

Alunos dos anos iniciais em atividades de modelagem matemática: uma análise semiótica dos diagramas

Early year students in mathematical modeling activities:
a semiotic analysis of diagrams

Estudiantes de primer año en actividades de modelización matemática:
un análisis semiotico de diagramas

Susane Cristina Pasa Pelaquim¹  

Karina Alessandra Pessoa da Silva²  

RESUMO

Neste artigo apresentamos resultados de uma pesquisa de mestrado desenvolvida com uma turma de alunos dos anos iniciais em atividades de modelagem matemática com o objetivo de analisar as suas ações ao escolher uma temática e desenvolver a atividade de forma autônoma. A fundamentação teórica está subsidiada na Modelagem Matemática como alternativa pedagógica e as ações dos alunos são analisadas à luz da semiótica peirceana. Os alunos do 5º ano de uma escola municipal do norte do Paraná, organizados em grupos, partiram de brincadeiras escolhidas por eles, para definir e solucionar problemas matemáticos. A análise qualitativa de cunho interpretativo está focada no quadro teórico e nos dados obtidos por registros escritos, fotos, vídeos e falas das gravações em aulas de Matemática. O conjunto de dados nos permitiu evidenciar que os alunos, familiarizados com atividades de modelagem, estabeleceram relações com uma situação real, com conteúdos matemáticos e com o fazer modelagem matemática, mostrando-se preparados para articular situações da realidade e Matemática estruturada no contexto escolar.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Semiótica peirceana; Diagramas; Anos iniciais do Ensino Fundamental; Familiarização dos alunos.

ABSTRACT

In this paper, we present results of a master's research developed with a group of students in the early years in mathematical modeling activities with the objective of analyzing their actions when choosing a theme and developing the activity autonomously. The theoretical foundation is subsidized in Mathematical Modeling as a pedagogical alternative and the students' actions are analyzed in the light of Peirce's semiotics. The 5th grade students of a municipal school in the north of Paraná, organized in groups, started from games chosen by them, to define and solve mathematical problems. The qualitative analysis of an interpretative nature is focused on the theoretical framework and on the data obtained from written records, photos, videos and speeches from recordings in Mathematics classes. The data set allowed us to show that students, familiar with modeling activities, established relationships with a real situation, with mathematical content and with mathematical modeling, showing themselves prepared to articulate situations of reality and structured mathematics in the school context.

Keywords: Mathematical Modeling; Peircean semiotics; Diagrams; Early years of elementary school; Familiarization of students.

RESUMEN

En este artículo presentamos los resultados de una investigación de maestría desarrollada con un grupo de estudiantes de los primeros años en actividades de modelación matemática con el objetivo de analizar sus acciones al momento de elegir un tema y desarrollar la actividad de forma autónoma. La fundamentación teórica se sustenta en la Modelación Matemática como alternativa pedagógica y se analiza el accionar de los estudiantes a la luz de la semiótica de Peirce. Los alumnos de 5º grado de una escuela municipal del norte de Paraná, organizados en grupos, partieron de juegos elegidos por ellos, para definir y resolver problemas matemáticos. El análisis cualitativo de carácter interpretativo se centra en el marco teórico y en los datos obtenidos de registros escritos, fotografías, videos y discursos de grabaciones en clases de Matemática. El conjunto de datos permitió mostrar que los estudiantes, familiarizados con las actividades de modelación, establecieron relaciones con una situación real, con contenidos matemáticos y con la modelación matemática, mostrándose preparados para articular situaciones de la realidad y matemáticas estructuradas en el contexto escolar.

Palabras clave: Modelación Matemática; Semiótica peirceana; Diagramas; Primeros años de la escuela primaria; Familiarización de los estudiantes.

1 Mestre em Ensino de Matemática - UTFPR. Professora da Rede Municipal e Estadual de Ensino e Doutoranda em Linguagens e Tecnologias na Área de Ensino - UNOPAR, Londrina, Paraná, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Almeida Porto, 580, Vila Oliveira, Rolândia, Paraná, Brasil, CEP: 86604-056. E-mail: susipasa@mail.com

2 Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática - UEL. Professora do Departamento Acadêmico de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática - UTFPR, Londrina, Paraná, Brasil. Endereço para correspondência: Rua: Joaquim Mortinho, 200, Sabará, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86066-030. E-mail: karinapessoa@mail.com

INTRODUÇÃO

Mostrar para o aluno que a matemática está presente em situações de seu dia a dia, pode tornar seu estudo mais interessante (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021). Por meio da Modelagem Matemática, como alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012), desenvolvendo atividades com temáticas de interesse dos alunos os aproxima da matemática e os ajuda a articular os conceitos com situações da realidade.

Na literatura, os encaminhamentos de uma atividade de modelagem seguem ciclos que norteiam o professor na orientação dos alunos. De modo geral, nesses ciclos, as atividades são organizadas em fases ou etapas das quais os alunos apresentam ações como busca por informações, identificação e seleção de variáveis, elaboração de hipóteses, realização de simplificação, validação de uma representação matemática (modelo matemático) que permite a análise e a solução do problema investigado (ALMEIDA; FERRUZZI, 2009).

As ações supracitadas são subsidiadas por signos que revelam relações de uma situação real a conteúdos matemáticos (PELAQUIM; MARTINS; SILVA, 2022). Assim, por meio de uma análise semiótica desses signos, é possível evidenciar conhecimentos tanto em relação ao fenômeno em estudo, quanto em relação aos conteúdos matemáticos. A semiótica peirceana, subsidiada na construção de diagramas, consiste em um referencial que tem potencial para uma discussão relacionada aos conhecimentos dos alunos. Segundo Kadunz (2016, p. 118), os diagramas são signos “construídos seguindo certas regras e podem, assim, mostrar relações”, nos registros falados, escritos e gesticulados dos alunos (intérpretes).

Neste artigo, analisamos seis atividades de modelagem matemática que foram desenvolvidas por alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, divididos em seis grupos, em que cada qual escolheu uma brincadeira e foi responsável “por todas as ações nas diferentes fases da modelagem” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 27), desde a escolha da temática até sua validação. Trata-se do que os autores nomeiam de terceiro momento de familiarização, em que há maior “independência do estudante no que se refere à definição de procedimentos extramatemáticos e matemáticos adequados para a realização da investigação” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, 2012, p. 26).

