em conjecturar e validar)” (Carreira & Baioa, 2011, p. 214). Na Figura 7 são apresentadas as ações realizadas.



Figura 7. Procedimentos realizados pelos grupos para a produção dos slimes. Fonte: Arquivo da professora (2022).

O grupo – amarelo –, conforme adicionava os ingredientes, percebeu a consistência do *slime*. A A11, observando os resultados afirmou: *A professora colocou 3 g de bicarbonato no nosso slime e tá ficando assim [mostra – terceira imagem da Figura 7], parecendo queijo*. A experiência com relação à cor e à consistência do queijo fez com que A11 buscasse em sua estrutura cognitiva aspectos visuais de algo que ela conhece comparando com o que estava sendo produzido. Entendemos, assim como Carreira e Baioa (2011, p. 214), que: “Trabalhar com materiais físicos concretos é uma maneira de investigar as propriedades matemáticas dos objetos”.

Ainda em contato com o *slime* em produção, sem ser feita uma análise matemática, os alunos mantiveram uma interação com o fenômeno de modo a verificar a consistência e a elasticidade ideal para poderem manuseá-lo sem arrebentar. Na Figura 8 são apresentados os registros em que os alunos fizeram uma primeira análise com o manuseio do *slime* em cada grupo.

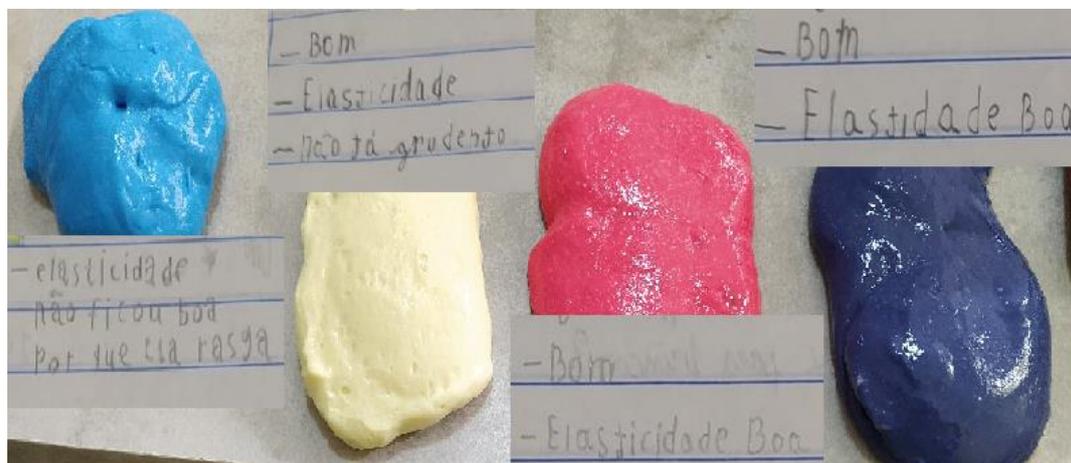


Figura 8. Análise da consistência e elasticidade dos slimes. Fonte: Relatório dos alunos (2022).

Os registros escritos produzidos a partir de uma análise visual, pareceram revelar que dentre os *slimes* produzidos, o de cor amarelada era, para os alunos, o que não apresentou uma boa elasticidade – *elasticidade não ficou muito boa porque ela rasga* (registro escrito, Figura 8). Todavia, os alunos consideraram que os outros *slimes* – azul, vermelho e roxo – apresentaram *elasticidade boa*. Essas afirmações consistem em hipóteses para o desenvolvimento da atividade de modelagem. A

formulação de hipóteses é essencial em atividades de modelagem, pois demarca “a trajetória dos alunos, enquanto conhecimento extramatemático e orienta o próprio trabalho matemático” (Almeida, 2018, p. 25).

De modo a confrontar as hipóteses, foi realizada uma análise em que os alunos observaram o *slime* ser solto em queda livre com o auxílio de uma fita métrica de 1,5m de comprimento fixada na parede (Figura 9). Os alunos, juntamente com a professora, observaram que o *slime* azul ficou duro e começou a quebrar, ou seja, embora aparentemente apresentasse uma boa elasticidade, a experimentação refutou a análise visual, pois ao atingir 97 cm em queda livre no tempo de 5 segundos, arrebentou. Os *slimes* vermelho, amarelo e roxo estavam mais elásticos, atingiram 1,5 m em queda livre, nos tempos 4, 6 e 5 segundos respectivamente sem romper. Nestas condições, estes *slimes* estariam bons para manusear e brincar. Neste momento de análise, o objeto de estudo elasticidade, próprio àquele investigado na área de Ciência (no âmbito da física) foi significado pelos alunos em esticar sem rasgar.

