

## OS USOS DA LINGUAGEM NA MODELAGEM MATEMÁTICA: DA MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA À MATEMÁTICA FUZZY

*Emerson Tortola*

*Universidade Estadual de Londrina*

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo*

*emersontortola@utfpr.edu.br*

*Renato Francisco Merli*

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo*

*renatomerli@yahoo.com.br*

### **Resumo:**

Compreender os usos da linguagem no âmbito da Educação Matemática pode contribuir para promover aproximações entre Matemática e práticas cotidianas. Neste sentido, vislumbramos nesse minicurso discutir os usos da linguagem em atividades de modelagem matemática nos diferentes níveis de escolaridade, inclusive do ponto de vista da teoria fuzzy, uma vez que defendemos a modelagem matemática como alternativa pedagógica em que se é possível abordar, por meio de uma linguagem matemática, temas não essencialmente matemáticos. Para tanto, será proposto o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática com o tema “Qualidade das Rodovias Brasileiras”, em que os participantes, organizados em grupos, buscarão resolver o problema proposto segundo os diferentes níveis de escolaridade. Com base nas resoluções dos participantes e na filosofia da linguagem de Ludwig Wittgenstein, serão discutidos os usos da linguagem na produção dos modelos matemáticos para essa situação, refletindo a respeito do papel da linguagem na modelagem matemática.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática; Linguagem; Níveis de escolaridade; Fuzzy.

### **1. Introdução**

As discussões a respeito de linguagem tem se proliferado no âmbito da Educação Matemática, assim como apontam Vilela e Mendes (2011). A linguagem, condição necessária para o ser pensar e se comunicar, torna-se importante na Matemática na medida em que necessitamos de todo um arsenal de símbolos específicos, que em conjunto e mediante seus usos formam o que costumamos chamar de linguagem matemática.

Aprender a linguagem matemática é um dos objetivos primeiros das aulas de Matemática, bem como saber articulá-la a outras linguagens, em que se apresentam os fenômenos das práticas cotidianas.

Uma abordagem que tem se mostrado capaz de contribuir nessa articulação entre linguagem matemática e diferentes linguagens é a modelagem matemática, que busca por meio da Matemática discutir temas não essencialmente matemáticos.

Partindo desse pressuposto, propomos o desenvolvimento de um minicurso, com o qual vislumbramos promover uma discussão referente aos usos da linguagem em atividades de modelagem matemática nos diferentes níveis de escolaridade.

Com esse minicurso, nos propomos discutir alguns tópicos da filosofia da linguagem do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein, referente ao seu período de maturidade e correspondente ao seu livro *Investigações Filosóficas* (1953), bem como a modelagem matemática nos diferentes níveis de escolaridade, inclusive do ponto de vista da teoria fuzzy, de Lotfi Askar Zadeh.

O minicurso será desenvolvido em três momentos: em um primeiro momento, serão abordados alguns aspectos da modelagem matemática e será proposta a realização de uma atividade, com o tema “Qualidade das Rodovias Brasileiras”, que tem por objetivo encontrar um modelo que represente o estado de conservação das rodovias brasileiras para os próximos três anos. Em um segundo momento, serão discutidos os usos da linguagem a partir das resoluções dos participantes, tendo em vista os pressupostos da teoria de Wittgenstein, fazendo alusão a alguns tópicos de sua filosofia da linguagem. E, por fim, em um terceiro momento, apresentaremos algumas ideias relativas à teoria fuzzy, de modo a dar subsídios aos participantes para resolver a atividade de modelagem nessa perspectiva, discutindo o que muda em relação aos usos da linguagem na matemática clássica e na fuzzy.

## **2. Modelagem Matemática nos diferentes níveis de escolaridade**

Trabalhar com situações que se aproximam do cotidiano das pessoas faz-se necessário quando se deseja que os alunos aprendam a utilizar a Matemática como um meio para atuar na sociedade, como ferramenta para a análise de situações e tomada de decisões. Nesse sentido, a modelagem matemática, enquanto possibilidade de abordar por meio de conteúdos matemáticos problemas provenientes de situações da realidade, se mostra profícua (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012; BARBOSA, 2001, 2004; BASSANEZI, 2002, 2012).

Tendo isso como premissa, pensamos ser a modelagem uma abordagem apropriada para o ensino de Matemática nos diferentes níveis de escolaridade. Como exemplos podemos citar os trabalhos de Carvalho, Oliveira e Luna (2012) na Educação Infantil, Luna (2007) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, Klüber e Burak (2008) nos anos finais do Ensino Fundamental, Almeida e Brito (2005) no Ensino Médio, Araújo (2002) no Ensino Superior, dentre outros.

Além disso, como apontam Ferruzzi et al. (2010) uma mesma situação pode ser abordada em diferentes níveis de escolaridade, desde que sejam feitas as adequações necessárias ao contexto escolar e seja levado em conta as diferentes linguagens. Os autores, por exemplo, trabalham um problema que envolve o cálculo da área da fachada de uma igreja, cuja situação envolve alunos do ensino fundamental, médio e superior.