Para isso, realizamos uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo subsidiada na Modelagem Matemática e na Semiótica peirceana com o intuito de trazer reflexões para a questão: *O que os grupos de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental levam em consideração ao desenvolver uma atividade de modelagem matemática de terceiro momento de familiarização?* Para isso, temos como objetivo analisar as ações de grupos de alunos de uma turma do 5º ano ao escolher uma temática e desenvolver a atividade de forma autônoma.

De modo a trazer a abordagem empreendida na análise que realizamos, organizamos o texto do artigo apresentando o quadro teórico nos próximos dois tópicos, seguido dos aspectos metodológicos. No quarto tópico subsequente, discorreremos sobre a análise das atividades de modelagem. Finalizamos com algumas considerações.

MODELAGEM MATEMÁTICA

Considerando os diferentes entendimentos e mesmo concepções sobre Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática, nos respaldamos em Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 9) que a entendem como “uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático”. Trata-se de um processo que “começa com um problema do mundo real que requer interpretação, investigação e representação matemática” (ENGLISH, 2016, p. 187).

Neste sentido, os “problemas em modelagem são centrados em uma situação real e requerem uma transferência exigente entre o mundo real e a matemática” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 10). Ao desenvolver uma atividade de modelagem matemática, de acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2012), a perfazemos por fases: inteiração, matematização, resolução, interpretação dos resultados e validação. Inicialmente, os alunos se inteiram do assunto, da temática a ser estudada e definem um problema passível de uma abordagem matemática, utilizam conhecimentos matemáticos para resolver o problema, fazem análise do resultado para ver se condiz com a situação inicial e aplicam o resultado fazendo a validação para confirmar se, de fato, o modelo encontrado como solução satisfaz a situação inicial.

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, os modelos matemáticos requerem um olhar diferente daquele que é abarcado no Ensino Médio, por exemplo. Tortola (2016) destaca que, nos anos iniciais, o modelo matemático apresenta algumas especificidades quanto à simbologia matemática. Para o autor, um modelo matemático 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; BAILOA, 2018, p. 204).

Em atividades de modelagem matemática, o papel do professor como orientador é fundamental. No entanto, vale destacar que

orientar é indicar caminhos, é fazer perguntas, é não aceitar o que não está bom, é sugerir procedimentos; b) orientar não é dar respostas prontas e acabadas, orientar não é sinalizar que “vale-tudo”; c) orientar não é esperar que o aluno simplesmente siga exemplos; d) orientar não é livrar-se de estudar, de se preparar para o exercício da função; e) orientar não é despir-se da autoridade de professor (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 24).

Enquanto uma atividade diferente das corriqueiras, desenvolvidas no âmbito de aulas ditas como “tradicionais”, Almeida, Silva e Vertuan (2012) e Almeida (2022) sugerem que os alunos sejam familiarizados de modo a se tornarem autônomos. Os autores, então, estruturam três momentos de familiarização:

(1) o professor sugere aos alunos uma situação da realidade, formula um problema, apresenta e organiza os dados dessa situação, formula com os alunos hipóteses e simplificações, faz uma matematização da situação e colabora com eles na elaboração e validação de um modelo matemático bem como da apresentação de uma resposta para o problema; (2) o professor sugere aos alunos uma situação da realidade, jun-

tamente com os alunos formula um problema e coleta dados: os alunos então fazem seus ensaios na formulação de hipóteses, na matematização e elaboração de um modelo matemático e validação do modelo como resposta; (3) os alunos já reúnem condições de identificar uma situação da realidade em que definem um problema, e então propõem os encaminhamentos da modelagem matemática da situação, apresentando e validando a resposta obtida (ALMEIDA, 2022, p. 134).

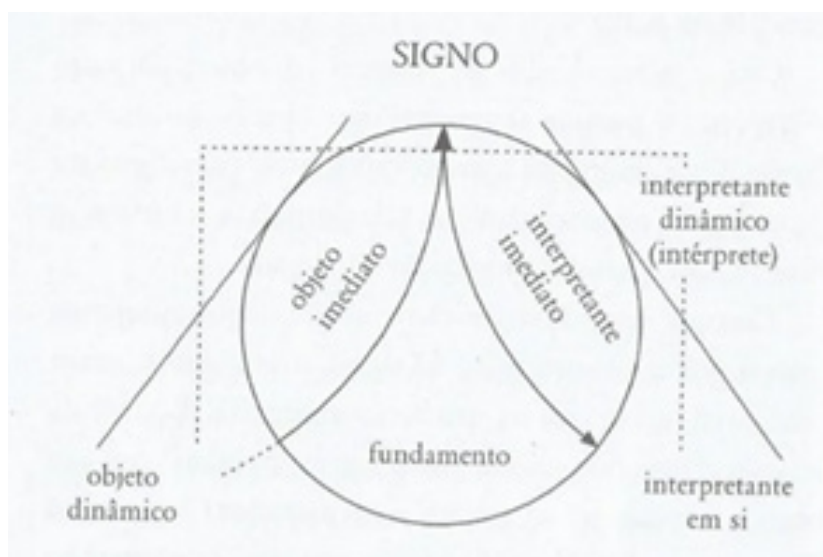
As ações dos alunos nos diferentes momentos de familiarização podem revelar seus conhecimentos quanto à situação em estudo, ao problema a ser respondido e à matemática abarcada. Quanto mais familiarizados com atividades de modelagem, a participação dos alunos em relação ao desenvolvimento das diferentes fases “vai se intensificando e solidificando no decorrer desses diferentes momentos, passando o próprio aluno a responsabilizar-se por todas as fases no terceiro momento” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 27).

Conjecturamos, subsidiadas em pesquisas que articulam modelagem matemática e semiótica (ALMEIDA; SILVA; VERONEZ, 2021), que esses conhecimentos podem ser revelados nos signos escritos, gesticulados e falados dos alunos. Assim nos pautamos na semiótica peirceana, mais especificamente, nos diagramas construídos pelos alunos no terceiro momento de familiarização.

DIAGRAMAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Segundo Santaella (2012, p. 10), a semiótica é definida como “uma teoria do pensamento como signos e uma teoria do conhecimento que só se pode dar em signos”. Nas abordagens teóricas de Peirce (1972), o signo é caracterizado por meio de uma tríade entre objeto, representâmen (signo) e interpretante, em que o signo estabelece mediação entre o objeto e o interpretante.