Na Figura 10 é apresentado o comportamento experimentado pelos alunos quando eles deixaram os *slimes* soltos em queda livre com menor interferência humana. Por meio da força da gravidade, em que os alunos mobilizaram conhecimentos a respeito de conceitos de física, o *slime* azul não esticou tanto quanto os das outras cores, como já analisado anteriormente.



Figura 9. Análise da elasticidade do *slime* com ajuda da fita métrica. Fonte: Arquivo da professora (2022).



Figura 10. Análise da elasticidade do *slime* com a força da gravidade. Fonte: Arquivo da professora (2022).

Estudar conceitos de Ciência em uma atividade de modelagem matemática nos anos iniciais permitiu aos alunos desenvolverem tais conceitos “da maneira mais significativa e razoável para eles” (Baioa & Carreira, 2019, p. 11).

Ao observar o comportamento dos *slimes* em queda livre, sob ação da gravidade, A10 afirmou: *o azul foi desclassificado porque ficou parado!* O fato de o *slime* da cor azul não ter sofrido grande influência da gravidade, a elasticidade foi denotada por um novo significado – parado. Assim, foram mobilizados conhecimentos científicos a partir da experimentação em uma atividade de modelagem matemática. Há, nesse momento, a fase de interpretação dos

resultados que, de acordo com Almeida et al. (2012), se fazem inferências experimentais na análise, como podemos evidenciar na transcrição a seguir:

A10: Que lerdza dele! Estou com pressa!

[...]

A10: Acho que o amarelo vai arrebentar não sei porque...

Professora: O amarelo está fininho...

A11: Aham!

A3: E o vermelho.

Professora: Olha o vermelho também ali, olha...

A10: É...

[...]

A2: O roxo, eu acho que ele vai ser o último a arrebentar.

A10: É... É verdade.

Os alunos, após análise e discussões do tempo em que cada *slime* atingiu o chão, definiram que os *slimes* amarelo, roxo e vermelho apresentaram uma consistência boa e, para definir qual seria a quantidade ideal de água boricada e bicarbonato de sódio, resolveram, juntamente com a professora, calcular a média utilizada desses ingredientes nos três grupos. O procedimento de considerar a média corresponde a uma simplificação do fenômeno. A simplificação é recorrente em atividades de modelagem de modo que seja possível investigar o fenômeno em estudo. Os registros das operações são apresentados na Figura 11, em que os alunos utilizaram o objeto matemático média aritmética para encontrar a quantidade ideal de bicarbonato de sódio (2,6 g) e de água boricada (41 gotas) a serem utilizadas na receita do modelo de “*slime* perfeito”.

— Calcula a média da quantidade de gramas de bicarbonato de sódio das receitas que deram certo

$$\begin{array}{r}
 3 \text{ gramas (amarelo)} \\
 + 4 \text{ gramas (roxo)} \\
 1 \text{ gramas (vermelha)} \\
 \hline
 8 \text{ } \\
 - 6 \text{ } \\
 \hline
 2 \\
 \div 10 \\
 \hline
 0,2
 \end{array}$$

Calcula a média das quantidades das gotas das receitas que deram certo

$$\begin{array}{r}
 33 \text{ gotas (amarelo)} \\
 + 50 \text{ gotas (roxo)} \\
 40 \text{ gotas (vermelha)} \\
 \hline
 123 \text{ } \\
 - 82 \text{ } \\
 \hline
 41 \\
 \div 10 \\
 \hline
 4,1
 \end{array}$$

Figura 11. Matematização. Fonte: Relatório dos alunos (2022).

Os alunos fizeram a validação considerando as quantidades de ingredientes da receita ideal (situação real) com os valores obtidos na matematização e resolução com as médias. Para isso, produziram um novo protótipo – um modelo físico para o *slime*. Na Figura 12 é apresentada a receita do “*slime* perfeito” a partir das quantidades de ingredientes e o manuseio do novo *slime* – verde.

