



I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

COMPETÊNCIAS DO CAMPO CONCEITUAL MULTIPLICATIVO MOBILIZADAS NA REALIZAÇÃO DE UMA TAREFA DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Marlí Schmitt Zanella

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

marlischmitt@hotmail.com

Lilian Akemi Kato

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

lilianakemikato@gmail.com

Resumo: Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de uma tarefa de Modelagem Matemática intitulada “Congestionamento em Maringá”, por um grupo de alunos do quinto ano do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal Pública do município de Maringá – Paraná. A partir de uma proposta de abordagem qualitativa, de cunho descritivo e interpretativo, por meio dos registros escritos dos alunos objetivou-se explicitar indicativos da mobilização de competências matemáticas desenvolvidas a partir de uma tarefa de Modelagem Matemática, no contexto do campo conceitual da estrutura multiplicativa, e identificar os cálculos relacionais utilizados pelos alunos para resolver a problemática. A partir dos elementos que caracterizam a Teoria dos Campos Conceituais, as análises indicaram que a principal ferramenta matemática utilizada pelos alunos abordou o raciocínio multiplicativo (isomorfismo de medidas), e que há indicativos do desenvolvimento de competências para entender o problema real e criar um modelo baseado na realidade, interpretar resultados matemáticos e avaliar o modelo desenvolvido a partir da validação da resposta dada à problemática.

Palavras-chave: Competências. Tarefa de Modelagem Matemática. Isomorfismo de Medidas.

Introdução

Este trabalho apresenta reflexões acerca do desenvolvimento de competências a partir do aporte teórico da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) em uma tarefa de Modelagem Matemática realizada por um grupo de alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. A concepção de Modelagem Matemática adotada na pesquisa é aquela defendida por Blum (2006) que afirma que uma tarefa de Modelagem Matemática requer traduções substanciais entre a realidade e a Matemática para solucionar uma problemática.

A ideia de Campo Conceitual é proposta por Vergnaud (1990) como um conjunto de situações com ampla variedade de conceitos, de procedimentos, de representações simbólicas e de invariantes. Isso significa que um conceito não se encontra isolado, por isso é necessário

trabalhar os diferentes significados de um conceito por meio da variedade de situações. Destacamos que para este trabalho analisamos o processo de resolução de somente uma tarefa de Modelagem Matemática desenvolvida com quatro alunos do quinto ano do Ensino Fundamental no segundo semestre letivo de 2015.

O desenvolvimento de competências e a TCC

As situações de aprendizagem possuem duas componentes (VERGNAUD, 1993). A primeira diz respeito à variedade das situações quando afirma que “existe grande variedade de situações num campo conceitual dado; as variáveis de situação são um meio de construir sistematicamente o conjunto das classes possíveis” (VERGNAUD, 1993, p.11). Para o autor, as experiências do aluno não se repetem da mesma forma, embora possam existir regularidades na construção da experiência. No entanto, destaca o autor que, a experiência oferecida pelo meio social não é suficiente. Parte do desenvolvimento das competências é de responsabilidade da variedade de situações que a escola oferece ao sujeito. Por isso, se faz necessário oferecer ao aluno possibilidades de resolver as situações problemas de diferentes maneiras. A segunda componente das situações diz respeito à história dos conhecimentos, que segundo Vergnaud (1993, p.11), “os conhecimentos dos alunos são elaborados por situações que eles enfrentam e dominaram progressivamente, sobretudo para as primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e procedimentos que se pretende ensinar-lhes”.

Neste sentido, a TCC proporciona o estudo das ações dos estudantes e as condições de produção, registro e comunicação durante situações de aprendizagem. Com isto a teoria objetiva estudar em que condições o aluno pode compreender, assimilar e acomodar um determinado conceito oriundo do saber escolar. Portanto, descrever e analisar a complexidade progressiva das competências matemáticas que os alunos desenvolvem dentro e fora da escola é parte integrante da teoria e refere-se ao desenvolvimento e à aprendizagem do educando quando este se depara com situações problemas. Tal complexidade depende dos enunciados das situações, da estrutura cognitiva dos educandos, do contexto envolvido, da característica numérica dos dados e de sua apresentação aos estudantes.

