

SIGNOS INTERPRETANTES NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO EM UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Robson Aparecido Ramos Rocha
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
robson.1989@alunos.utfpr.edu.br

Karina Alessandra Pessoa da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
karinasilva@utfpr.edu.br

RESUMO

Neste trabalho temos como objetivo evidenciar o papel dos diferentes signos interpretantes usados ou produzidos na comunicação em uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação. Para isso, desenvolvemos uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação em uma turma de 2ª série do Ensino Médio de uma escola do campo situada no interior do Paraná. A análise que empreendemos da atividade desenvolvida se pauta na teoria da comunicação presente na Semiótica de Peirce. Os aportes metodológicos que nortearam nossas análises fundamentam-se na pesquisa qualitativa de cunho interpretativo. Como resultado das análises, evidenciamos diferentes signos interpretantes que emergiram no processo de comunicação nas fases da atividade de modelagem, entre os quais os interpretantes intencional, efetivo e comunicacional. Os signos revelaram estratégias de estruturação e organização de dados para o desenvolvimento da atividade pelos estudantes. Estratégias que se tornam evidentes por meio da comunicação entre professor (*utterer*) e estudantes (*intépretes*).

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Semiótica Peirceana; Comunicação.

INTRODUÇÃO

Ao adotar a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica para o desenvolvimento de atividades em sala de aula, diversas representações podem emergir. Estas representações podem ser de forma escrita, falada ou gesticulada, a fim de se obter uma solução para o problema, que por vez, é resultante de uma situação inicial, sendo esta matemática ou não. Isso pode justificar o notório crescimento de pesquisas com análises a partir da Semiótica de Peirce em atividades de Modelagem Matemática (CARREIRA, 2001; SILVA, 2008; ALMEIDA; SILVA, 2017; ALMEIDA; SILVA; RAMOS, 2018).

Carreira (2001) trata da metáfora como um signo icônico na semiótica de Peirce e estabelece possíveis semelhanças com modelos, sustentando que a metáfora é necessária para a construção do modelo. Silva (2008), em uma de suas análises, investigou se os modos de inferência dos signos classificados por Kehle e Cunningham (2000) estabelecem relações com

as ações cognitivas dos estudantes nas diferentes fases do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Almeida e Silva (2017) discutem a relação entre a ação e a produção de signos e o conhecimento dos alunos em atividades de Modelagem Matemática. Por sua vez, Almeida, Silva e Ramos (2018) investigam por meio da teoria da comunicação de Peirce, como uma turma de licenciatura em Matemática aprende ‘o fazer’ Modelagem Matemática.

Partindo desses pressupostos e considerando que o trabalho com a Modelagem Matemática em sala de aula pode proporcionar a interação entre os sujeitos envolvidos e relacionar a Matemática com outras áreas do conhecimento, buscamos neste trabalho reflexões com objetivo de: *evidenciar o papel dos diferentes signos interpretantes usados ou produzidos na comunicação em uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação.*

Para tanto, desenvolvemos uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação na disciplina de Química, em uma turma de 2^a série do Ensino Médio de uma escola situada no interior do Paraná, com o intuito de promover o conhecimento dos estudantes sobre o tema abordado e com a intenção de buscarmos reflexões para nossa investigação. A atividade desenvolvida trata-se de um ensaio para a pesquisa de dissertação (em início de desenvolvimento) do primeiro autor deste trabalho, que visa refletir de forma crítica e reflexiva sobre atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas no Ensino Médio na disciplina de Química.

Para este trabalho, nos fundamentamos em aportes teóricos de Almeida, Silva e Vertuan (2013) sobre Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica e na Semiótica Peirceana, dando ênfase aos interpretantes da teoria da comunicação desenvolvida por Charles Sanders Peirce.

MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ALTERNATIVA PEDAGÓGICA

Ao adotar a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica, o professor deve estar atento a alguns elementos que a caracterizam no seu desenvolvimento.