No Ensino Fundamental, utilizaram o cálculo de área e semelhança de triângulos, bem como conceitos de proporcionalidade; no Ensino Médio, utilizaram o cálculo de áreas de trapézio e triângulos, noções de trigonometria e de função polinomial de segundo grau; e, no ensino superior, utilizaram o cálculo de área e do comprimento do arco da curva por meio da integral definida.

Como podemos observar,

dependendo de quem trabalha e estuda tal situação, diferentes abordagens podem ser evidenciadas. No âmbito da sala de aula, isto significa que uma situação pode exprimir diferentes modelos matemáticos, dependendo do nível de escolaridade no qual os alunos se encontram (SILVA; VERONEZ, 2010, p. 4).

Esses diferentes modelos matemáticos, que emergem dos diferentes níveis de escolaridade, sugerem diferentes usos da e na linguagem (ALMEIDA; TORTOLA; MERLI, 2012), que propomos para discussão nesse minicurso.

### **3. A linguagem do ponto de vista de Wittgenstein**

Em sua teoria, Wittgenstein argumenta que os diferentes usos da linguagem produzem diferentes significados, segundo o contexto em que as palavras ou símbolos são proferidos. A esses usos ele denominou “jogos de linguagem” (WITTGENSTEIN, 2012).

Gottschalk (2004) utiliza a palavra “triângulo” para ilustrar a ideia de diferentes jogos de linguagem, uma vez que ao ser enunciada pode nos remeter a diferentes significados. Pode estar associada, por exemplo, a uma placa de trânsito, que implica em um conjunto de regras que nos obriga a dirigir um automóvel em conformidade com elas; a

um determinado instrumento musical, feito de metal e cujo som é produzido por percussão; ou ainda, a uma figura geométrica, definida como um polígono fechado de três lados. Em cada situação temos o uso da palavra “triângulo” em um jogo de linguagem diferente, que por sua vez, resulta em um significado condizente com seu emprego.

Tais considerações sugerem que os jogos de linguagem estão associados aos “hábitos, costumes e crenças de um determinado grupo, imerso num contexto cultural que fundamenta suas práticas e ações, envolvidas com a linguagem” (GOTTSCALK, 2008, p. 80), ou como coloca Wittgenstein, o termo “jogo de linguagem” está imbricado das atividades desenvolvidas por uma “forma de vida” (WITTGENSTEIN, 2012). São as formas de vida que autorizam o uso de uma palavra ou símbolo em um dado contexto.

Nesse sentido, as formas de vida produzem jogos de linguagem diferentes, que podem manter entre si algumas semelhanças, contudo, não há “um núcleo comum, um fio único a amarrar os jogos ou os usos linguísticos todos”, mas “tal como uma corda, a trama é tecida por vários fios que garantem sua resistência” (ARAÚJO, 2004, p. 106-107), formando assim, uma complexa rede de semelhanças, a qual Wittgenstein convencionou chamar de “semelhanças de família”.

Como podemos observar em Merli (2012) e Tortola (2012), esses diferentes usos se dão nos diferentes níveis de escolaridade, evidenciando diferentes jogos de linguagem, que apresentam algumas semelhanças de família e que são determinados conforme as formas de vida.

#### **4. Modelagem matemática e linguagem: a atividade**

As discussões em torno da concessão das estradas do Brasil têm se tornado constantes, como indica a Revista Carga Pesada, Edição nº 95 – Pedágio: Os prós e contras. De um lado, as concessionárias alegam que sua presença melhora a conservação das estradas, o que implica em menores gastos na manutenção dos veículos. Além disso, fornecem empregos diretos e indiretos, já que houve um aumento na produção dos setores cimenteiros, asfáltico, do concreto e aço. Do outro lado, os não adeptos incluem como argumentos a inconstitucionalidade do pedágio ao contrariar o preceito da liberdade de ir e vir, a falta de rodovias alternativas, os altos valores cobrados nas tarifas e o aumento no número de acidentes.

De modo geral, as rodovias pedagiadas têm seu estado de conservação melhores do que as estatizadas, como apontam as tabelas a seguir.

<b>Estado Geral das Rodovias do Brasil - Extensão Pública</b>						
<b>Ano</b>	<b>Extensão Total Pesquisada</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
2009	75.337,000	8.000 %	14.400 %	49.400 %	19.800 %	8.400 %
2010	76.393,000	7.100 %	25.300 %	37.600 %	20.500 %	9.500 %
2011	77.373,000	5.600 %	28.200 %	34.200 %	21.500 %	10.500 %
2012	80.315,000	3.200 %	24.600 %	37.600 %	23.800 %	10.800 %

<b>Estado Geral das Rodovias do Brasil - Extensão Concessionada</b>						
<b>Ano</b>	<b>Extensão Total Pesquisada</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
2009	14.215,000	42.600 %	33.900 %	21.700 %	1.900 %	0.000 %
2010	14.552,000	54.700 %	32.600 %	11.300 %	1.300 %	0.100 %
2011	15.374,000	48.000 %	38.900 %	12.000 %	1.100 %	0.000 %
2012	15.392,000	44.700 %	42.000 %	11.500 %	1.700 %	0.100 %