De acordo com Vergnaud (2013) expressamos nossos conhecimentos pelo o que dizemos sobre eles (forma predicativa), como também pelo o que fazemos em situação (forma operatória).

A ideia de Campo Conceitual remete as noções e conhecimentos necessários e suficientes para tornar compreensível um conjunto de situações sobre o qual se deseja agir. Ainda sobre este aspecto falamos sobre conhecimentos pertinentes que está relacionado à

intenção de agir, ou seja, as situações problemas advindas da realidade sobre as quais o estudante deve compreender para tornar estável o conhecimento abordado ou aprendido.

A concepção de competência abordada por Vergnaud (1990) coloca-a como produto de uma aprendizagem, e ao mesmo tempo, como fundamento das ações pertinentes que o aluno desenvolve frente a um conjunto de situações, ou seja, a noção de competência é entendida como um sistema de conhecimentos, conceituais e processuais, que o indivíduo é capaz de organizar em forma de esquemas operatórios num conjunto de situações, a partir da identificação de uma tarefa ou problema e a sua resolução, por meio de uma ação eficaz, pertinente para a situação.

Num sentido amplo, Perrenoud (2013, p. 45) define competência como “agir com eficácia em uma situação, mobilizando e combinando, em tempo real e de modo pertinente, os recursos intelectuais e emocionais”.

Neste sentido, para a realização desta pesquisa os alunos foram questionados pela pesquisadora sobre os passos realizados para resolver a tarefa de Modelagem Matemática, para que explicitassem de que forma obtiveram e negociaram os dados considerados na tarefa e sobre o que representava cada um dos resultados obtidos. Estes questionamentos foram realizados para que o processo de desenvolvimento de competências pudesse ser exposto pelos estudantes colaboradores da pesquisa e para que pudessemos compreender todo esse processo.

Desta forma, uma tarefa de Modelagem Matemática relacionadas ao campo conceitual da estrutura multiplicativa, permitiu analisar o desenvolvimento de competências formadas gradualmente, especificamente da classe de problemas de isomorfismo de medidas.

Desenvolvimento metodológico

Os resultados aqui apresentados fazem parte de uma pesquisa de doutorado, na qual foram analisadas uma sequência de quatro tarefas de Modelagem Matemática à luz da TCC. A tarefa de Modelagem Matemática descrita neste trabalho foi realizada com quatro alunos de uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal pública de educação integral de Maringá – Paraná, em período de contra turno durante o segundo semestre letivo de 2015. Os protocolos que substanciaram as análises foram registros escritos, composto pela resolução dos estudantes para a tarefa “Congestionamento em Maringá”, e registros orais dos alunos, obtidos por meio de registro escrito da pesquisadora em notas de campo, pois não foram autorizadas gravações em áudio pela Secretaria Municipal de Educação (SEDUC). Destacamos que neste trabalho descrevemos as ações desenvolvidas por

um dos grupos de trabalho que continha quatro participantes, os quais foram identificados por E1, E2, E3 e E4. As ações dos estudantes durante a resolução da tarefa de Modelagem Matemática “Congestionamento em Maringá” foram organizadas e lideradas pelo estudante E2. O Quadro 01 apresenta o enunciado da tarefa.

Quadro 01: Enunciado da tarefa de Modelagem Matemática “Congestionamento em Maringá”

Congestionamento em Maringá ¹	
	<p>O jornal “Gazeta do Povo” aponta que a Avenida São Paulo, em Maringá, é uma das avenidas que apresentam congestionamentos constantemente nos horários de pico. Considerando esta situação e o trecho a partir da entrada do Parque do Ingá (A) até o cruzamento com a Avenida Colombo (B), perguntase:</p> <p>Quantas pessoas se encontram em um congestionamento de 1500 metros da Av. São Paulo?</p>

Fonte: Autores da pesquisa.