Inicialmente, uma situação-problema é apresentada pelo professor ou elencada pelos estudantes podendo ser matemática ou não, ocorre então a investigação para elaboração do problema, em que conceitos matemáticos são introduzidos ou aplicados e os procedimentos da resolução não são conhecidos sendo de total competência dos envolvidos, e por fim ocorre a análise da solução (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013). Para além disso, o professor orienta seus estudantes e observa se os mesmos transitam pelas cinco fases, conforme

encontramos em Almeida, Silva e Vertuan (2013), sendo elas: “inteiração”, “matematização”, “resolução”, “interpretação de resultados” e a “validação”.

A fase “inteiração” refere-se ao primeiro contato do estudante com a situação-problema que se pretende estudar, a fim de conhecer as especificidades da situação por meio de contatos diretos ou indiretos, e para coleta de dados qualitativos e quantitativos. A “matematização” é a fase da transformação da linguagem, é a busca pela elaboração de uma representação matemática. A fase “resolução” consiste na construção de um modelo matemático que descreve a situação estudada ou visa responder às perguntas formuladas sobre o problema investigado, seguida da “interpretação de resultados” que implica na busca por uma solução para o problema. Por último, a análise da solução requer uma avaliação dos envolvidos na atividade, implicando na “validação” que consiste em evidenciar se a representação matemática está associada ao contexto estudado. Essas fases segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013), não precisam necessariamente seguir esta linearidade.

Neste contexto, a modelagem visa propor soluções para problemas por meio de modelos matemáticos (CARREIRA, 2001). O modelo matemático, neste caso, é “expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo mesmo permitir a realização de previsões sobre este outro sistema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 13).

Vale ressaltar que a qualidade de um resultado/modelo em atividades de Modelagem Matemática não deve ser julgada apenas pela correção da matemática feita de acordo com a situação matemática idealizada inicialmente, mas também pelo sucesso do confronto com a realidade no final (POLLAK, 2015).

Modelos matemáticos podem emergir por meio de simulações que envolvem experimentação em conjunto com outras disciplinas (CARREIRA; BAIOA, 2011). Segundo Alves Filho (2000) atividade com experimentação tem por objetivo pedagógico, o aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem, tornando-os interativo, podendo os estudantes participar de forma ativa no desenvolvimento da atividade. Sendo assim, a experimentação pode proporcionar aos estudantes o contato direto com a coleta de dados visando a busca pelas informações necessárias para a situação estudada. De forma geral, entendemos atividades experimentais como “estratégias de ensino consideradas construtivas e interdisciplinares” (BRIDI, et al., 2010, p. 133).

Segundo Setti (2017, p. 47), em uma atividade de Modelagem Matemática, a interdisciplinaridade pode acontecer “quando as diversas disciplinas envolvidas possuem um objetivo comum, além de outros objetivos”. Almeida, Silva e Vertuan (2013) corroboram com

esta ideia e destacam a interdisciplinaridade como uma possibilidade de inclusão para atividades de modelagem em sala de aula.

INTERPRETANTES NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO SEGUNDO A SEMIÓTICA DE PEIRCE

Embora a teoria da comunicação de Peirce tenha sido, nas últimas décadas, debatida fortemente na literatura, não há respostas simples para a sua definição. Assim, considerando os diversos manuscritos de Peirce seria irônico tentar resumir em poucas páginas sua grande importância filosófica. Nesse sentido, pautamos em apresentar algumas considerações sobre os signos interpretantes no processo de comunicação, pois “não há, de modo algum, comunicação, interação, projeção, compreensão etc. sem signos” (SANTAELLA, 2012, p. 4).

Peirce (2005, p. 28) define signo ou *representamen* como “tudo aquilo que está relacionado com uma Segunda coisa, seu Objeto, com respeito a uma Qualidade, de modo tal a trazer uma Terceira coisa, seu *Interpretante*, para uma relação com o mesmo Objeto”. Assim, emerge uma relação entre três elementos: signo, objeto e interpretante. Signo cria algo na mente do intérprete, ele representa alguma coisa, que Peirce (2005) denomina objeto do signo e a esta criação se dá o nome interpretante. A teoria de Peirce classifica os tipos de signos com relação à função cognitiva, com base na ideia de que o ser humano e seus pensamentos possuem natureza essencialmente semiótica (PRESMEG, 2008).

