

## MODELAGEM FUZZY E AS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS: UM DIÁLOGO ENVOLVENDO O CONFORTO AMBIENTAL

*Josiene Senhor da Silva*

*Universidade Federal do Espírito Santo*

*josienesenhor@hotmail.com*

*Oscar Luiz Teixeira Rezende*

*Instituto Federal do Espírito Santo*

*oscar@ifes.edu.br*

### **Resumo:**

O estudo tem como objetivo analisar os tratamentos e conversões de registros de representações semióticas, utilizadas pelos alunos, durante uma atividade de Modelagem Fuzzy, para avaliar o problema de conforto ambiental de um espaço educacional, de acordo com a concepção de Modelagem Matemática de Rodney Bassanezi. Os alunos trabalharam com representações de situações da vida real, e vivenciaram processos de conversão para outros tipos de representações, como tabelas e gráficos, de forma a interpretar e compreender melhor os dados subjetivos. A análise foi realizada a partir da produção textual dos alunos durante a Modelagem Fuzzy, tendo como instrumento a Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval. Na análise dos dados, verificou-se que os alunos apresentaram dificuldades em realizar algumas conversões de uma representação semiótica para outra, contudo nos fizeram entender a importância da utilização de mais de uma representação para uma melhor compreensão do objeto estudado pelo aluno.

**Palavras-chave:** Modelagem Fuzzy; Representações Semióticas; Educação Matemática.

Grupo de Discussão: (x) 1 ( ) 2 ( ) 3

### **Introdução**

A Matemática possui um papel social importante na inclusão das pessoas na sociedade e na formação cidadã, na medida, que fornece a elas instrumentos para que se possa atuar criticamente no mundo em que vive, de forma que o conhecimento matemático esteja articulado à trajetória e o contexto de vida do aluno.

O processo de ensino e aprendizagem da Matemática se mostra como uma tarefa complexa em todos os sistemas educativos, em especial na educação básica. No que se refere às ideias pedagógicas, o que se busca, é uma aprendizagem, que extrapole a sala de aula, em que o aluno possa adquirir habilidades e competências, de forma que ele consiga aplicar seus conhecimentos no cotidiano, beneficiando a si mesmo e a sociedade na qual ele vive.

No Brasil, de acordo com Groenwald, Silva e Mora (2004), há uma grande tendência de aplicação em sala de aula, a utilização de resolução de problemas, modelagem Matemática, história da Matemática, jogos e curiosidades, Etnomatemática, novas tecnologias, além do uso de projetos, como estratégia para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem dentro de uma perspectiva transdisciplinar com grande relevância na Educação Matemática.

As tendências citadas estão de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio:

Em relação à organização dos conteúdos, há necessidade de superar o caráter fragmentário das áreas, buscando uma integração no currículo que possibilite tornar os conhecimentos abordados mais significativos para os educandos e favorecer a participação ativa de alunos com habilidades, experiências de vida e interesses muito diferentes (DCNEM - Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro de 2012).

A Modelagem Matemática deve ser vista como uma estratégia de aprendizagem, com etapas de processo onde o conteúdo matemático adquire significado. Dessa forma, ela vem a contribuir contra o ensino tradicional, contra a memorização e reprodução de

comportamentos.

Na aprendizagem matemática são consideradas atividades como apreensão conceitual, raciocínio, resolução de problemas, compreensão de textos, entre outros, que requerem a utilização de sistemas de expressão e de representação além da linguagem natural, ou seja, os fenômenos relacionados ao conhecimento estão relacionados à noção de representação.

A Modelagem Fuzzy ao tratar as variáveis subjetivas, utiliza mais de um registro de representação semiótica para representá-las na construção do modelo. Mudar de registros de representação permite o melhor entendimento ou interpretação das relações entre as variáveis.

### **Registros de Representação Semiótica**

Os registros de representação semiótica, segundo Duval,

[...] constituem os graus de liberdade de que um sujeito pode dispor para objetivar a si próprio uma ideia ainda confusa, um sentimento latente, para explorar informações ou simplesmente para poder comunicá-las à um interlocutor (DUVAL, 2009, p37).

As representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de regras de sinais, como por exemplo: enunciado em língua natural, tabelas, gráficos, esquemas, diagramas, figuras geométricas, expressões algébricas, um meio que o ser humano utiliza para explicar suas representações mentais, ou seja, atender à função de comunicação. Elas também são necessárias ao desenvolvimento da atividade matemática, pois possibilitam o tratamento do objeto matemático. No entanto, deve-se observar a distinção entre o objeto e a sua representação, caso contrário, isso pode influenciar numa perda de compreensão a respeito do objeto.

Para Duval (2009, p.36), um sistema semiótico permite três atividades cognitivas, a saber:

- a) constituir traços que sejam identificáveis, ou seja, leva à uma representação identificável;

b) transformar uma representação de um objeto, usando apenas as regras inerentes ao próprio sistema;

c) converter uma representação de um objeto de um sistema em uma representação do mesmo objeto de outro sistema.