A concepção de Modelagem Matemática adotada na pesquisa segue Blum (2006), que afirma que uma tarefa de Modelagem é uma tarefa matemática não rotineira, pois solicita ao aluno uma interpretação matemática de uma situação do mundo real e, desta forma, o aluno tem a possibilidade de formular uma descrição matemática ou um procedimento para desenvolver uma estratégia ao invés de fornecer apenas um número como resposta, obtido por um procedimento único. Assim, uma tarefa de Modelagem Matemática requer traduções substanciais entre a realidade e a Matemática. Além disso, os alunos podem desenvolver um modelo a partir de dados reais e simplificações por meio do processo de matematização, que descreve uma situação da vida real. Neste sentido, o modelo desenvolvido não é, necessariamente, algo novo, pois os alunos mobilizam conhecimentos matemáticos pré-existentes para desenvolver o processo de Modelagem Matemática e fornecer uma resposta à situação problema inicial. Estes modelos podem incentivá-los a resolver, descrever, simplificar, revisar e refinar suas ideias (validar), bem como, utilizar uma variedade de meios de representações para explicar as estratégias utilizadas.

Uma das vantagens de se desenvolver tarefas de Modelagem Matemática em sala de aula é a possibilidade destes alunos descreverem as estratégias de resolução que podem revelar, explicitamente, como os alunos pensam em uma dada situação (BLUM, 2006). Neste sentido, as respostas dos alunos foram analisadas para identificar quais competência os alunos

¹ Imagens disponíveis em:

<http://www.gazetadopovo.com.br/ra/grande/Pub/GP/p2/2009/07/13/VidaCidadania/Imagens/TRANSITO_MG A_5IM.jpg>. Acesso em 22 de set. 2015

podem mobilizar em tarefas de Modelagem Matemática. De acordo com Blum e Kaiser (1997), as competências em Modelagem Matemática compreendem:

Competências para entender o problema real e criar um modelo baseado na realidade: fazer suposições para o problema e simplificar a situação; identificar quantidades que influenciam a situação; construir relações entre as variáveis; avaliar as informações entre relevantes e irrelevantes.

Competências para estabelecer um modelo matemático a partir do modelo real: matematizar quantidades relevantes e suas relações; simplificar quantidades relevantes e reduzir, se necessário, quantidades e complexidade; escolher notações matemáticas adequadas e representar graficamente as situações.

Competências para resolver questões matemáticas dentro do modelo matemático: usar estratégias heurísticas como a divisão do problema em partes, estabelecer relações com problemas semelhantes, reformular ou vê-lo de forma diferente, variar as quantidades ou os dados disponíveis; usar conhecimento matemático para resolver o problema.

Competências para interpretar resultados matemáticos em uma situação real: interpretar os resultados matemáticos em contexto extra matemático; generalizar soluções que foram desenvolvidas em uma situação particular; visualizar soluções para um problema usando a linguagem matemática adequada e argumentar sobre a solução.

Competências para validar a solução: refletir criticamente sobre as soluções encontradas; rever partes do modelo ou repassar pelo processo de modelagem se as soluções não representam a situação inicial; refletir se as soluções podem ser desenvolvidas de forma diferente; questionar o modelo (BLUM, KAISER, 1997, p.9).

Na próxima seção apresentamos descrição e análise de um episódio de Modelagem Matemática com alunos do quinto ano do Ensino Fundamental.

Desenvolvimento da tarefa de modelagem matemática “Congestionamento em Maringá”

Esta tarefa de Modelagem Matemática tinha por objetivo determinar a quantidade de pessoas que podem estar em um congestionamento de 1500 m. Durante a realização desta tarefa foi possível identificar interação e participação de todos os alunos nas discussões e resoluções. Embora cada uma das ações tenha sido liderada pelo estudante E2, todos os estudantes negociaram os dados utilizados e justificaram tais escolhas.

A primeira ação do grupo foi definir os dados necessários para iniciar a resolução da tarefa, como por exemplo, considerar somente carros no congestionamento, o comprimento de um carro e a quantidade de pessoas em cada carro. No Quadro 02 identificamos nas discussões dos alunos a mobilização de competências para entender o problema e criar um modelo baseado na realidade. De acordo com Blum e Kaiser (1997, p.9), este tipo de competência compreende “fazer suposições para o problema e simplificar a situação;

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

identificar quantidades que influenciam a situação; construir relações entre as variáveis; avaliar as informações entre relevantes e irrelevantes”.