A Semiótica de Peirce trata dos signos de uma forma geral, sem a necessidade de estarem organizados em sistemas, como o linguístico. Todavia, a comunicação pode ocorrer por intermédio de diferentes linguagens, não sendo necessariamente verbais, ou seja, podem ocorrer por meio de gestos, imagens, representações gráficas, sinais, fenômenos naturais e muitas outras formas, pois a linguagem assimila todo sistema de comunicação, que é plural (SANTAELLA, 2012). Nesse sentido, a linguagem, refere-se a um sistema, de geração, organização, interpretação e comunicação da informação por meio de signos.

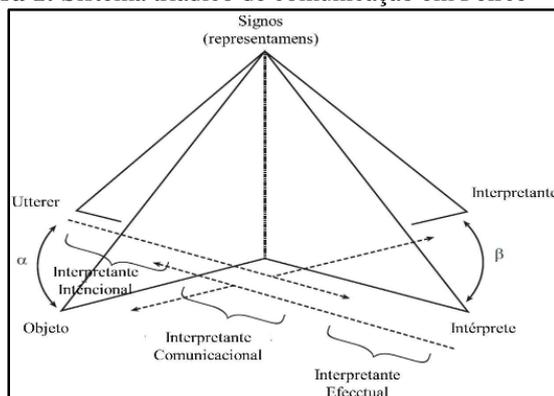
Pietarinen (2003), baseando-se nos princípios de Peirce, definiu comunicação como a interpretação de uma linguagem em que uma mensagem é analisada numa sequência de unidades, denominadas signos. No processo de comunicação, o interpretante se dá por meio de mensagens entre agentes, sendo um emissor (*utterer*), para com um receptor (*intérprete*).

Considerando que o interpretante consiste em um processo evolutivo, e não um simples evento, Peirce (1998) ressalta que comunicação poderia ser esquematicamente conceituada em três tipos de resultados significativos: no interpretante intencional (*Intentional Interpretant*), no interpretante efetivo (*Effectual Interpretant*) e no interpretante comunicacional (*Communicational Interpretant*). O interpretante intencional é a determinação da mente do

utterer, o interpretante efetivo é uma determinação da mente do intérprete, e o interpretante comunicacional é a determinação do entendimento da comunicação (*commens*) (PEIRCE, 1998).

Pietarinen (2003) representa estes interpretantes por meio de um sistema triádico de comunicação aliado a tríade objeto, signo e interpretante.

Figura 1: Sistema triádico de comunicação em Peirce



Fonte: Pietarinen (2003, p. 87, tradução nossa).

Para Pietarinen (2003), as setas tracejadas referem-se ao aumento ou diminuição de estados de informação dos *utterers* e dos intérpretes. O ângulo α mede o grau em que os objetos e seus pronunciadores convergem, e o ângulo β mede o grau em que os interpretantes e seus intérpretes convergem. Mas, não significa que a tricotomia dos interpretantes intencional, efetivo e comunicacional cobrirá todo o campo de significados, visto que a troca comunicativa é simplesmente um processo em que os resultados podem ser mais claramente observados, já que se trata de um tipo complexo de experiência semiótica, proporcionando uma fundamentação experiencial passível de falhas. Nesse sentido, a forma como os signos se organizam, constitui o tema central da teoria da comunicação (BERGMAN, 2009).

ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste trabalho investigamos algumas relações entre a Modelagem Matemática e a Semiótica Peirceana. As análises pretendem: *evidenciar o papel dos diferentes signos interpretantes usados ou produzidos na comunicação em uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação.*

Para isso, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo, em que o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A atividade de Modelagem Matemática com experimentação foi desenvolvida em um colégio do interior do Paraná na disciplina de Química, em uma turma da 2ª série do Ensino Médio composta por 9 estudantes com idades entre 14 e 16 anos. O primeiro autor deste trabalho possui Licenciatura em Matemática e Química, tendo lecionado Matemática para a turma em anos anteriores e há dois anos é regente da disciplina de Química.

A ideia para o planejamento e o desenvolvimento da atividade emergiu de uma questão colocada em discussão por dois estudantes, durante uma aula de Química. Com a intenção de responder a questão e visando o conhecimento da turma sobre o tema, os estudantes desenvolveram uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação.

O desenvolvimento da atividade teve duração de 2 aulas, com um total de 50 minutos cada, divididas em 2 dias. Todavia, ressaltamos que o tema levantado pelos estudantes foi em uma aula anterior ao início do desenvolvimento da atividade.

