



**XIII Simpósio de Ensino e Pesquisa em
Matemática – SEPMAT e XI Semana
da Matemática.**

16 a 18 de setembro de 2026



**APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE LÓGICA FUZZY NA INTEGRAÇÃO DE
INDICADORES QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DO RENDIMENTO ESCOLAR**

Vitor Gabriel Reis Leal¹
Eder Pereira Neves²

RESUMO:

A mensuração do rendimento discente constitui um desafio pedagógico complexo ao tentar harmonizar aspectos numéricos e subjetivos. Este trabalho propõe um modelo baseado na lógica *fuzzy* para sintetizar o desempenho escolar a partir de três parâmetros: nota em provas escritas, frequências nas aulas e participação nas atividades. Empregando funções de pertinência trapezoidais, uma base com 27 regras de inferência e a metodologia Takagi-Sugeno, o sistema processou dados simulados demonstrando sensibilidade superior aos métodos convencionais de média aritmética. Os resultados evidenciam que o modelo consegue refletir oscilações individuais e ponderar adequadamente critérios de naturezas distintas. Conclui-se que o modelo proposto constitui uma ferramenta flexível e eficaz para auxiliar educadores na tomada de decisões avaliativas.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy; Avaliação Pedagógica; Tomada de Decisão Educacional.

1 INTRODUÇÃO

A prática avaliativa no âmbito educacional contemporâneo transcende a simples verificação de memorização de conteúdos. Historicamente, as instituições priorizam instrumentos quantitativos padronizados (testes e exames formais), os quais fornecem métricas objetivas indispensáveis, mas incapazes de mensurar integralmente o desenvolvimento discente (FERNANDES, 2019; MURPHY et al., 2023). Por outro lado, fatores subjetivos e qualitativos, como a dedicação contínua, o interesse e a proatividade, revelam-se vitais para a consolidação da

¹ Estudante do curso de Matemática – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – E-mail: vitorreislealsj@gmail.com

² Professor Adjunto do curso de Matemática – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – E-mail: ederpereira@uems.br

aprendizagem (CONNER et al., 2025). Adicionalmente, a frequência regular às atividades pedagógicas atua como elemento crítico para mitigar a evasão escolar e monitorar o desempenho (KEARNEY et al., 2022; SÄLZER et al., 2024).

A respeito da relevância de integrar tais dimensões, muitos educadores encontram dificuldades para implementar métricas de naturezas distintas em uma síntese justa, recorrendo usualmente a médias aritméticas elementares. Nesse cenário, a lógica fuzzy (ZADEH, 1965) destaca-se como alternativa matemática robusta para tratar variáveis imprecisas e interconectar dados qualitativos e quantitativos (SAATCHI, 2024; BASSANEZI, 2015). Este trabalho tem como objetivo projetar e analisar um Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF) direcionado à apuração global do rendimento escolar atuando em dados qualitativos e quantitativos envolvidos na avaliação.

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A teoria de conjuntos fuzzy possibilita mapear a transição gradual de pertinência de um elemento em um intervalo contínuo $[0, 1]$ (PEDRYCZ; GOMIDE, 1998). Um Sistema Baseado em regras Fuzzy padrão é constituído pelas etapas de fuzzificação, por um método de inferência baseado em regras e defuzzificação (ROSS, 2016).

2.1 Definição das Variáveis e Fuzzificação

O sistema desenvolvido contempla três grandezas de entrada e uma de saída.

As grandezas de entrada são assim definidas:

1. Nota de Provas (n): Domínio no intervalo $[0, 10]$, de natureza quantitativa.
2. Participação (p): Domínio no intervalo $[0, 10]$, de natureza qualitativa subjetiva.
3. Frequência (f): Domínio no intervalo $[0, 100\%]$, expressa em porcentagem.

A grandeza de saída:

1. Desempenho Escolar (D): Domínio no intervalo $[0, 10]$.

Para todas as entradas e a saída foram adotadas funções de pertinência trapezoidais divididas nos termos linguísticos Baixa (B), Média (M) e Alta (A), cuja formulação geral é dada pela equação (1).

$$\mu(x) = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \left(\frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right) \right) \quad (1)$$

onde os parâmetros a , b , c e d delimitam os intervalos de transição ajustados ao perfil pedagógico de cada variável.