Quadro 02: Ações dos alunos para entender o problema e criar um modelo baseado na realidade.

Tipos de veículos no congestionamento	Medida do comprimento de um carro	Quantidade de pessoas em cada carro
O grupo negociou que na Avenida São Paulo o congestionamento seria considerado apenas com carros, pois a localização do congestionamento, do Parque de Ingá até a Avenida Colombo, é um trecho que não passam caminhões, é uma parte da região central da cidade que tem muitos prédios e as pessoas se locomovem pela região para ir ao trabalho, para fazer compras ou para passear no parque do Ingá. A quantidade de ônibus que passa na região é pequena. As motos quase não ficam em congestionamentos, pois passam entre os carros e ficam na frente deles, sendo os primeiros a sair de engarrafamentos.	Os alunos do grupo discutiram sobre algumas possibilidades: O estudante E2 sugeriu que um carro poderia medir 1,90 m ou 2,00 m. O estudante E4 informou que 2,00 m era uma medida pequena, e sugeriu que um carro deveria ter quase 5,00 m. Como os alunos ficaram com dúvidas sobre o comprimento do carro decidiram adotar a medida do piso da sala como parâmetro para definir a melhor medida para o comprimento do carro. Nesta ação chegaram a medida de 3 metros.	Para determinar a quantidade de pessoas dentro do carro os estudantes definiram que cinco (05) pessoas seria um bom número, no entanto justificaram que poderia haver carros com apenas uma pessoa ou carros com até cinco pessoas. O estudante E3 discordou e informou que existem carros que têm até 7 ou 8 lugares, e que 5 lugares era uma quantidade pequena. No entanto, os estudantes E1, E2 e E4 afirmaram que são poucos carros que têm 7 lugares, a maioria deles possui no máximo 5 lugares. Disseram ainda que pela localização do congestionamento os carros devem ter mais de uma pessoa, como por exemplo, uma família. Desta forma, o grupo decidiu que em cada carro haveria cinco (05) pessoas.

Fonte: Notas de campo da pesquisadora obtidas por meio de registros orais dos estudantes.

Durante a negociação do grupo para determinar a medida de comprimento do carro, os estudantes fizeram algumas sugestões que não foram aceitas pelos demais. O estudante E2 sugeriu que um carro poderia medir 1,90 m ou 2,00 m. O estudante E4 informou que 2,00 m era uma medida pequena, e sugeriu que um carro deveria ter quase 5,00 m. Este estudante também indicou e sinalizou na sala de aula que o carro seria maior do que o comprimento da lousa. Neste momento os demais estudantes discordaram de E4 e o estudante E1 perguntou ao pesquisador E qual a medida de cada lajota² do piso da sala, que sugeriu que medissem com a fita métrica. Cada lajota quadrada media 45 cm de lado. O estudante E4 rapidamente informou que duas lajotas mediam quase 1,00 m. A partir de uma parede da sala o estudante E4 deu cinco passos (a cada duas lajotas um passo) e exclamou: “Um carro deve ter essa medida” ($5 \times 0,90m = 4,5m$). O estudante E2 procedeu de forma análoga e deu dois passos (a cada duas lajotas um passo) e indicou 2,00 m, aproximadamente, para o comprimento de um carro. O estudante E1 disse que ao observar a medida marcada por E2, 2,00 m era pouco

² Peças para revestimento de pisos. In.: Bachara, E. Dicionário Escolar da Academia Brasileira de Letras – Língua Portuguesa. Companhia Editora Nacional: São Paulo, 2011.