Cientes de que os relatórios fariam parte de uma pesquisa cujos dados seriam coletados por meio de registros escritos do professor, dos alunos e registros audiovisuais, os estudantes assinaram um termo livre e esclarecido, além de autorização assinada pelos pais ou responsáveis.

Para este trabalho, utilizamos transcrições das falas apresentadas pela maioria dos estudantes, denominados E₁, E₂, E₃, ... , E₉ e para nos referirmos ao professor utilizamos a letra P. Para a experimentação, a turma foi dividida em dois grupos, um com 4 e outro com 5 estudantes.

ANÁLISE DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA COM EXPERIMENTAÇÃO

A escolha do tema para o desenvolvimento da atividade se fez a partir de uma indagação feita por um dos estudantes a outro ao final de uma aula da disciplina de Química. E₁ indagou E₂ que havia acabado de retornar à sala de aula após encher sua garrafa de água. O diálogo entre os estudantes se deu da seguinte forma:

E₁: *Por que será que a garrafa “soa” quando enche de água gelada?*

E₂: *Eu sei lá! Deve ser por que é muito gelada.*

E₁: *É deve ser! Porque quando colocamos água da torneira não faz isso¹.*

O professor atento a essa situação e vendo que era um tema de interesse dos estudantes, pois gerou certa discussão, optou por não comentar na hora, visto que a aula já estava por encerrar. Em outra aula, o professor retomou a discussão entre os estudantes por meio da leitura de um texto que aborda conceitos sobre condensação da água e o ponto de orvalho (temperatura

¹ Estas transcrições referem-se a anotações feitas pelo professor durante a aula de Química.

em que o vapor de água contido no ar passa para o estado líquido). O texto foi obtido e adaptado do Manual do Conforto Térmico (FROTA; SCHIFER, 2001).

Após a leitura do texto sobre condensação, o professor promoveu a inteiração entre toda a turma conforme transcrições.

P: De acordo com o texto, o que vocês acham que precisa acontecer para que o processo de condensação ocorra?

E₃: Acho que a temperatura precisa chegar no ponto de orvalho.

E₂: Ah! Então é por isso que molha toda a carteira quando encho a garrafa de água gelada!

P: Isso. As gotículas de água que se formam na garrafa são vapor no ar, e ao serem resfriadas pela superfície gelada se condensam. Mas molha toda a carteira?

E₂: Sim. Eu encho minha garrafa com água do bebedouro e deixo aqui, (estudante apontando para carteira) daqui a pouco tá tudo molhado.

P: E molha muito sua carteira?

E₇: Sim. Eu tenho até que passar a mão assim (estudante fazendo o movimento de limpar com a mão) pra limpar a água.

E₅: Olha professor, sua garrafa está molhada e molhou a carteira também.

P: Muito bem observado. Olhem, está até pingando água da garrafa.

E₃: Então significa que ela atingiu o ponto de orvalho.

Nota-se que a situação-problema proporcionou o conhecimento dos estudantes sobre o tema abordado. Isso fica evidenciado quando E₂ identifica o porquê da sua carteira ficar molhada.

Podemos destacar também, interpretantes intencionais da mente do *utterer* (professor) no qual, sugere a leitura de um texto (*representamen*), que teve como papel a provocação para que os intérpretes (estudantes) iniciassem a inteiração sobre o tema, possibilitando a geração de novos signos na mente dos intérpretes. Outro interpretante intencional foi o professor levar a garrafa para a sala com água gelada. Dessa forma, o vapor de água que se condensou na garrafa do professor assume o papel de objeto do interpretante intencional (Figura 2).

Figura 2: Momento em que E₅ observou a condensação na garrafa de água



Fonte: arquivo do professor.

Com isso, evidenciamos a relação entre *utterer* e interpretante intencional representado pelo ângulo α no esquema estabelecido por Pietarinen (2003) (Figura 1).