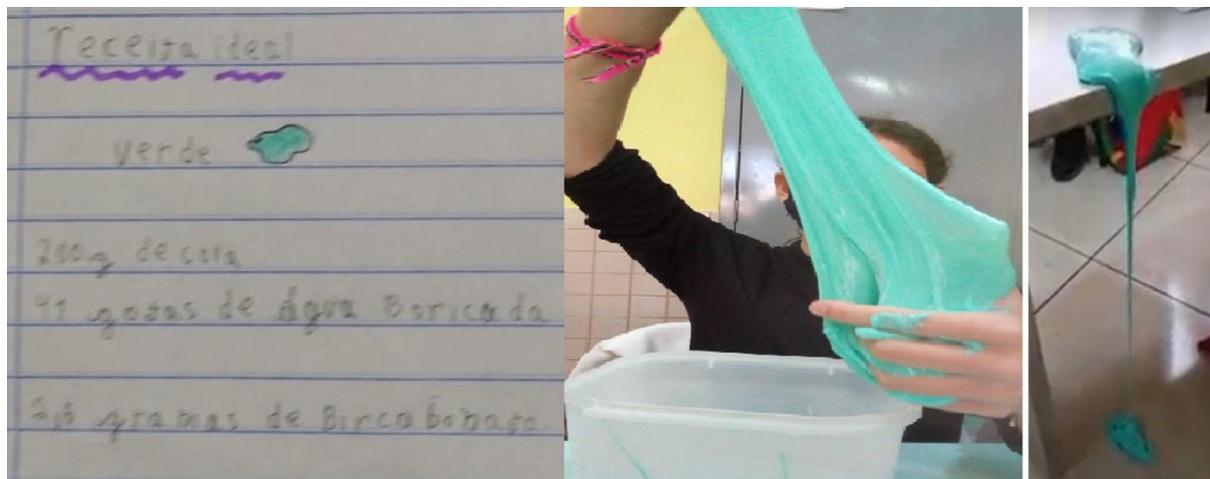


Figura 12. O “*slime* perfeito”. Fonte: Arquivo da professora e relatório dos alunos (2022).

Um aluno de cada grupo ajudou na produção do “*slime* perfeito”. Para verificar a elasticidade, os alunos utilizaram o mesmo procedimento de queda livre, conforme mostra a terceira imagem da Figura 12. Ao observarem o comportamento do *slime* verde em queda livre, os alunos fizeram algumas considerações, conforme transcrição a seguir:

- A10: Pode parar de gravar?
 Professora: Quanto tempo tem?
 A13: Agora em um minuto. Um minuto agora.
 A1: Vai arrebentar.
 A11: Não vai não...
 Professora: Não vai, tá ficando bem grosso aqui ó!
 A11: Aí, agora ele tá começando a engrossar.

Quando A11 fala *Aí, agora ele tá começando a engrossar*, fez inferência com os *slimes* anteriores que ao serem deixados em queda livre não se comportaram desta forma. Portanto, a ideia de arrebentar o *slime* fica mais distante, confirmando a elasticidade ideal para poder ser manuseado para a brincadeira. Esse empreendimento pode ser algo que se relacione a estudos no âmbito da Engenharia Química e da Engenharia de Materiais, por exemplo.

Os dois protótipos – brinquedos – construídos pelos alunos, de certo modo, se iniciaram “com um problema do mundo real que requer interpretação, investigação e representação matemática” (English, 2016, p. 187). A representação matemática foi orientada pela professora que, além de intencionar realizar integração da Educação STEAM tinha como objetivo abarcar conteúdos matemáticos.

Em ambas atividades foi conferido ao aluno “apreciar como sua aprendizagem escolar em matemática e ciências se aplica aos problemas do mundo exterior” (English & Mousoulides, 2015, p. 532), de modo a não ser desarticuladas da realidade e nem tratadas de forma disjuntas.

O Quadro 3 reúne os aspectos da Educação STEAM evidenciados a partir da análise dos dados ao longo do desenvolvimento das atividades de modelagem matemática.