2.2 Base de Regras e Inferência Takagi-Sugeno

A combinação das 3 partições linguísticas para as 3 entradas gerou uma base com $3^3 = 27$ proposições condicionais estruturadas com o operador de interseção lógica AND (mínimo):

$R_i : \text{SE } n \text{ é } A_i \text{ E } p \text{ é } B_i \text{ E } f \text{ é } C_i \text{ ENTÃO } D_i = g_i(n, p, f)$

Empregou-se o método de Takagi-Sugeno (TSK) com consequente linear ponderado (SUGENO; KANG, 1988), modelado pela equação (2):

$$D_i = 0,40n + 0,30p + 0,03f \quad (2)$$

A agregação e defuzzificação final foram obtidas por meio da média ponderada, dada pela equação (3):

$$\text{Desempenho} = \frac{\sum_{i=1}^{27} w_i \cdot D_i}{\sum_{i=1}^{27} w_i}, \quad (3)$$

onde $w_i = \min(\mu A_i(n), \mu B_i(p), \mu C_i(f))$.

A simulação computacional das funções e regras foi realizada via ambiente de programação livre.

3 POSSÍVEIS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de verificar o comportamento dinâmico do modelo, avaliaram-se diferentes combinações de dados simulando perfis para 41 alunos. A Tabela apresenta uma amostragem representativa das saídas geradas pelo sistema.

Perfil	Nota (n)	Participação (p)	Frequência (f)	Desempenho
Aluno 01	10,0	10,0	100%	10,00
Aluno 06	9,5	2,5	40%	5,05
Aluno 07	2,5	10,0	90%	7,45

Perfil	Nota (n)	Participação (p)	Frequência (f)	Desempenho
Aluno 11	2,5	2,0	10%	1,85
Aluno 15	9,0	8,0	100%	8,90
Aluno 33	8,0	8,0	30%	6,50
Aluno 41	8,0	8,0	20%	6,20

A interpretação das inferências revela aspectos determinantes:

- **Valorização da Participação:** No Aluno 07, nota-se que o alto envolvimento participativo e a assiduidade compensaram um teste escrito pontual desfavorável (2,5), elevando a nota final para 7,45.
- **Impacto da frequência:** Nos Alunos 33 e 41, mesmo com notas e participação elevados (8,0), a frequência parcial de aulas causou decréscimo expressivo, mantendo o resultado no patamar mediano (6,50 e 6,20).
- **Tratamento de grandezas heterogêneas:** Diferente da média convencional, o modelo acomodou sem distorções a escala percentual de frequência junto às notas de 0 a 10.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Baseado em Regras Fuzzy desenvolvido com inferência Takagi-Sugeno comprovou sua aplicabilidade na consolidação de métricas avaliativas escolares. A estrutura permitiu ponderar equilibradamente variáveis objetivas e qualitativas, garantindo uma apuração do rendimento mais aderente ao processo de formação do estudante.

Por se tratar de um modelo ajustável, a ferramenta possibilita que docentes adaptem os coeficientes ou adicionem novos critérios com facilidade, firmando-se como um recurso viável de auxílio à tomada de decisão pedagógica.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática: teoria e prática. São Paulo: Contexto, 2015.
 CONNER, J. et al. How teachers' student voice practices affect student engagement and achievement. Journal of Educational Change, v. 26, n. 1, p. 89-118, 2025.

FERNANDES, D. Avaliações externas e aprendizagens dos alunos: uma reflexão crítica. Linhas Críticas, v. 25, 2019.

KEARNEY, C. A. et al. School attendance and school absenteeism: A primer for the past, present, and theory of change for the future. Frontiers in Education, v. 7, p. 1044608, 2022.

MURPHY, D. H.; LITTLE, J. L.; BJORK, E. L. O valor do uso de testes na educação como ferramentas para a aprendizagem e não apenas para a avaliação. Educational Psychology Review, v. 35, n. 3, p. 89, 2023.

PEDRYCZ, W.; GOMIDE, F. Uma introdução aos conjuntos fuzzy: análise e projeto. MIT Press, 1998.

ROSS, T. J. Fuzzy Logic with Engineering Applications. Chichester: Wiley, 2016.

SAATCHI, R. Fuzzy logic concepts, developments and implementation. Information, v. 15, n. 10, 2024.

SÄLZER, C.; RICKING, H.; FELDHAUS, M. Abordando o absenteísmo escolar por meio do monitoramento. Education Sciences, v. 14, n. 12, p. 1365, 2024.

SUGENO, M.; KANG, G.-T. Structure identification of fuzzy model. Fuzzy Sets and Systems, v. 28, n. 1, p. 15-33, 1988.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. Information and Control, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.