Ainda nesta aula a discussão acerca do tema continuou. O professor indagou os estudantes sobre a coleta de água após a condensação conforme a seguinte transcrição:

P: *Será que conseguimos coletar esta água?*

E4: *É só colocar em um pratinho professor.*

P: *E como saberemos o volume de água que conseguimos coletar? (neste momento os alunos ficaram pensativos e não conseguiram estabelecer uma estratégia para o cálculo do volume de água condensada, então, o professor fez uma nova indagação).*

P: *Qual é a densidade da água?*

E7: *É de 1 g/ml.*

E3: *Verdade. Então em cada 1 g temos 1 ml de água. Se a gente “pesa” o prato vazio e o prato cheio de água dá pra saber quanto de água dá.*

E2: *Então precisaremos de uma balança.*

E5: *É, mas demora pra juntar água.*

E2: *É nada. Eu acabo de encher minha garrafa e já logo minha carteira tá molhada.*

E3: *Então dá pra gente deixar alguma coisa com água gelada, por mais tempo e outra com menos tempo.*

P: *Pode ser. Boa ideia. Então podemos deixar um recipiente com água gelada em espera para calcularmos a quantidade de água que conseguimos.*

E4: *Legal professor. Como o professor têm a quarta aula com nós amanhã, dá pra deixar desde a primeira aula em repouso, aí junta bastante água.*

E5: *Mas se deixar com água gelada pode não juntar muita água, porque têm a questão do ponto de orvalho, que no texto dizia que quando as temperaturas se igualam não tem condensação.*

E2: *Verdade mesmo. Então é melhor deixar com gelo que demora mais tempo. Ah! E a gente pode calcular o ponto de orvalho também, nós temos a tabela, só vai precisar pesquisar a temperatura e a umidade relativa do ar.*

P: *Bem observado. Coloco o recipiente com água para congelar hoje e amanhã trago com gelo na primeira aula para verificarmos a quantidade de água que conseguimos até a quarta aula. Depois determinamos o ponto de orvalho e quantidade de água que conseguimos através da condensação.*

Aqui destacamos a “inteiração”, que consiste na primeira fase do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática sugerido por Almeida, Silva e Vertuan (2013) a qual se refere ao contato inicial dos estudantes com a situação-problema a ser investigada.

No momento em que o *utterer* observa por meio da primeira indagação que os estudantes não conseguiram estabelecer uma estratégia para coleta de dados, ele faz uma nova indagação que assume o papel de interpretante intencional, pois, por meio deste interpretante os estudantes definiram uma estratégia para coleta de dados.

Evidenciamos ainda a ação do interpretante efetivo, que é uma determinação da mente do intérprete (PEIRCE, 1998), pois o intérprete observou a partir do objeto constituído por meio da leitura do texto, que a condensação depende do tempo em que a água gelada permanece no recipiente², o que contribuiu diretamente para a escolha do gelo para experimentação. Nota-se

² Não houve discussões aprofundadas acerca dos materiais que constitui recipientes que podem ocasionar condensação.

ainda, que os estudantes levantaram hipóteses a partir do interpretante intencional (texto), quando inferiram que a garrafa de água do professor atingiu o ponto de orvalho, esta ação também configura-se como interpretante efetivo.

Destacamos também a “matematização” segunda fase do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática proposta por Almeida, Silva e Vertuan (2013), onde os estudantes sugerem uma estratégia para coleta da água considerando a densidade, ou seja, determinam estratégias de resolução partindo de uma situação inicial não necessariamente matemática.

Na aula seguinte, a turma foi dividida em dois grupos. O grupo 1 (E_1, E_2, E_3, E_4) ficou responsável pela verificação da quantidade de água que conseguiriam a partir da condensação, com objetivo de responder o problema: Qual a quantidade de água que conseguimos coletar por meio da condensação?

O grupo 2 (E_5, E_6, E_7, E_8, E_9) ficou responsável por determinar o ponto de orvalho para verificar a partir de qual temperatura se iniciava a condensação. Para tanto, o professor disponibilizou aos estudantes os materiais necessários para a experimentação, sendo: um balde de inox (com capacidade de um litro) com gelo, dois baldes de inox vazios, uma balança de precisão, um becker com água, formas com gelo, termômetros, papel toalha, um prato, notebook para pesquisa, o texto sobre condensação e a tabela do ponto de orvalho discutido na aula anterior.