Áreas STEAM	Atividade do foguete	Atividade do <i>slime</i>
S	Considerações sobre a resistência do ar (com vento e sem vento) no lançamento do foguete.	Realização de uma experimentação (misturas), investigação sobre a ação da gravidade e sobre elasticidade.
T	Vídeo instrucional obtido em rede social, uso do aplicativo <i>Protractor</i> para medir ângulo.	Uso de instrumentos de medida, como balança e fita métrica.
E	Organização das partes do foguete.	Análise dos ingredientes para a obtenção de um material com determinada elasticidade.
A	Aspectos sociais sobre o uso de materiais descartáveis e trabalho em grupo; aspectos artísticos com personalização das partes do foguete.	Aspectos sociais sobre o trabalho em grupo e a autonomia para a produção do <i>slime</i> ; aspectos artísticos com personalização na cor do <i>slime</i> .
M	Formas geométricas, ângulo, medidas de comprimento.	Medidas de massa e comprimento, proporção, média.

Quadro 3. Aspectos evidenciados em cada área do STEAM

A área Ciência (S) está presente nos conteúdos científicos abordados nas atividades, como resistência do ar, misturas e reações químicas, queda livre e a força da gravidade. A tecnologia (T) foi utilizada como recursos em vídeos instrucionais pesquisados na internet; na utilização de um aplicativo (*Protractor*) para medir ângulos; a trena para medir a distância que o foguete atingiu e a altura que o *slime* pendeu em queda livre sem arrebentar; e na balança para medir a massa dos ingredientes. Com relação à área de Engenharia (E) é evidente sua presença na construção de ambos os protótipos – foguete e *slime*. A construção das partes do foguete é inspirada em modelos reais que permitem estabilidade do equipamento no ar; na produção de *slime* se faz necessário conhecer e reconhecer as especificidades dos ingredientes para a obtenção do material final, de modo a agradar um cliente que pode se interessar por um produto fabricado em grande escala por empresas para a venda. A área de Artes se figura nas atividades se remetendo ao trabalho colaborativo e autônomo dos alunos, pois estes se organizaram em grupos para vivenciar as experiências, bem como na personalização dos protótipos e no uso de materiais alternativos.

A área da Matemática (M) se articula entre a produção dos protótipos e suas finalidades, principalmente no uso de equipamentos para medir ângulo, massa e comprimento. Além disso, reconhecimento e traçados de figuras geométricas, cálculo de proporção e média foram solicitadas nas abordagens empreendidas nas atividades de modelagem.

De modo geral, concordamos com Fernandes e Tortola (2021) de que a ludicidade é um aspecto que permite que os alunos se mantenham interessados em uma temática no desenvolvimento de uma atividade de modelagem. A temática brincadeira faz parte da vivência dos alunos e sua abordagem consta dos documentos oficiais que regem a educação brasileira (Brasil, 2018).

6. Considerações finais

Diante da necessidade de empreender esforços na integração da Educação STEAM “no jardim de infância e continuar ao longo dos anos até a pós-graduação” (English, 2022, p. 158), bem como das assertivas de que práticas pedagógicas para a Educação STEAM “sejam mais pesquisadas e testadas em ambientes educacionais reais” (Hallström & Schönborn, 2019, p. 9) e da potencialidade da interdisciplinaridade no âmbito dos anos iniciais (Silva & Klüber, 2014), nos valemos em investigar: Que aspectos da Educação STEAM são evidenciados em atividades de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

Considerando o fato de que a modelagem matemática “preza por atividades práticas, atividades diferenciadas, trazendo a vivência dos alunos para dentro da sala de aula” (Triguero & Kato, 2022, p. 23), nos subsidiamos na temática brincadeira. Assim, os alunos de uma turma de 5º ano, em grupos, defronte da temática brincadeira em que lhes foram solicitadas construções de protótipos de brinquedos necessitaram manipular materiais de modo que houve integração entre as diferentes áreas STEAM – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática – em maior ou menor concentração em cada atividade. Aspectos de cada área STEAM foram evidenciados seja na produção e na manipulação dos protótipos, seja no uso de equipamentos de medidas e nos conteúdos matemáticos que se fizeram necessários ou mesmo solicitados pela professora.