Peirce (1972) afirma que da relação entre signo e objeto resulta outro signo, o interpretante. Na semiótica peirceana, o objeto apresenta duas designações: objeto imediato e objeto dinâmico; e o interpretante três: imediato, dinâmico e em si. O objeto imediato está dentro do signo, é o que ele representa. Já o objeto dinâmico é a aparência, a semelhança do signo, isto é, “aquilo que, pela natureza das coisas, o signo não pode exprimir e que só pode indicar, deixando, para o intérprete descobri-lo por experiência colateral” (SANTAELLA; NÖTH, 2017, p. 43). Em relação aos interpretantes, o imediato se refere ao que o signo está apto a produzir em uma mente que o interpreta no primeiro momento; o dinâmico é aquilo que o signo efetivamente produz em uma mente em particular; o interpretante em si, seria uma forma geral de como qualquer mente reagiria ao signo. Essa organização dos diferentes tipos de objetos e interpretantes podem ser representados como na Figura 1.

Figura 1 – Esquema do signo

Fonte: Santaella (2012, p. 92)

Os signos podem ser definidos como ícones, índices e símbolos. Vamos nos ater ao ícone que, na semiótica peirceana, se refere à qualidade do objeto que o representa. E este pode ser definido como um hipoícone, que por sua vez possui três categorias: imagem, diagrama e metáfora. Na nossa pesquisa nos valem os diagramas que são definidos como “ícones que são construídos seguindo certas regras e podem assim, mostrar relações” (KADUNZ, 2016, p. 118). Ou seja, partindo de um signo conhecido (conhecimento colateral), pode-se definir novos signos, fazendo relações com este signo conhecido, construindo assim um diagrama, definindo um novo conceito, produzindo um signo novo.

Levando em consideração o interesse de os alunos se tornarem autônomos no desenvolvimento de uma atividade de modelagem, nos valem da análise dos diagramas que produzem para evidenciar a definição de conceitos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades que analisamos neste artigo fazem parte de uma pesquisa de mestrado concluída da primeira autora sob orientação da segunda e foi desenvolvida no primeiro semestre de 2022, por seis grupos formados por três alunos cada, pertencentes a uma turma de 18 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada na região periférica de uma cidade no norte do Paraná, na qual a primeira autora deste artigo é a professora regente da turma (PROF).

Após desenvolver atividades de modelagem de primeiro e segundo momentos de familiarização, a professora solicitou que os alunos, reunidos em grupos, escolhessem uma brincadeira ou um brinquedo que gostariam de analisar e abordar a análise via procedimentos matemáticos. Os grupos de alunos escolheram as brincadeiras e definiram um problema, por meio de discussões no grupo em conjunto com a professora. No Quadro 1 apresentamos as brincadeiras e os problemas propostos pelos alunos. Para manter o anonimato dos alunos os designamos por A1, A2, A3, ..., A17, A18.

Quadro 1 – Brincadeiras e situações-problema

Grupo	Participantes	Brincadeira	Situação-problema
1	A11, A12, A17	Mãe a rua	Quantos passos temos que dar para atravessar a “rua”? Qual é o espaço que uma pessoa ocupa para brincar?
2	A2, A3, A20	Bambolê	Qual é o ângulo que devemos utilizar para colocar o braço dentro do bambolê em movimento?
3	A4, A5, A18	Uno	Se o baralho tem 52 cartas, quantas cartas 10 jogadores vão receber para iniciar o jogo?
4	A5, A9, A15	Queimada	Quantas boladas devemos dar para que o grupo adversário ganhe?
5	A1, A7, A13	Ping	Qual forma geométrica vemos no jogo? Qual ângulo da raquete para bater a bolinha?
6	A8, A10, A16	Pipa	Leonardo estava soltando pipa, quando veio um forte vento e arreventou a linha. Quais materiais serão necessários para fazer uma nova pipa? A nossa pipa tem uma forma geométrica chamada retângulo. Quantas dobras precisamos fazer para construir a pipa?

Fonte: A autora

Os encaminhamentos da atividade, que ocorreram em aulas regulares no período de 04 a 07 de julho de 2022, foram gravados em áudio e vídeo, sob consentimento da direção da escola e dos pais dos alunos. Transcrições das gravações, imagens e excertos dos relatos escritos subsidiaram nossa análise qualitativa de cunho interpretativo de modo a realizarmos reflexões sobre a questão de pesquisa: *O que alunos do 5º ano do Ensino Fundamental leva em consideração ao desenvolver uma atividade de modelagem matemática de terceiro momento de familiarização?* A descrição e a análise das atividades constam no próximo tópico.

DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE TERCEIRO MOMENTO DE FAMILIARIZAÇÃO

Na aula 1, os alunos foram organizados em grupos de três integrantes, de forma livre. Escolheram as brincadeiras que iriam definir como o tema para a situação-problema elaborada por eles e solucionada com auxílio dos conteúdos matemáticos. No Quadro 2 apresentamos os encaminhamentos empreendidos pelos grupos nesta aula.

Quadro 2 – Desenvolvimento da aula 1 em cada grupo

Grupo	Organização de cada Grupo na Aula 1
Grupo 1: MÃE DA RUA	Inicialmente, as alunas vivenciaram a brincadeira para definir a situação-problema, com a mediação da professora. Por meio de questionamentos, definiram o problema: <i>Quantos passos temos que dar para atravessar a “rua”? Qual é o espaço que uma pessoa ocupa para brincar?</i>
Grupo 2: BAMBOLÊ	O grupo da brincadeira <i>Bambolê</i> , solicitou um bambolê para brincar no pátio da escola e definir a situação-problema. A mediação da professora neste grupo foi feita com questionamentos para as alunas definirem o problema: <i>Qual é o ângulo que devemos utilizar para colocar o braço dentro do bambolê em movimento?</i>
Grupo 3: UNO	Na brincadeira <i>Uno</i> foram solicitadas as cartas do jogo, em que os alunos jogaram e leram as informações e regras fornecidas na embalagem para definirem a situação-problema. A mediação da professora levou os alunos a analisar o problema: <i>Se o baralho tem 52 cartas, quantas cartas 10 jogadores vão receber para iniciar o jogo?</i>