O grupo 1 iniciou a experimentação para verificar o quanto de água conseguiriam. Os estudantes ao chegarem ao colégio, antes de entrarem para sala, obtiveram a massa do prato inicialmente vazio, onde o balde de inox com gelo permaneceria em repouso durante 2 horas e 40 minutos (tempo equivalente ao início da primeira aula do colégio até o início da quarta aula, como sugerido por E_4). A massa do prato inicialmente era de 168 gramas. Após as 2 horas e 40 minutos, os estudantes verificaram que a massa do prato com a água condensada era de 189 gramas. Considerando a densidade da água igual a 1g/ml, concluíram que a quantidade de água condensada nesse período foi de 21 ml (Figura 3).

Figura 3: Experimento dos estudantes



Fonte: arquivo do professor.

Após este resultado os estudantes do grupo 2 foram coletar dados para a verificação do ponto de orvalho. Para isso, E7 pesquisou as condições climáticas em tempo real pelo seu celular. A temperatura estava em 17° C com umidade relativa do ar em 77%. Observando os valores da tabela disponibilizada pelo professor, os estudantes verificaram que a mesma não continha os dados coletados, dessa forma, os estudantes optaram por pesquisar na calculadora do ponto de orvalho³. Assim, com o auxílio do site os estudantes determinaram o ponto de orvalho para a ocasião que era de 12,94 °C (Figura 4).

Figura 4: Estudantes coletando dados em tempo real



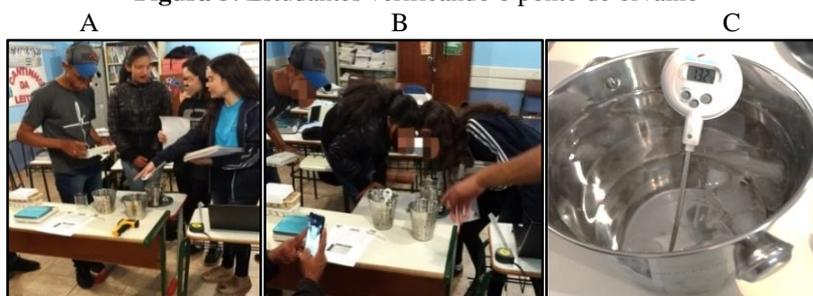
Fonte: arquivo do professor.

Neste caso, podemos evidenciar a “resolução”, terceira fase do desenvolvimento da atividade conforme destacam Almeida, Silva e Vertuan (2013), pois os estudantes estabeleceram estratégias para determinar a quantidade de água que conseguiriam por meio da experimentação e também para determinar o ponto de orvalho considerando as condições climáticas no momento do desenvolvimento da atividade.

Após determinação do ponto de orvalho, os estudantes verificaram se realmente a condensação da água ocorria à temperatura de 12,94 °C. Para isso, colocaram água no balde de inox e em seguida foram adicionando gelo. Com o termômetro, os estudantes verificaram que quando a água atingiu 13,2 °C, bem próximo do valor apresentado na calculadora do ponto de orvalho (Figura 4), já se iniciou a condensação na parte externa do balde, dessa forma os estudantes comprovaram empiricamente os dados coletados (Figura 5). Assim, evidenciamos a “interpretação dos resultados” e a “validação”, pois os estudantes buscaram informações e com o auxílio das ferramentas disponíveis comprovaram a temperatura do ponto de orvalho por meio da experimentação (Figura 5, C).

³ Site de consulta sugerido pelo professor. Disponível em: <http://toolsmeteofogo.blogspot.com/p/ponto-de-orvalho.html>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

Figura 5: Estudantes verificando o ponto de orvalho



Fonte: arquivo do professor.

Nesta fase evidenciamos os gestos que os estudantes fizeram durante a comunicação para a verificação do ponto de orvalho. Nota-se que um dos estudantes aponta o momento em que a condensação começa a ocorrer (Figura 5, A e B), enquanto os demais observam, comprovando o que o professor havia proposto sobre o ponto de orvalho. Esse ato assume o papel de interpretante comunicacional, pois os procedimentos dos estudantes são resultados de uma comunicação estabelecida entre interpretantes intencionais e interpretantes efetivos, ou seja, “é uma determinação daquela mente na qual as mentes do *utterer* e do intérprete têm de se fundir a fim de que qualquer comunicação possa ocorrer” (PEIRCE, 1998, p. 478).