Muito embora a linguagem científica ainda não esteja refinada nos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, a atividade de modelagem permitiu que eles se empenhassem em algo que necessariamente os levou a simbolizar, enquanto “uma atividade, como um processo de matematização da realidade” (Freudenthal, 1968, p. 7). Todavia, tal simbolização está atrelada às especificidades desse nível de ensino, como já ponderou Tortola (2016). Os protótipos se configuraram como resultado da produção da matematização ou mesmo como meios para realizar a matematização. Com isso, conjecturamos que foi possível que os alunos apreciassem “como sua aprendizagem escolar em matemática e ciências se aplica aos problemas do mundo exterior” (English & Mousoulides, 2015, p. 532).

Entendemos que nossa investigação se constitui em uma produção científica para ampliar o debate da implementação de práticas de modelagem matemática nos anos iniciais, articulando aspectos da Educação STEAM de modo a ampliar esse empreendimento nos currículos existentes, contemplando as habilidades e competências presentes nos documentos oficiais nacionais (Brasil, 2018), bem como questões já elencadas na leitura por pesquisadores como English (2017) e Baker e Galanti (2017).

No entanto, compreensões eminentes com relação a questões sobre perspectivas sobre a educação STEAM, disciplina de representação STEAM e igualdade no acesso à educação STEM ainda se fazem latentes e podem se configurar como possibilidades de pesquisas futuras.

7. Referências bibliográficas

- Almeida, L. M. W. (2018). Considerations on the use of mathematics in modeling activities. *ZDM*, 50 (1-2), 19-30.
- Almeida, L. W., Silva, K. P., & Vertuan, R. E. (2012). *Modelagem Matemática na educação básica*. São Paulo: Contexto.

- Almeida, L. M. W., Silva, K. A. P., & Borssoi, A. H. (2021). Um estudo sobre o potencial da experimentação em atividades de modelagem matemática no ensino superior. *Quadrante*, 30 (2), 123-146.
- Alsina, A. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 58, 168-190.
- Alsina, Á., Toalongo-Guamba, X., Trelles-Zambrano, C., & Salgado, M. (2021). Developing early mathematical modelling skills in the early ages: a comparative analysis at 3 and 5 years. *Quadrante*, 30 (2), 74-93.
- Baioa, A. M., & Carreira, S. (2019). Modelação matemática experimental para um ensino integrado de STEM. *Educação e Matemática: Revista da Associação de Professores de Matemática*, (152), 11-14.
- Baker, C. K., & Galanti, T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*, 4 (1), 1-15.
- Baptista, M., & Martins, I. (2019). STEM as a means for students' science learning. *Acta Scientiae*, 21 (6), 98-115.
- Borromeo Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Picassoplatz, Switzerland: Springer (13-39).
- Borssoi, A. H., Silva, K. A. P., & Ferruzzi, E. C. (2021). Modelagem Matemática e Educação STEM no Ensino Superior. In M. Rosa, & V. Franco Neto (Org.), *Anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 2090-2103). SBEM.
- Brasil. (2018). *Ministério da Educação*. Base Nacional Comum Curricular. Brasília.
- Carreira, S., & Baioa, A. M. (2011). Students' Modelling Routes in the Context of Objects Manipulation and Experimentation in Mathematics. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.). *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 211-220). Springer.
- Carreira, S., & Baioa, A. M. (2018). Mathematical modelling with hands-on experimental tasks: On the student's sense of credibility. *ZDM - Mathematics Education*, 50 (1-2), 201-215.
- Doerr, H. M., Ärlebäck, J. B., & Misfeldt, M. (2016). Representations of Modelling in Mathematics Education. In G. A. Stillman et al. (Eds.). *Mathematical Modelling and Applications, International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer International Publishing: AG 2017.
- Elfringhoff, M. S., & Schukajlow, S. (2021). What makes a modelling problem interesting? Sources of situational interest in modelling problems. *Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática*, Lisboa, 30 (1), 8-30.
- English, L. D. (2017). Advancing Elementary and Middle School STEM Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 1-20.
- English, L. D. (2016). Developing early foundations through modeling with data. In C. Hirsch (Ed.), *Annual perspectives in mathematics educations: Mathematical Modeling Mathematics* (pp. 187-195). NCTM - National Council of Teachers of Mathematics.
- English, L. D. (2022). Fifth-grade Students' Quantitative Modeling in a STEM Investigation. *Journal for STEM Education Research*, 5, 134-162.
- English, L. D. (2010). Modeling with Complex Data in the Primary School. In R. Lesh et al. (Eds.). *Modeling students' mathematical modeling competencies*. Springer: New York, London (pp. 287-300).