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

para a medida de um carro. O estudante E3 concordou e se posicionou sobre as lajotas na medida de 3,5 m (correspondente à 7 lajotas) e relatou que um carro deveria ter 3,50 m. Neste momento, o Estudante E4 sugeriu que a medida de um carro deveria ser 4,00 m (e se posicionou sobre a marca de 8 lajotas) e o estudante E2 se posicionou sobre a marca de 6 lajotas (indicando 3,00 m). O estudante E1 que estava no papel de observador disse que a marca de 3,50 m era uma boa aproximação para a medida de um carro. E o estudante E2 concordou e relatou que, 30 cm a mais ou a menos não iriam influenciar de modo significativo na medida da fila de carros. O estudante E3 relatou que 3,00 m ou 3,50 m seriam boas escolhas. Desta forma, os estudantes E4 e E1 escolheram a medida de 3,00 m para o comprimento do carro.

A partir dos três dados negociados pelo grupo os estudantes iniciaram a descrição, na folha de anotações, dos passos para resolver a tarefa por meio de perguntas formuladas por eles, a qual foi denominada segunda ação. O Quadro 03 ilustra a primeira informação registrada pelo grupo E, e a identificação da quantidade de carros em uma fila de 1500 m de congestionamento e da quantidade de pessoas paradas nele.

Quadro 03 – Protocolo do grupo E para a segunda ação.

(a) Divisão do comprimento de uma via (1500 m) pelo comprimento de um carro (3 m).	(b) Multiplicação entre a quantidade de carros (500) e a quantidade de pessoas (5) em cada carro.
<p>A avenida São Paulo tem 4 vias, 2 em cada lado separadas por um canteiro. Qual o comprimento de um carro? Aproximadamente 3 metros.</p> $\begin{array}{r} 1500 \text{ metros} \\ \underline{3} \\ 500 \end{array}$ <p>Quantos carros cabem em 1500 metros? Em 1500 metros cabem 500 carros.</p>	$\begin{array}{r} 500 \\ \times 5 \\ \hline 2500 \end{array}$ <p>Na avenida São Paulo cabem aproximadamente 2.500 pessoas num congestionamento.</p>

Fonte: Protocolo produzido pelo Grupo E para a tarefa de Modelagem Matemática

“Congestionamento em Maringá”.

Após concluir a segunda ação os estudantes afirmaram que haviam concluído a tarefa. O pesquisador E solicitou que os estudantes descrevessem as ações realizadas, como parte do processo de validação da tarefa de Modelagem Matemática. Após explicarem, em conjunto, o estudante E2 destacou que consideraram apenas uma via da Avenida São Paulo, logo, não era coerente afirmar que 2500 pessoas estavam paradas naquele congestionamento. O pesquisador E questionou o estudante E2 sobre esta afirmação, que respondeu que, como a Avenida São Paulo estava parada, com congestionamento, todas as vias continham carros e, portanto, não

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

era coerente considerar apenas uma via com carros. O estudante E4 concordou com E2, pois ao retornar à problemática inicial identificou que eram 4 vias de congestionamento e não apenas uma, afirmou também que se eram 4 vias de congestionamento e calcularam a quantidade de pessoas em apenas uma das vias, bastava multiplicar 2500 pessoas por 4, obtendo 10000 pessoas naquele trecho da avenida. O estudante E2 concordou, mas em seguida, orientou os demais alunos a realizarem a terceira ação para verificar a quantidade de pessoas em 4 vias de congestionamento, como mostra o Quadro 04.

Quadro 04 – Protocolo do grupo E para a terceira ação.

(a) Multiplicação entre o comprimento da avenida (1500 m) e a quantidade de vias (4).	(b) Divisão do comprimento da avenida (6000 m) pelo comprimento de um carro (3 m).	(c) Multiplicação da quantidade de carros (2000) no congestionamento pela quantidade de pessoas em cada carro (5).
<p>Como a avenida tem 4 vias e só consideramos 1.</p> $\begin{array}{r} 2500 \\ \times 4 \\ \hline 10000 \end{array}$ <p>a avenida completa mede 6.000 m</p>	$\begin{array}{r} 6000 \overline{) 3} \\ \underline{6000} \\ 0000 \end{array}$ <p>Qu seja em 6.000 metros cabem 2.000 carros.</p>	$\begin{array}{r} 2000 \\ \times 5 \\ \hline 10.000 \end{array}$ <p>Fizemos o número de pessoas que cabem dentro de um carro vezes o nº de carros que cabem na avenida.</p>

Fonte: Protocolo produzido pelo Grupo E para a tarefa de Modelagem Matemática

“Congestionamento em Maringá”.