Após a determinação da quantidade de água por meio da experimentação e a comprovação do ponto de orvalho, o professor dirigiu mais algumas indagações aos estudantes, conforme transcrição a seguir.

P: *Muito bem, e se tivéssemos um recipiente maior será que conseguiríamos o mesmo tanto de água?*

E5: *Acho que dava mais água né!*

P: *Por quê?*

E5: *Ué, porque o recipiente é maior.*

E7: *Tem mais espaço para a água juntar na lateral.*

P: *Quantos ml de água conseguiríamos com um recipiente 10 vezes maior que este, será?*

E5: *Acho que quase um meio litro de água, porque o espaço da lateral é 10 vezes maior, e com este (estudante apontando para o recipiente) conseguimos mais de 20 ml.*

P: *Vamos calcular?*

Na comunicação entre os sujeitos, as informações apresentadas pelos intérpretes evidenciam a relação objeto-interpretante, em que a experimentação inicial já desenvolvida configurou-se como objeto, possibilitando o levantamento de novas hipóteses, tornando evidente o papel dos interpretantes efetivos. Dessa forma, os interpretantes são determinados com base em signos já estabelecidos anteriormente por meio da experimentação inicial e que geram novos signos evidenciando que “o interpretante é o significado do signo, ao mesmo tempo que se constitui em outro signo, o que redundará na já famosa afirmação peirceana de que o significado de um signo é um outro signo” (SANTAELLA, 2012, p. 65).

Todavia, o diálogo foi subsidiado por intervenções e colaborações do professor (*utterer*) a partir de indagações que se configuraram como interpretantes intencionais visando estabelecer uma comunicação formativa com o objetivo de orientar os estudantes para uma nova investigação. Assim, evidenciamos novamente os interpretantes comunicacionais, resultante de interações entre interpretantes intencionais e interpretantes efetivos, estando de acordo com a relação de convergência entre os interpretantes e seus intérpretes, representada pelo ângulo β no esquema apresentado na Figura 1.

A partir do diálogo, os estudantes iniciaram a coleta de dados para calcular a área lateral do recipiente. Com o auxílio de uma régua os estudantes determinaram a medida da geratriz e do raio de cada base do recipiente (Figura 6), pois o mesmo tinha o formato de um tronco de cone⁴.

Figura 6: Estudantes coletando dados



Fonte: arquivo do professor.

Destacamos novamente a “matematização” e a “resolução”, evidenciando que as fases de uma atividade de Modelagem Matemática se alternam no seu desenvolvimento, ou seja, “elas podem não decorrer de forma linear, e constantes movimentos de “ida e vinda” entre essas fases caracterizam a dinamicidade da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 16-17).

Assumindo o valor de pi aproximadamente 3,14 e os valores de 13 cm para a geratriz, 7 cm para o raio menor e 8,2 cm para o raio maior, os estudantes substituíram os dados na fórmula $Al = \pi \cdot g \cdot (R + r)$ para o cálculo da área lateral do recipiente e determinaram uma área de $620,464 \text{ cm}^2$ (Figura 7). Pensando em como encontrariam a quantidade de água para um recipiente 10 vezes maior do que o recipiente inicial, os estudantes optaram por multiplicar por 10 cada um dos valores encontrados inicialmente e calcular novamente, determinando uma nova área de $62046,4 \text{ cm}^2$. Após os cálculos os estudantes por meio de uma regra de três simples determinaram a quantidade de água que conseguiriam com um recipiente 10 vezes maior, encontrando um total de 2100 ml de água (Figura 7).

⁴ Ressaltamos que a professora regente da disciplina de Matemática já havia trabalhado conceitos de geometria espacial com os estudantes.

O interpretante intencional configurou-se inicialmente com o texto proporcionado pelo professor (*utterer*) no início da comunicação com os estudantes (*intérpretes*), sendo fundamental para promover a discussão acerca do tema a ser trabalhado. A garrafa de água também se configura como interpretante intencional, pois gerou o objeto responsável pela determinação de novos signos interpretantes, nos quais foram relacionados com o texto inicial e que, por conseguinte, foram contextualizados na elaboração de um problema a ser investigado, fortalecendo “o fato de que todo signo é potencialmente um signo-interpretante de um objeto que também é signo e, por consequência, potencialmente também um signo-interpretante, e assim por diante, numa regressão infinita” (SANTAELLA, 2012, p. 19).