Grupo 4: QUEIMADA	A brincadeira <i>Queimada</i> , não foi vivenciada de fato, porque não tem como jogar <i>queimada</i> com três jogadores. Porém, os alunos simularam, por meio de registros, o campo e os jogadores, para formular um problema e resolverem-no: <i>Quantas boladas devemos dar para que o grupo adversário ganhe?</i> A mediação da professora foi importante neste grupo, pois, além de discussões, interveio com algumas sugestões de resolução.
Grupo 5: PING PONG	O grupo do <i>Ping Pong</i> necessitou de algumas adaptações para poderem vivenciar a brincadeira. Como na escola não tinham raquetes de ping pong, utilizaram raquetes de badminton e jogaram para formularem um problema e resolverem-no: <i>Qual a forma geométrica que vemos no jogo? Qual o ângulo da raquete para bater a bolinha?</i>
Grupo 6: PIPA	A brincadeira <i>Pipa</i> , foi articulada com os materiais que os alunos tinham disponíveis. Como não tinham varetas de bambu para construir a pipa foram orientados pela professora a pesquisarem como poderiam fazer uma pipa sem as varetas. Os alunos, com o auxílio do telefone celular, fizeram a pesquisa e construíram uma pipa para brincar, definindo o problema: <i>Leonardo estava soltando pipa quando veio um forte vento e arrebentou a linha. Quais materiais serão necessários para fazer uma nova pipa? A nossa pipa tem uma forma geométrica chamada retângulo. Quantas dobras precisamos fazer para construir a pipa?</i>

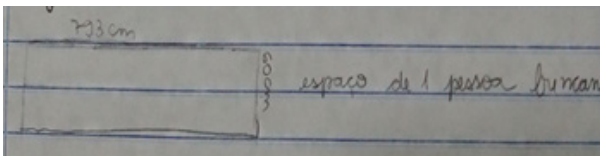
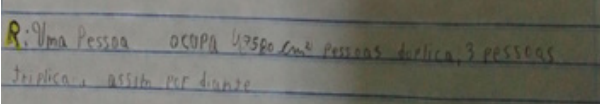
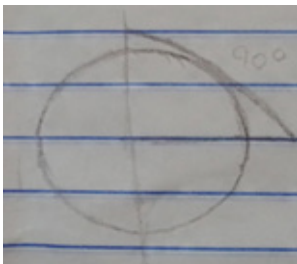
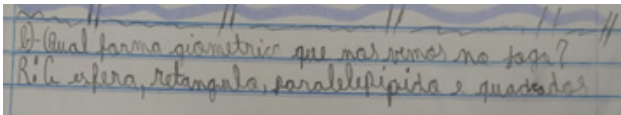
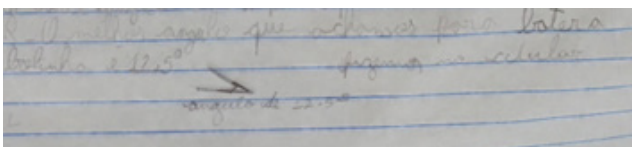
Fonte: A autora

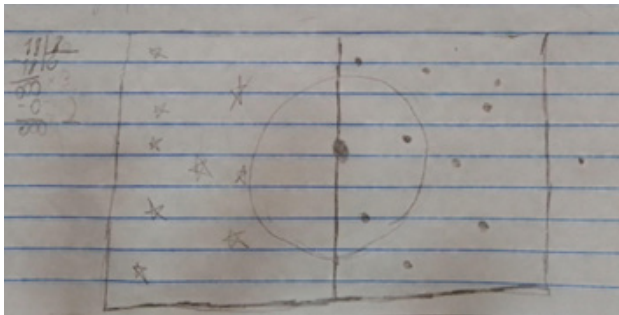
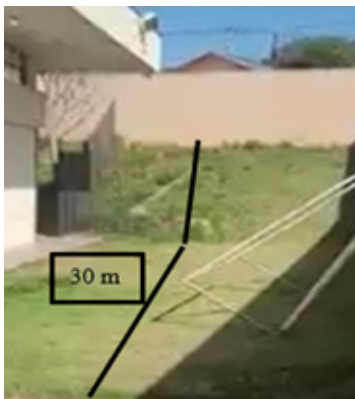
O que podemos evidenciar dos encaminhamentos dos alunos para a definição da situação a ser investigada é que estão associados aos apontamentos de English (2016, p. 187), a partir dos quais um processo que “começa com um problema do mundo real que requer interpretação, investigação e representação matemática”.

Nas aulas 2 e 3, os grupos se dedicaram a responder a questão que eles mesmos fizeram, com a mediação da professora, participando das discussões nos grupos, os questionando e instigando em como e porque estavam desenvolvendo esta atividade. De acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2021, p. 24), “orientar é indicar caminhos, é fazer perguntas... é sugerir procedimentos...”, pois o professor como mediador precisa estar presente nas discussões dos grupos questionando os alunos para que desenvolvam a atividade, para que haja troca de ideias e construção de novos conceitos referentes ao conteúdo a ser estudado.

Com os questionamentos, os alunos são levados a perceber que os conteúdos matemáticos podem dar suporte para auxiliar na resolução de problemas. Assim, percorrendo as fases de uma atividade de modelagem, foi possível evidenciar em seus registros que os alunos expressaram suas ideias e construções, em forma de diagramas. Diagramas são signos que representam algo partindo da vivência do indivíduo, ou seja, é uma representação dos conhecimentos construídos, partindo de conceitos já conhecidos (conhecimento colateral) e em suas vivências. Podemos evidenciar estes conhecimentos no Quadro 3.