A partir da terceira ação, em que identificaram o comprimento total do congestionamento em quatro vias de um trecho de 1500 m, os estudantes reorganizaram a segunda e terceira ações, e consideraram 6000 m o comprimento do congestionamento de carros na Avenida São Paulo.

Nos Quadros 03 e 04 explicitamos, a partir dos protocolos produzidos pelos alunos, a mobilização de competências para estabelecer um modelo matemático a partir de dados reais, que envolve ações para matematizar quantidades relevantes ou simplificá-las, como também, competências para resolver questões matemáticas no próprio modelo, o que implica em dividir o problema em partes e utilizar conhecimento matemático para resolvê-lo, além de interpretar os resultados matemáticos na situação proposta (BLUM, KAISER, 1997).

Para concluir a tarefa o grupo também relatou que, sabendo a quantidade de carros parados no congestionamento, era possível determinar a quantidade mínima de pessoas neste congestionamento, pois nem todos os carros estariam com a capacidade máxima de pessoas (5 pessoas). Nesta ação identifica-se outro momento de validação da tarefa, pois os estudantes retornam a problemática inicial e especificamente, à negociação da quantidade de pessoas dentro de cada carro, ilustrado no Quadro 05.

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

Quadro 05 – Protocolo do grupo E para a quarta ação.

Multiplicação entre a quantidade de carros no congestionamento e a quantidade de pessoas em cada carro.	
<p><i>Se tivesse o mínimo de pessoas dentro do carro. Quantas pessoas seriam?</i></p> <p><i>1 pessoa = Como já sabemos que na Avenida São Paulo cabem 2.000 carros, teria 2.000 pessoas.</i></p> <p><i>2 pessoas = Daria 4.000 pessoas.</i></p> <p><i>3 = 6.000 pessoas</i></p> <p><i>E assim por diante...</i></p>	<p>Se tivesse o mínimo de pessoas dentro do carro. Quantas pessoas seriam?</p> <p>1 pessoa = como já sabemos que na Avenida São Paulo cabem 2000 carros, teriam 2000 pessoas.</p> <p>2 pessoas = Daria 4000 pessoas.</p> <p>3 pessoas = 6000 pessoas.</p> <p>E assim por diante...</p>

Fonte: Protocolo produzido pelo Grupo E para a tarefa de Modelagem Matemática

“Congestionamento em Maringá”.

Na exposição da resolução desta tarefa o grupo destacou que pensaram em colocar o número mínimo de pessoas no carro (1 pessoa) e o número máximo (5 pessoas). No entanto apresentaram que o modelo para a tarefa deveria percorrer os seguintes passos: “Dividir o comprimento da medida do carro e multiplicar o número de carros pelo número de pessoas dentro de cada carro”. Desta forma, de acordo com o número de pessoas em todos os carros haverá variação de pessoas paradas no congestionamento, por isso o grupo E considerou que no congestionamento podem estar o mínimo de 2000 pessoas e o máximo de 10000 pessoas. Com esta ação identifica-se que os alunos desenvolvem a competência para validar a solução, o que implica em refletir criticamente sobre a solução encontrada, rever partes do modelo para voltar a problemática inicial e até mesmo questionar o modelo (BLUM, KAISER, 1997). Com isto os alunos foram capazes de comunicar-se e validar os passos realizados para determinar a quantidade de carros e a quantidade de pessoas paradas num congestionamento.

Os cálculos relacionais mobilizados pelo grupo contemplaram a divisão, em que se busca a quantidade de unidades de carros, e a multiplicação, em que conhecemos o valor unitário, representado no item (a) do Quadro 06. Após determinar a quantidade de carros em uma fila de 6000 metros, o grupo determinou a quantidade de pessoas neste congestionamento, representado no item (b) do Quadro 06.

Quadro 06 – Cálculo relacional.