Interpretantes efetivos também emergiram no desenvolvimento da atividade. Tais interpretantes se evidenciam nos diálogos, um exemplo é quando o intérprete por meio da leitura do texto (interpretante intencional) identificou que a condensação depende do tempo em que a água se mantém gelada no recipiente. Após sua observação, os estudantes optaram por utilizar gelo ao invés de água gelada para coleta de dados. Este processo evidenciou que com intervenções do professor os alunos construíram conhecimento sobre o tema abordado.

Desse modo, os signos associados às fases da modelagem, revelaram diferentes papéis que contribuíram para o conhecimento dos estudantes. Contribuíram ainda para as estratégias de estruturação e/ou organização de dados para o desenvolvimento da atividade pelos estudantes. Estas estratégias se tornam evidentes por meio da comunicação entre *utterer* e *intérpretes*, configurando os interpretantes comunicacionais.

A utilização de uma lente Semiótica para uma compreensão da comunicação em uma atividade de Modelagem Matemática favoreceu a visualização de determinados aspectos relacionados à como interagir com os estudantes e ressaltamos que os resultados da atividade apresentada, bem como seus encaminhamentos, contribuíram para o conhecimento dos estudantes a respeito do tema abordado, o que torna evidente a importância da comunicação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Karina Alessandra pessoa da. A Ação dos Signos e o Conhecimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**. Rio Claro, v. 31, p. 202-219, 2017.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Karina Alessandra pessoa da; RAMOS, Daiany Cristiny. Sobre ensinar e aprender ‘o fazer’ Modelagem Matemática. in: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, VII. 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 1 – 12, 2018.

- ALVES FILHO, Jose de Pinho. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- BERGMAN, Mats. **Peirce's Philosophy of Communication**: the rhetorical underpinnings of the theory of signs. Continnum. 1 edition, p. 206, 2009.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRIDI, Jacira Helena; SANT'ANA, Marilaine de Fraga; GELLER, Marlise; SILVA, Juliana da. El uso de actividad de laboratorio de biología para la enseñanza de matemática en los años iniciales: una estrategia interdisciplinaria de enseñanza y aprendizaje. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p.131-150, 2010.
- CARREIRA, Susana. Where there's a model, there's a metaphor: Metaphorical thinking in students' understanding of a mathematical model. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 3, n. 4, p. 261-87, 2001.
- CARREIRA, Susana; BAIÓIA, Ana Margarida. Students' modelling routes in the context of object manipulation and experimentation in mathematics. In: KAISER, G. et al. (Eds.). **Trends in teaching and learning of mathematical modelling**. Dordrecht: Springer, p. 211-220, 2011.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005. Tradução de: José Teixeira Coelho Neto.
- PEIRCE, Charles Sanders. **The essential Peirce**. Peirce Edition Project, Bloomington, IN: Indiana University Press, 1998.
- PIETARINEN, Ahti-veikko. Peirce's theory of communication and its contemporary relevance. In: NYÍRI, Kristóf. (Ed). **Mobile Learning**. Wien. Passagen, p. 81-98, 2003.
- POLLAK, Henry O.. The place of mathematical modelling in the system of mathematics education: perspective and prospect. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S.. **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: Cultural, Social and Cognitive Influences**. (265–275). New York: Springer, 2015.
- PRESMEG, Norma. Trigonometric connections through a semiotic lesson. In: RADFORD, Luis; SCHUBRING, Gert; SEEGER, Falk. (Eds.). **Semiotic in Mathematics Education**: Epistemology, History, Classroom, and Culture. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, p. 103-119, 2008.
- SANTAELLA, Lucia. **A teoria geral dos signos**: como as linguagens significam as coisas. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- SETTI, Elenice Josefa Kolancko. **Modelagem matemática no curso técnico de informática integrado ao ensino médio**: um trabalho interdisciplinar. 2017. 194 f. Dissertação - Mestrado em Ensino da Matemática. UTFPR. Paraná, Londrina, 2017.
- SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. **Modelagem Matemática e Semiótica**: algumas relações. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2008.