Um mesmo objeto pode ser apresentado por representações muito diferentes. A transformação dos registros semióticos pode ocorrer de duas maneiras, pelo tratamento ou pela conversão.

O tratamento corresponde à uma transformação interna em relação ao registro de representação de partida, e ocorre quando a transformação do registro de representação se mantém no mesmo sistema semiótico. Por exemplo:  $3x=15$  e  $x=5$ .

Nesse caso, houve tratamento, pois houve transformação do registro de representação, porém sem sair do sistema semiótico, ou seja, dentro do registro de representação algébrico.

A conversão corresponde à transformação externa em relação ao registro de representação de partida, e ocorre quando o registro de representação é transformado de um sistema semiótico para outro. Ela implica em mudança no procedimento de interpretação, o que pode influenciar na compreensão do objeto. Por exemplo:  $y=2x$  e o gráfico da Figura 1:

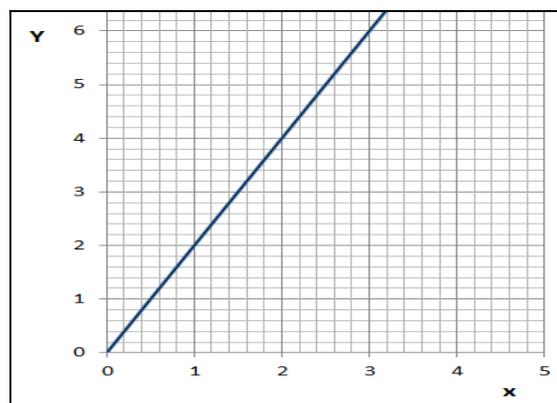


Figura 1 – Representação gráfica da relação entre y e x  
Fonte: Do autor

Nesse caso, houve conversão, pois houve transformação do registro de

representação, de um sistema semiótico para outro, ou seja, mudou do registro de representação algébrico para o registro de representação gráfico.

A passagem de uma representação à outra, mobiliza vários sistemas de representações semióticas ao mesmo tempo, e esse fenômeno não tem nada de espontâneo para a maioria dos alunos, podendo ter significados diferentes para o sujeito, e que muitas vezes, nem se dão conta, de se tratar do mesmo objeto, conforme enfatiza Duval:

A especificidade das representações semióticas consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidas em representações “equivalentes” em um outro sistema semiótico, mas podendo tomar significações diferentes para o sujeito que as utiliza (DUVAL, 2009, p32).

De acordo com Duval (2009, p.38), para que uma representação seja considerada como uma representação para o sujeito, ou seja, como um acesso ao objeto representado, duas condições devem ser garantidas: o sujeito deve dispor de no mínimo dois sistemas semióticos diferentes para produzir a representação do objeto e que possa existir espontaneamente a conversão de um sistema semiótico a outro.

Para Duval (2009, p. 82), “a atividade conceitual implica a coordenação dos registros de representação”, uma vez que as dificuldades de compreensão conceitual se manifesta pela dificuldade de conversão e pela utilização dos conhecimentos em situações da vida real na sociedade.

### **Lógica Fuzzy**

O pensamento e a linguagem humana apresentam características impregnadas de incertezas e imprecisões. O ser humano não toma decisões baseadas em respostas necessariamente precisas, como sim ou não.

Na perspectiva de Barros e Bassanezi (2010, p. 12), “a principal função a teoria dos conjuntos Fuzzy é dar tratamento matemático a certos termos linguísticos subjetivos, como ”aproximadamente”, “em torno de”, dentre outros”. Ela propõe a utilização de valores de pertinência, operando entre o intervalo real  $[0,1]$ .

Nesse sentido, utilizando conjuntos Fuzzy, o leque de respostas fica ampliado e bem mais próximo das respostas usuais do ser humano. As sentenças passam a ter um grau de pertinência para representar respostas não muito precisas, como por exemplo: pertinência “1” para “sempre”; pertinência “0,8” para “quase sempre”, pertinência “0,3” para “às vezes” e pertinência “0” para “nunca”.

As representações tabular, gráfica e algébrica da função de pertinência se mostram muito interessantes, pois permite uma melhor visualização da função de pertinência e facilita a interpretação da informação.

Um Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF) é um sistema de tomada de decisão a partir de dados subjetivos e imprecisos, ou seja, é aquele que se utiliza da Lógica Fuzzy para produzir saídas para cada entrada Fuzzy (Barros e Bassanezi, 2010, p.117).