Quadro 3 – Conhecimentos colaterais dos alunos

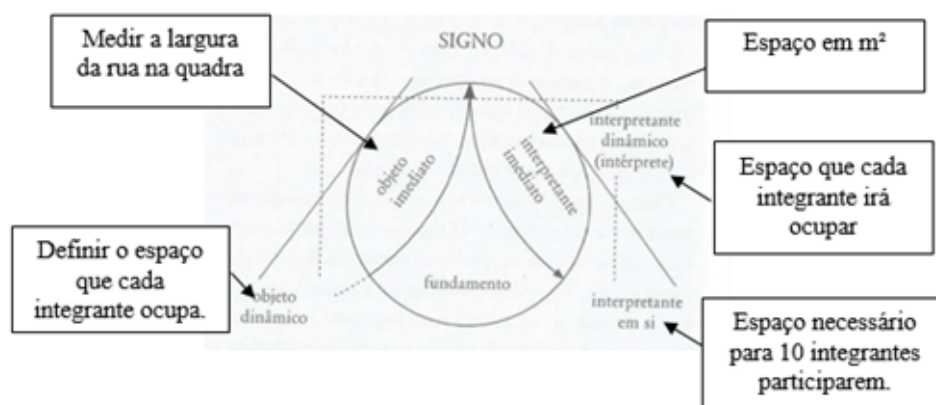
Brincadeira	Conhecimento	Diagrama(s) e conclusão																														
Mãe da rua	medida de área (m^2)	  Conclusão: definiu a quantidade de passos para atravessar a rua e o espaço em metros quadrados utilizado para brincar.																														
Bambolê	medida de ângulo (graus)	 Conclusão: com o auxílio do aplicativo PROTRACTOR, mediram o ângulo do braço na passagem do bambolê em movimento.																														
Uno	organização de informações em tabela	Distribuição das cartas por quantidade de jogadores <table border="1"> <thead> <tr> <th>quantidade de cartas</th><th>quantidade de pessoas</th><th>total de cartas entregues</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>7</td><td>2</td><td>14</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>21</td></tr> <tr><td>7</td><td>4</td><td>28</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>30</td></tr> <tr><td>4</td><td>7</td><td>28</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>32</td></tr> <tr><td>4</td><td>9</td><td>36</td></tr> <tr><td>4</td><td>10</td><td>40</td></tr> </tbody> </table> Conclusão: quantidade de cartas que cada jogador deve receber em partidas que participam de dois ou até dez jogadores.	quantidade de cartas	quantidade de pessoas	total de cartas entregues	7	2	14	7	3	21	7	4	28	5	5	30	5	6	30	4	7	28	4	8	32	4	9	36	4	10	40
quantidade de cartas	quantidade de pessoas	total de cartas entregues																														
7	2	14																														
7	3	21																														
7	4	28																														
5	5	30																														
5	6	30																														
4	7	28																														
4	8	32																														
4	9	36																														
4	10	40																														
Ping pong	formas geométricas e ângulos	  Conclusão: reconheceram as formas geométricas nos materiais e definiram um ângulo para segurar a raquete na hora de bater a bola																														

Queimada	quatro operações	 Conclusão: calcularam quantos arremessos no mínimo uma partida de queimada poderia gerar.
Pipa	medida de comprimento (metros)	 Conclusão: calcularam quantos arremessos no mínimo uma partida de queimada poderia gerar.

Fonte: Dados da pesquisa

Na atividade *Mãe da rua*, A11, A12 e A17, definiram o espaço necessário para brincar. Os alunos, partindo de um conhecimento colateral com relação à medida da dimensão de uma local, definiram uma nova ideia para este, ou seja, construíram um novo significado para a unidade de medida m^2 , pois agora ele também representa o espaço que vão precisar para brincar. A medida de área foi vivenciada na realidade destes alunos. Neste sentido, o interpretante imediato–espaço em m^2 –foi associado, por meio de um diagrama do espaço para brincar, a um interpretante dinâmico–espaço que cada integrante irá ocupar -, findando num interpretante em si e que corresponde à solução para o problema–espaço necessário para 10 integrantes participarem, conforme consta na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama para definir o espaço da brincadeira

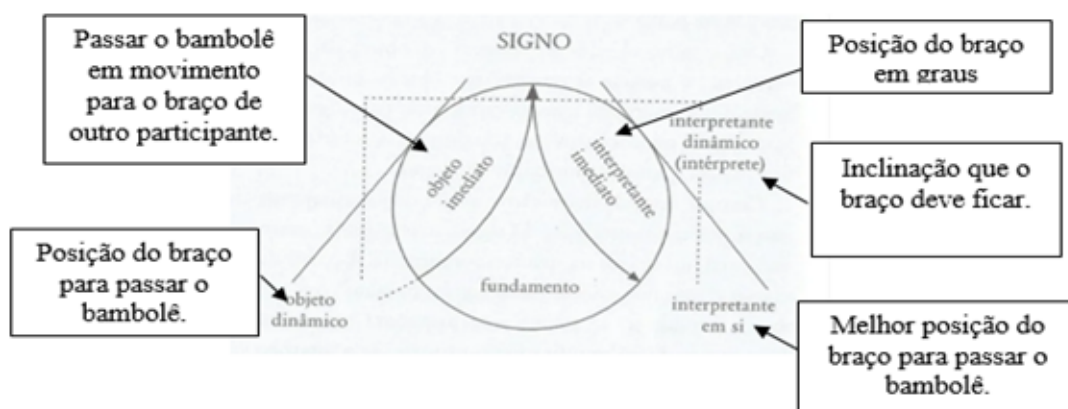


Fonte: A autora

O grupo 2, na atividade *Bambolê*, construiu um novo signo para o conhecimento que tinham sobre ângulos. A partir de um interpretante imediato que influenciou a escolha

do grupo para a brincadeira–posição do braço em graus–estabeleceu-se relação com um interpretante dinâmico com a realização da brincadeira–inclinação que o braço deve ficar–finalizando com o interpretante em si–melhor posição do braço para passar o bambolê–que se trata de uma solução para o problema. Com isso, estes alunos trouxeram o conceito de ângulo para uma situação da realidade, vivenciada por eles por meio de uma brincadeira em que deveriam passar o bambolê em movimento, de um integrante da brincadeira para o outro, sem deixar cair.

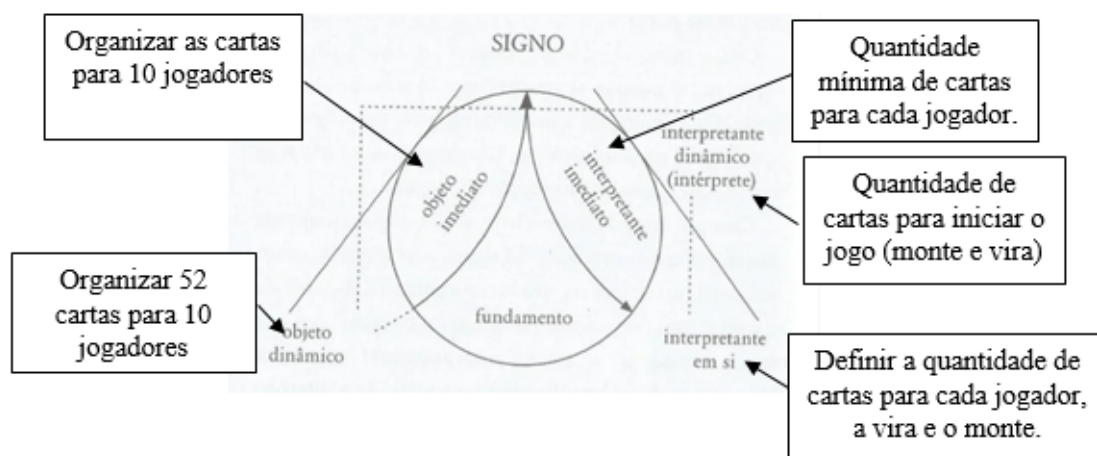
Figura 3 – Diagrama para definir a posição do braço