- English, L. D., & Mousoulides, N. G. (2015). Bridging STEM in a Real-World Problem. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20 (9), 532-539.
- English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical Modelling with young children. In J. Høines, & A. B., Fuglestad (Eds.). *The 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Bergen, pp. 335–342.
- Fernandes, A., & Tortola. (2021). Ludicidade em Atividades de Modelagem Matemática na Educação Infantil e no Ensino Fundamental. In M. Rosa & V. F. Neto. *Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Uberlândia. *Anais eletrônicos...* Brasília: SBEM (pp. 2075-2089).
- Freudenthal, H. (1968). Why to Teach Mathematics so as to Be Useful. *Educational Studies in Mathematics*. 1 (1-2), 3-8.
- Galbraith, P., & Fisher, D. M. (2021). Technology and mathematical modelling: addressing challenges, opening doors. *Quadrante*, 30 (1), 198-218.
- Gomes, J. C. S. P. (2018). *Professoras dos anos iniciais em práticas de Modelagem Matemática*. (Dissertação de mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Brasil. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3901>
- Hallström, J., & Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6 (1), 1-10.
- Jablonka, E., & Gellert, U. (2007). Mathematisation–demathematisation. In U. Gellert, & E. Jablonka (Ed.). *Mathematisation and Demathematisation*. Rotterdam: Sense Publishers, 1-19.
- Lesh, R. A. (2002). Research design in mathematics education: Focusing on design experiments. In. *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 27-49). Lawrence Erlbaum Associates.
- Maia, D. L., Carvalho, R. A., & Appelt, V. K. (2021). Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 17, (49), 68-88.
- Maiorca, C., & Stohlmann, M. (2016). Inspiring students in integrated STEM Education through modeling activities. In C. Hirsch (Ed), *Annual perspectives in mathematics educations: Mathematical Modeling Mathematics* (pp. 153-162). NCTM - National Council of Teachers of Mathematics.
- Nunomura, A. R. T. (2021). *Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: um olhar para os registros de representação semiótica*. (Dissertação de mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Brasil. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24665>
- Pugliese, G. O. (2020). STEM education – Um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Curriculo Sem Fronteiras*, 20 (1), 209-232.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2021). An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Glocalized World. *Bolema*, 35 (70), 840-876.
- Silva, V. S. (2018). *Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos*. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil. <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2640>
- Silva, V. S., & Klüber, T. E. (2014). Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: reflexões e apologia aos seus usos. In E. S. Alencar, & E. Lautenschlager (Orgs.). *Modelagem Matemática nos anos iniciais*. São Paulo: Editora Sucesso, 7-24.
- Stender, P. (2018). The use of heuristic strategies in modelling activities. *ZDM*, 50, (1-2), 315-326.

- Teodoro, F. P., & Kato, L. A. (2021). A recontextualização pedagógica operada em uma prática de Modelagem Matemática nos Anos Iniciais. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12 (2), 1-27.
- Tortola, E. (2016). *Configurações de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental*. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil. <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/configuracoes-de-modelagem-matematica-nos-anos-iniciais-do-ensino-fundamental/>
- Triguero, L. F., & Kato, L. A. (2022). Articulações entre os significados denotativos e conotativos para o conceito de proporção: uma experiência com Modelagem Matemática nos anos iniciais. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 13 (2), 1-25.
- Villa-Ochoa, J. A., Soares, M. R., & Alencar, E. S. (2019). A Modelagem Matemática nos anos iniciais como perspectiva para o ensino de matemática: um panorama de publicações brasileiras em periódicos (de 2009 a 2018). *Educar em Revista*, 35 (78), 47-64.

Karina Alessandra Pessoa da Silva: graduada em Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestre e doutora em Educação Matemática pela UEL. Professora do Departamento de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: karinasilva@utfpr.edu.br

Susane Cristina Pasa Pelaquim: graduada em Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Professora da rede municipal e estadual de ensino da cidade de Londrina, Paraná. E-mail: susipasa@gmail.com