O SBRF é composto de quatro módulos básicos: o fuzzificador, a base de regras, a máquina de inferência e o defuzzificador, de acordo com a Figura 2:

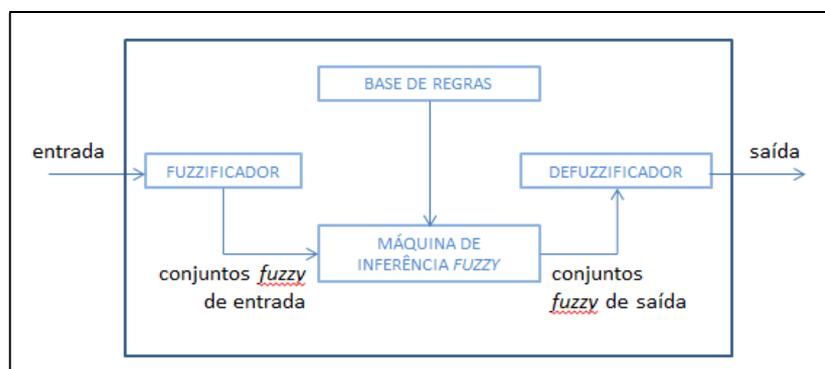


Figura 2 – Esquema do Sistema Baseado em Regras Fuzzy  
Fonte: Do autor

Segue a explicação de cada módulo:

**FUZZIFICADOR:** nesse módulo, as variáveis linguísticas de entrada são transformadas em um Conjunto Fuzzy, de acordo com as funções de pertinência definidas para cada variável linguística.

**BASE DE REGRA:** nesse módulo se encontram as regras básicas para a tomada de decisão, as sentenças lógicas do tipo Se... Então. Essas regras são definidas tomando como base as possíveis combinações das variáveis de entrada, ou seja, as possíveis hipóteses de implicação.

**MÁQUINA DE INFERÊNCIA:** é aqui que ocorre o processo de decisão. Há um “confronto” entre os dados de entrada (Conjuntos Fuzzy de entrada) e as regras de decisão, para uma posterior tomada de decisão, gerando um Conjunto Fuzzy de saída. As Regras de Inferências Fuzzy podem ser construídas como proposições do tipo: Se “ESTADO”, então “AÇÃO”. As sentenças da base de regras são traduzidas matematicamente por um método de Inferência

**DEFUZZIFICADOR:** responsável por transformar o Conjunto Fuzzy de saída em um valor numérico. Existem muitos métodos de defuzzificação, sendo os mais comuns o método do centro de gravidade ou centróide, o método do centro dos máximos, o método da média dos máximos.

### **Atividade de Modelagem Fuzzy**

Foi proposto, aos alunos da 2ª série do ensino médio, uma atividade de Modelagem Fuzzy, para avaliar o conforto ambiental de um espaço educacional.

Os alunos trabalharam em grupo, e para cada variável do problema - temperatura, ruído e umidade - utilizaram a representação tabular para definir a pertinência dos valores numéricos de cada variável com os valores subjetivos baixo, médio e alto. Para isso, os alunos utilizaram a representação fracionária, a representação decimal e a representação percentual dos números, mobilizando o conhecimento matemático com muita facilidade.

Em seguida, solicitamos que os alunos utilizassem a representação gráfica para expressar essa mesma informação. Alguns grupos encontraram dificuldade de realizar a conversão, total ou parcialmente.

Na sequência, eles criaram a base de regras para definir o valor do conforto, a partir do relacionamento entre as três variáveis do problema. Eles calcularam o número de possibilidades e as descreveram através da representação textual ou da representação tabular, e utilizaram um esquema para facilitar essa descrição, como mostra a Figura 3.

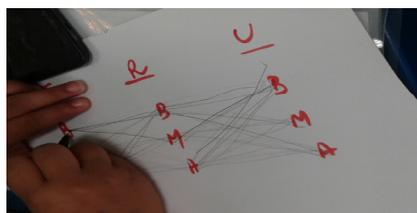


Figura 3 – Esquema para auxiliar a construção da base de regras do modelo de avaliação de conforto  
Fonte: Do autor

Cada grupo escolheu um espaço da escola para ser avaliado, e utilizando instrumentos realizaram medidas de temperatura, ruído e umidade. Eles calcularam a média dos valores coletados e utilizaram as regras de decisões definidas no modelo do grupo para determinar o conforto do espaço educacional escolhido. Alguns grupos encontraram dificuldades de interpretar as regras de decisão.

### **Resultados da Pesquisa**

Na construção do modelo, em especial no módulo de fuzzificação das variáveis, os alunos tiveram necessidade de mobilizar mais de um sistema de representação para relacionar o grau de pertinência com os valores linguísticos das variáveis do problema. Eles usaram números decimais, números fracionários, percentuais, tabelas, gráficos e proposições textuais. Foi verificado que os alunos apresentaram dificuldades em realizar algumas conversões de uma representação semiótica para outra, contudo nos fizeram entender a importância da utilização de mais de uma representação para uma melhor compreensão do objeto estudado pelo aluno

### **Referências**

BARROS, L. C. BASSANEZI, R. C. **Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática**. Campinas, SP: UNICAMP/IMECC, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO / CÂMARA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Resolução CNE/CEB n.º 2, de 30 de janeiro de 2012, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2012.

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2009.

GROENWALD, C. L. O.; SILVA, C. K.; MORA, C. D. Perspectivas em Educação Matemática. **Acta Scientiae**, v.6, n.1, p. 37-55, jan./jun., 2004.