Fonte: A autora

No grupo 3, para a atividade *Uno*, os alunos levaram em consideração as informações da caixa do jogo, que sugeria que a quantidade de integrantes para realizar o jogo era de dois a dez participantes. Sendo assim, os alunos se dedicaram a investigar: se fossem 10 jogadores qual seria a quantidade de cartas necessárias para cada jogador iniciar a partida e se sobriam cartas para o vira e o monte. Os alunos, a partir da quantidade mínima de cartas para cada jogador, construíram um novo significado para as quantidades apresentadas na situação, com relação ao monte e vira, findando com a definição da quantidade de cartas efetiva para cada jogador, conforme análise apresentada na Figura 4. Além de definir as possibilidades por meio de uma tabela, a quantidade 4, 10 e 52 no caso, os alunos passaram a ter um novo significado tanto para as cartas quanto para a construção da tabela.

Figura 4 – Diagrama para definir a quantidade de cartas para 10 jogadores

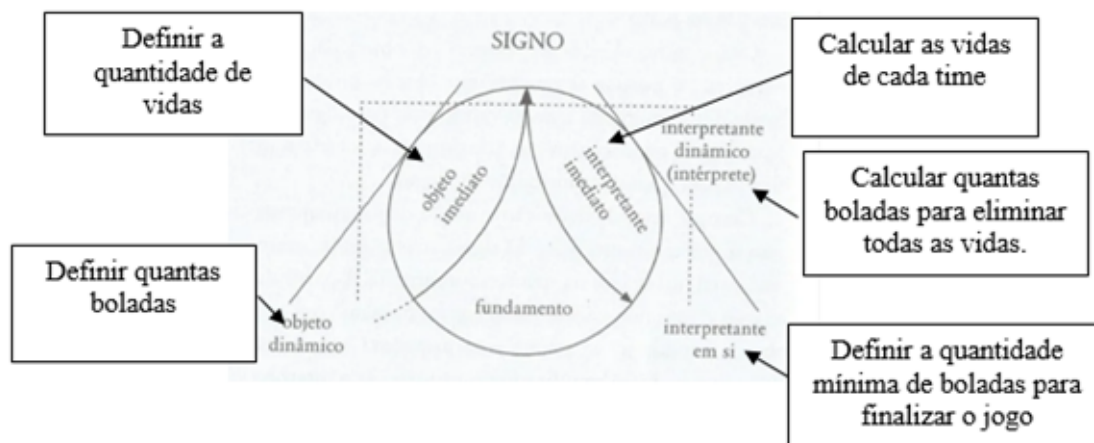


Fonte: A autora

Os alunos A5, A9 e A15, na atividade *Queimada*, construíram um novo significado para as operações básicas e quantidades. Ao definirem a quantidade mínima de arremessos

que um time pode dar para finalizar uma jogada, partindo das hipóteses que este time não irá perder a posse da bola e que não irá errar arremesso algum, concluíram em seus cálculos que serão necessários, no mínimo, 54 arremessos. Partindo de uma brincadeira da realidade deles e por meio de conceitos matemáticos já conhecidos, definiram um novo significado para estes, construindo um novo signo (diagrama), ampliando seu conhecimento, como representado na Figura 5.

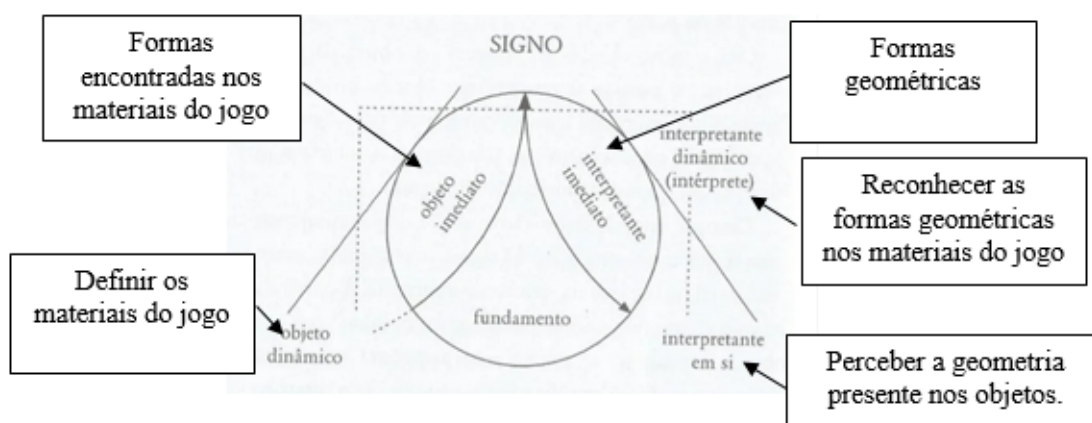
Figura 5 – Diagrama para definir a quantidade mínima de arremessos



Fonte: A autora

Os alunos do grupo 5, na atividade *Ping pong*, se incumbiram em reconhecer as formas geométricas nos materiais do jogo, ou seja, evidenciar nos objetos a semelhança com as formas geométricas, enquanto um ícone para cada objeto matemático. Como exemplo, temos a bola que se assemelha a uma esfera e o formato do campo que se assemelha a um retângulo, definindo novos signos para tais objetos. Os alunos, por meio do brinquedo, encontraram os objetos matemáticos em situações de sua realidade, construindo novos significados para estes objetos, ou seja, definindo diagramas, conforme revelado na Figura 6.