(a) Relações entre quantidade de carros e comprimento do congestionamento.			(b) Relações entre a quantidade de carros e quantidade de pessoas em cada carro.		
Quantidade de carros		Comprimento (em metros)	Quantidade de Carros		Quantidade de pessoas por carro
1	→	3	1	→	1;...;5
c	→	6000	2000	→	2000;...;10000

Fonte: Autora da pesquisa.

Ressaltamos que as ações realizadas pelo grupo foram consideradas por eles pertinentes para a situação, mas ao identificarem que considerar em todos os carros a capacidade máxima de pessoas, o grupo negociou a possibilidade de ter menos pessoas em cada carro, e com isto, explicitaram outros conhecimentos em ação, como a ideia de proporção.

Considerações

Segundo Vergnaud (2009), a automatização é uma das manifestações evidentes na organização da ação, e a sequência de decisões conscientes tomadas pelos alunos é um objeto de organização invariante para cada uma das tarefas.

Destacamos que a tarefa de Modelagem Matemática “Congestionamento em Maringá” possibilitou a mobilização de cálculos relacionais pertencentes à estrutura aditiva e multiplicativa de números naturais, como a composição de medidas e isomorfismo de medidas envolvendo a multiplicação (VERGNAUD, 2009).

A partir das ações dos alunos descritas nos Quadros 02, 03, 04 e 05 é possível fazer algumas inferências sobre a mobilização de competências, segundo Blum e Kaiser (1997). Quando o grupo extraiu informações, dados e representações a partir da situação proposta, esse levantamento deu-se por meio dos objetos matemáticos que necessitaram estabelecer relações substanciais entre a situação e a matemática conhecida por eles. Na sequência os alunos realizaram diversas operações multiplicativas a fim de propor e avaliar um modelo que fornecesse uma resposta coerente de acordo com suas concepções. Estas ações estão relacionadas com o desenvolvimento de competências durante a resolução da tarefa, uma vez que os alunos trabalharam matematicamente com dados considerados pertinentes para dar uma solução à problemática, bem como avaliaram que o modelo desenvolvido poderia ser reformulado para dar uma resposta coerente ao problema inicial.

Destacamos também que a Modelagem Matemática, nesta pesquisa, possibilitou durante a interpretação e validação do modelo matemático elaborado pelos alunos, a mobilização de diversificados conceitos matemáticos advindos da estrutura aditiva, que se mostrou presente nas estratégias de resolução dos alunos, o corrobora também com o exposto pela TCC, pois considera que em uma situação há vários conceitos envolvidos, e, portanto, esta é uma aproximação entre a Modelagem Matemática e a TCC.

Contudo, resta pontuar que há ainda um caminho a ser percorrido e que este deverá estar direcionado para uma análise da aprendizagem dos estudantes em situações problemas

da estrutura multiplicativa, e esta busca contínua mostra sua relevância aos propósitos da Educação Matemática.

Referências

BLUM, W.; KAISER, G. Vergleichende Empirische Untersuchungen zu Mathematischen Anwendungsfähigkeiten von Englischen und Deutschen Lernenden. **Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft**, 1997.

BLUM, W. Modellierungsaufgaben im Mathematikunterricht – Herausforderung für Schüler und Lehrer. In: **Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis** (Hrsg.: Büchter, A. u.a.). Franzbecker, Hildesheim, p.8-23, 2006.

PERRENOUD, P. **Desenvolver Competências ou ensinar saberes? A Escola que Prepara para a Vida**. Porto Alegre: Penso, 2013.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherche en Didactique des Mathématiques**. Grenoble : La Pensée Sauvage, vol. 10, n. 2.3, p.133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceituais. In: **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1993, UFRJ**. Rio de Janeiro: Projeto Fundação – Instituto de Matemática – UFRJ, p.1-26, 1993.

VERGNAUD, G. The Theory of Conceptual Fields. In: **Human Development**. Vol. 52, nº 2. Printed in Switzerland: Karger, p.83-94, 2009. Acesso on line: <www.karger.com/hde>.

VERGNAUD, G. Pourquoi la théorie des champs conceptuels? **In.: Infancia y Aprendizaje**, 36 (2), 2013, p. 131-145.