<b>Estado Geral das Rodovias do Brasil - Extensão Total</b>						
<b>Ano</b>	<b>Extensão Total Pesquisada</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
2009	89.552,000	13.500 %	17.500 %	45.000 %	16.900 %	7.100 %
2010	90.945,000	14.700 %	26.500 %	33.400 %	17.400 %	8.000 %
2011	92.747,000	12.600 %	30.000 %	30.500 %	18.100 %	8.800 %
2012	95.707,000	9.900 %	27.400 %	33.400 %	20.300 %	9.000 %

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias

Com base nessas informações, propomos o seguinte problema para ser modelado: qual será o estado geral das rodovias do Brasil para os próximos três anos?

A partir das resoluções dos participantes para a atividade, vislumbramos discutir os usos da linguagem na modelagem matemática, embasados na filosofia da linguagem de Wittgenstein.

## 5. O minicurso

Levando em conta a proposta do minicurso, pensamos ser apropriado abordar inicialmente alguns aspectos da modelagem matemática, apontando diferentes concepções e indicando possibilidades de como inserir o seu uso em sala de aula.

Com vistas a oportunizar o contato com um ambiente de modelagem matemática propomos um problema referente à qualidade das rodovias brasileiras.

Para o estudo do mesmo, iremos sugerir que os participantes se organizem em grupos, onde cada grupo deverá optar por modelar o problema segundo o nível de

escolaridade com o qual consideram estar mais familiarizados, prezando pelos usos da linguagem nesse nível, o que suscitará na discussão que pretendemos promover no minicurso.

Mediante as resoluções apresentadas pelos participantes, abordaremos também alguns tópicos da filosofia da linguagem de Wittgenstein, especificamente as noções de jogo de linguagem, semelhanças de família e formas de vida, que fornecem subsídios para a análise da linguagem utilizada na atividade de modelagem matemática.

Em seguida, faremos uma breve apresentação dos conceitos da teoria fuzzy, propondo aos participantes a resolução da atividade por meio dessa teoria, retomando a discussão dos usos da linguagem segundo a filosofia de Wittgenstein.

## 6. Referências

ALMEIDA, L. M. W. de; BRITO, D. dos S. Atividades de Modelagem Matemática: Que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2005.

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

ALMEIDA, L. W. de; TORTOLA, E.; MERLI, R. F. Modelagem Matemática - Com o que estamos lidando: modelos diferentes ou linguagens diferentes? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 2, p. 215-239, maio/ago. 2012.

ARAÚJO, I. L. **Do signo ao discurso: introdução à filosofia da linguagem**. São Paulo: Parábola Editorial, 2004.

ARAÚJO, J. de L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Paulista, Rio Claro, 2002.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, Salvador n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BASSANEZI, R. C. **Temas e Modelos**. Santo André: UFABC, 2012

CARVALHO, L. S. da S.; OLIVEIRA, L. A.; LUNA, A. V. de A. Modelagem Matemática na Educação Infantil: um estudo sobre a proteção solar com crianças de três anos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: FA7, 2012.

FERRUZI, E. C. et al. Possibilidades de desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática em diferentes níveis de escolaridade. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2010.

GOTTSCHALK, C. M. C. A Natureza do Conhecimento Matemático sob a Perspectiva de Wittgenstein: algumas implicações educacionais. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v. 14, n. 2, p. 305-334, jul./dez. 2004.

GOTTSCHALK, C. M. C. A construção e transmissão do conhecimento matemático sob uma perspectiva wittgensteiniana. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 75-96, Jan./Abr. 2008.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Atividades de Modelagem Matemática no Ensino Fundamental. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 3., 2008, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava, UNICENTRO, 2008.

LUNA, A. V. de A. Modelagem Matemática nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental: um estudo de caso no 1º ciclo. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., Santiago de Querétaro. **Anais...** Santiago de Querétaro: Comitê Interamericano de Educação Matemática, 2007.

MERLI, R. F. **Modelos Clássico e Fuzzy na Educação Matemática: Um olhar sobre o uso da linguagem**. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

SILVA, K. A. P.; VERONEZ, M. R. D. Atividades de Modelagem Matemática: diferentes abordagens para diferentes níveis de escolaridade. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/FECILCAM, 2010.

TORTOLA, E. **Os usos da linguagem em atividades de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

VILELA, D.; MENDES, J. R. A linguagem como eixo da pesquisa em educação matemática: contribuições da filosofia e dos estudos do discurso. **Zetetiké**, FE/Unicamp, Campinas, v. 19, n. 36, jul./dez. 2011.

WITTGENSTEIN, L. J. J. **Investigações Filosóficas**. 7. ed. Tradução de Marcos G. Montagnoli. Petrópolis: Editora Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2012. 350 p. (Coleção Pensamento Humano). Tradução de: Philosophische Untersuchungen.