Figura 6 – Diagrama para definir as formas geométricas presentes no Ping pong

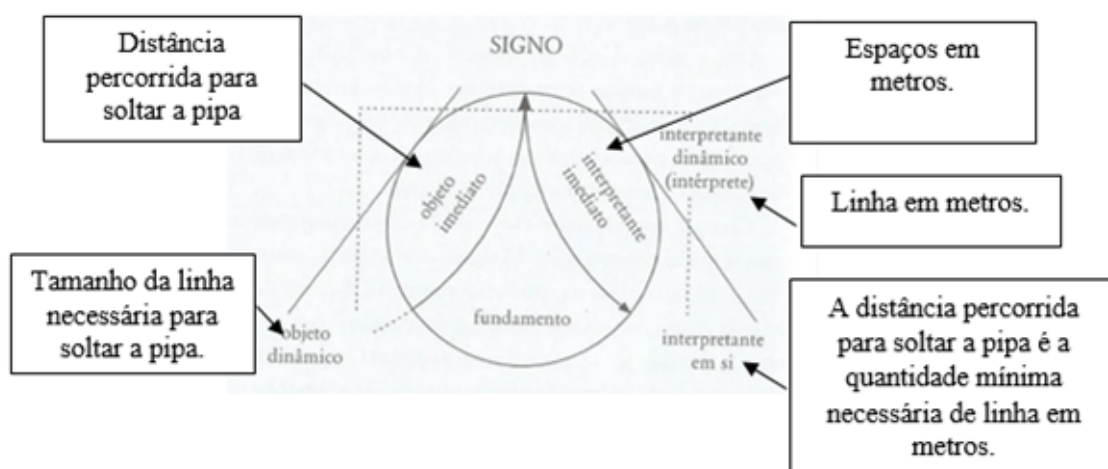


Fonte: A autora

Na Figura 7 podemos evidenciar a construção de um diagrama feita por A8, A10 e A16, no desenvolvimento da atividade *Pipa*. Os alunos fizeram associações da distância percorrida, correndo ao soltar a pipa, com a quantidade de linha necessária para que a pipa voasse. Podemos evidenciar, de acordo com Santaella e Nöth (2017, p. 43), “aquilo que, pela natureza das coisas, o signo não pode exprimir e que só pode indicar, deixando, para o intérprete descobri-lo por experiência colateral”. Ou seja, os alunos vivenciaram a realização

da brincadeira de soltar a pipa para que chegassem a uma solução para o problema sobre a quantidade de linha necessária.

Figura 7 – Diagrama do comprimento da linha



Fonte: A autora

De acordo com as figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 podemos relacionar os conteúdos matemáticos que os alunos ressignificaram por meio de diagramas, ou seja, que conhecimentos colaterais foram utilizados pelos alunos em cada grupo e os signos que foram produzidos por estes conteúdos nestas atividades, conforme consta no Quadro 4.

Quadro 4 – Relação dos conhecimentos colaterais e diagramas produzidos

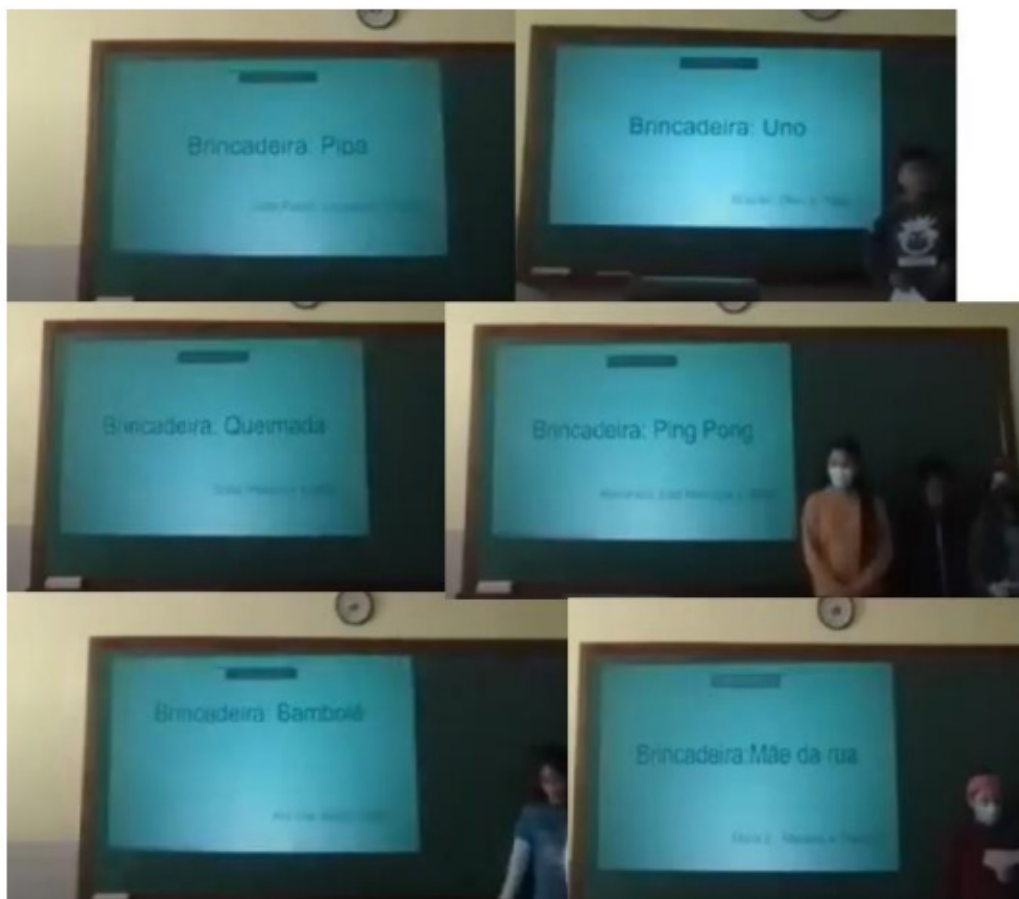
Brincadeira	Conteúdo	Diagrama
Mãe da rua	unidade de medida de área (metro quadrado)	Definir espaços para brincar.
Bambolê	unidade de medida de ângulo (graus)	Inclinação do braço para passar o bambolê para o colega sem parar de rodar.
Uno	quatro operações; organização de informações em tabela	Definir a quantidade de cartas para 10 jogadores
Ping	formas geométricas e ângulos	Definir o ângulo da raquete para bater na bolinha e reconhecer as formas geométricas nos materiais do jogo.
Queimada	quatro operações	Definir a quantidade mínima de arremessos necessárias para uma partida de queimada com 9 jogadores em cada time
Pipa	medida de comprimento (metros)	Definir os materiais necessários para construir uma pipa dentre ele a quantidade em metros de linha.

Fonte: A autora

Os alunos, cada qual em seu grupo, ao desenvolver a atividade de terceiro momento, se inspiraram em procedimentos e conteúdos que foram desenvolvidos nas atividades de primeiro e segundo momentos de familiarização, como medida de área e medida de ângulo. No entanto, seguiram as fases da modelagem matemática de forma autônoma e responsável, por meio de discussões entre os colegas e a professora; fazendo pesquisas, quando necessário; pedindo para a professora autorização para irem a outros espaços da escola para vivenciarem as brincadeiras (mãe da rua, bambolê, pipa, ping pong) sem a supervisão da mesma; indo atrás dos materiais, com o consentimento da professora para produzirem o brinquedo (pipa) ou para brincarem (ping pong, bambolê, uno) e apresentando suas produções para os colegas em forma de seminário.

Na aula 4, com auxílio da professora, os grupos montaram um documento no *Google Apresentação* para compartilhar as brincadeiras que escolheram e o desenvolvimento das atividades para os colegas da turma. Esta apresentação foi feita por meio de um seminário em que todos os alunos da sala, em seus respectivos grupos, fizeram a comunicação dos resultados, conforme apresentamos na Figura 8.

Figura 8 – Apresentação dos alunos



Fonte: Arquivo da autora

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, desenvolveram atividades de modelagem matemática de terceiro momento de familiarização. Nestas atividades, evidenciamos autonomia, responsabilidade e tomada de decisões para formular um problema passível de ser abordado por procedimentos matemáticos e definir estratégias e hipóteses para solucioná-lo. Para isso, os alunos produziram signos relativos ao fazer modelagem matemática.

Nos grupos 1, 5 e 6, os alunos, inicialmente, definiram um problema que estavam acostumados a resolver, pois consideraram a estrutura de problemas e os conteúdos que já conheciam para conseguir resolver. Após discussão com a professora, estes grupos definiram mais uma pergunta, em que utilizaram outros conceitos matemáticos para resolver. Os grupos 2, 3 e 4 elaboraram a situação-problema partindo do que conheciam da brincadeira e como poderiam resolvê-la por meio da matemática, mas também contaram com as orientações da professora.

O grupo 1, brincando de mãe da rua, definiu a quantidade de passos para atravessar a rua e o espaço em metros quadrados utilizado para brincar. O grupo 2, com auxílio do aplicativo PROCTOR, utilizado em outra atividade, mediu o ângulo do braço na passagem do bambolê em movimento. O grupo 3, por meio de uma tabela, apresentou a quantidade de cartas que cada jogador deve receber em partidas que participam de dois ou até dez jogadores. O grupo 4, seguindo regras estabelecidas por eles para o jogo de queimada e hipóteses consideradas para definirem os cálculos, como quantidade de jogadores por time, vidas que cada um teria, que a bola ficaria sempre no domínio de um mesmo time, calculou quantos arremessos, no mínimo, uma partida de queimada poderia gerar. No grupo 5, os alunos definiram um ângulo para segurar a raquete na hora de bater a bola e reconheceram as formas geométricas nos materiais. E no grupo 6, fizeram uma pesquisa para construírem uma pipa com os materiais disponíveis na escola, fugindo da ideia de uma pipa tradicional com papel de seda e varetas e definiram a quantidade mínima de linha em metros para poderem brincar, fazendo relação desta quantidade com o tamanho do espaço que tem para brincar.

Assim, à guisa de conclusão, consideramos que os alunos de posse de uma temática do interesse deles, utilizaram a matemática que já conheciam, pois as questões formuladas não exigiam a construção de novos conceitos. Porém, o que evidenciamos nas considerações dos alunos é que se tornaram responsáveis por todas as ações nas diferentes fases da modelagem matemática de modo a produzir um conceito para o *fazer modelagem*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática. **VIDYA**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 121-145, jul/dez. 2022.
- ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; FERRUZZI, Elaine Cristina. Uma Aproximação Socioepistemológica para a Modelagem Matemática. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 117-134, jul. 2009.
- ALMEIDA, Lourdes Werle de. SILVA, Karina Pessoa da. VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2012.
- CARREIRA, Susana; BAIOA, Ana. Margarida. Mathematical modelling with hands-on experimental tasks: On the student's sense of credibility. **ZDM–Mathematics Education**, v. 50, n. 1 e 2, p. 201-215, 2018.
- ELFRINGHOFF, Mareike Schulze; SCHUKAJLOW, Stanislaw. What makes a modelling problem interesting? sources of situational interest in modelling problems. **Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática**, Lisboa, n. 30, v. 1, p. 8-30, 2021.
- ENGLISH, Lyn. Developing early foundations through modeling with data. In: HIRSCH, C. R. (Ed.). **Annual perspectives in Mathematics Educations: Mathematical Modeling Mathematics**. National Council of Teachers of Mathematics, 2016. p. 187-195.

FERNANDES, Antonela; TORTOLA, Emerson. Ludicidade em Atividades de Modelagem Matemática na Educação Infantil e no Ensino Fundamental. In: ROSA, M.; NETO, V. F. Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, Uberlândia. **Anais eletrônicos...** Brasília: SBEM, 2021. p. 2075-2089.

KADUNZ, Gert. Diagrams as means for learning. In: SÁENZ-LUDLOW, A.; KADUNZ, G. (org.). **Semiotics as a tool for learning mathematics**. Rotterdam: Sense, p. 111-126. 2016.

PEIRCE, Charles. Sanders. **Semiótica e filosofia**. Editora Cultrix, 1972.

PELAQUIM, Susane Cristina Pasa. MARTINS, Nágela. SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. Percepção da Matemática em diagramas produzidos por alunos dos anos iniciais em uma atividade de Modelagem Matemática. In: ENEM, 14, 2022, SBEM Nordeste, **Anais...** Região Nordeste: XIV EPMEM, 2022

SANTAELLA, Lucia. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Thomson Learning, 2012.

SANTAELLA, Lucia; NÖTH, Winfried. **Introdução à Semiótica**: passo a passo para compreender os signos e a significação. São Paulo: Paulus, 2017.

TORTOLA, Emerson. **Configurações de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2016. 304f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

Histórico

Recebido: 09 de setembro de 2023.

Aceito: 19 de dezembro de 2023.

Publicado: 05 de maio de 2024.

Como citar – ABNT

PELAQUIM, Susane Cristina Pasa; SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. Alunos dos anos iniciais em atividades de modelagem matemática: uma análise semiótica dos diagramas. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 47, e2024013, 2024. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024013.id533>

Como citar – APA

PELAQUIM, S. C. P.; SILVA, K. A. P. (2024). Alunos dos anos iniciais em atividades de modelagem matemática: uma análise semiótica dos diagramas. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (47), e2024013. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024013.id533>