

SISTEMA FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE HABILIDADES E PROMOÇÃO DE APRENDIZAGEM VIA PENSAMENTO COMPUTACIONAL

CATHERINE OLLERMANN¹; AMANDA ARGOU²; ADENAUER YAMIN²; RENATA REISER³

¹ Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – catherine.gayer@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – {aacardozo, adenauer}@inf.ufpel.edu.br

³ Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – reiser@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) (WING, 2006) propõe uma nova metodologia para entender e raciocinar sobre sistemas e processos naturais, artificiais e sociais, a partir da aplicação de técnicas da computação. Esta forma de ensino-aprendizagem explora o desenvolvimento de habilidades inerentes ao raciocínio lógico, promovendo um pensar crítico capaz de compreender o mundo em geral.

Este trabalho considera o problema de aferir a evolução dos estudantes, especialmente nas habilidades mais relevantes ao raciocínio lógico. A avaliação exige um método capaz de expressar a incerteza inerente aos processos e instrumentos de avaliação no ensino-aprendizagem. Neste trabalho, emprega-se a Lógica Fuzzy (LF) para promover um método de avaliação mais flexível (ZADEH, 1965, 2008), capaz de expressar o ganho em termos linguísticos (pouca, média ou alta) aprendizagem de uma habilidade mental, de acordo com a proposta do PC. Diferentemente da avaliação tradicional (apenas numericamente quantificada), a abordagem fuzzy, além de avaliar a aprovação, quantifica essa aprovação como satisfatória ou muito satisfatória, por exemplo.

Observam-se vários esforços de emprego de LF em métodos de avaliação discente. Mais recentemente destaca-se em BALIEIRO et al. (2016), a avaliação de TCC usando LF e visando uma transição mais suave entre os conceitos de aprovação/reprovação, adotando não apenas casos extremos, mas também intermediários para mostrar a sua aplicabilidade em ambientes reais. Em ARIAS et al. (2012) faz-se uso da abordagem fuzzy na avaliação multidimensional de estudantes em ambientes de aprendizagem eletrônica.

Numa proposta integrando PC e LF, este trabalho considera não apenas resultados obtidos com testes de avaliação, mas principalmente a incerteza inerente na avaliação de habilidades cognitivas que promovem aprendizagem e justificam uma avaliação flexível. O principal objetivo é desenvolver um instrumento de avaliação para ranquear os alunos e avaliar seu rendimento na aprendizagem baseado em atividades desenvolvidas em sala de aula, sem uso de computador, por dois testes (Pré e Pós-testes), que contemplam as habilidades: Pensamento Algoritmo (Al), Generalização (Ge), Decomposição (De), Abstração (Ab) e Avaliação (Av). Este instrumento é aplicado a duas turmas do quinto ano do ensino fundamental de escolas municipais.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, utiliza-se a teoria de conjuntos fuzzy que na extensão sugerida por Zadeh apresenta a possibilidade de um determinado elemento poder pertencer a um conjunto com um valor chamado de grau de pertinência,

diferentemente da teoria clássica que um elemento pertence ou simplesmente não pertence a um conjunto. A próxima etapa advém de um processo de fuzzificação, no qual um número fuzzy triangular A pode ser definido por uma tripla (a, b, c) com a função de pertinência, e em seguida implementa-se a defuzzificação que é o processo que produz um resultado quantificável na lógica fuzzy.

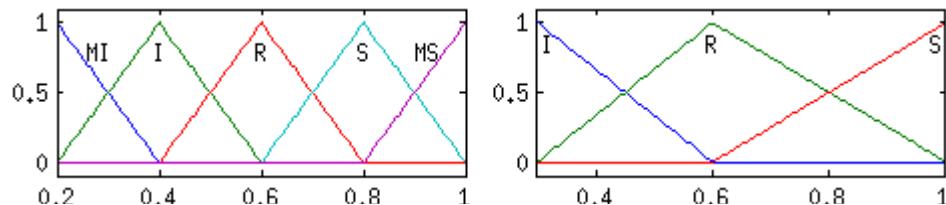
Existem diferentes métodos de defuzzificação, mas este trabalho considera o Método da Média Ponderada Ordenada (OWA- do inglês, Ordered Weighted Averaging) ou operador OWA, que foi introduzida por Yager (YAGER, 1988), para prover um meio de agregar valores associados a satisfação de múltiplos critérios, unificando ambos os comportamentos de elementos em conjunto fuzzy, o conjuntivo e o disjuntivo. Os operadores de OWA são funções de agregação comutativas, idempotentes e têm um comportamento compensatório. Por esta última propriedade, a agregação obtida pela aplicação de um operador OWA está entre os valores máximo e mínimo. Neste trabalho, a permutação está caracterizada pela prioridade das habilidades e os pesos, pelo percentual de cada habilidade nas questões que compõem cada um dos testes.

A teoria dos conjuntos fuzzy de Zadeh (ZADEH, 1965), quando aplicada para modelar as ambiguidades no processo de avaliação discente, busca colaborar com a inclusão de informações incertas, mas disponíveis e certamente relevantes na tomada de decisão baseada em múltiplos instrumentos de avaliação. A adequação de critérios e peso de significância são avaliados em função de Termos Linguísticos (TL) e Valores Linguísticos (VL) representados por números difusos.

Cada uma das 5 habilidades consideradas neste trabalho está associada a TLs com respectivos VLs, escolhidos por especialista e descritos na sequência. Ambos os testes foram normalizados em relação as habilidades que os compõe, respeitando os critérios de valoração de cada avaliação. No Pré-teste (PeT), somam-se no máximo 4.5 (Al), 3.0 (Ge), 1.5 (De) e 1.0 (Ab); No Pós-teste (PoT) tem-se no máximo 2.7 (Al), 3.0 (Ge), 2.4 (De), 1.0 (Ab) e 0.9 (Av).

A aplicação de diferentes habilidades no PeT e PoT gerou distintos critérios, e cada habilidade contém suas próprias regras (scores) em cada teste, que determinam os TLs e correspondentes valores numéricos, identificando os conjuntos fuzzy associados a habilidade, como podemos ver na Figura abaixo. A Figura 1(a) modela as habilidades Pensamento Algorítmico e Generalização e a Figura 1(b) representa as demais habilidades.

Figuras 1: Representação dos Conjuntos Fuzzy Mapeando TL em VL



Os termos usados para classificação das notas obtidas pelos alunos foram: Muito Insatisfatório (MI), Insatisfatório (I), Regular (R), Satisfatório (S) e Muito Satisfatório (MS).

A primeira contribuição deste trabalho é a possibilidade de avaliação individual dos estudantes, quanto ao seu rendimento em cada uma das habilidades, em ambos os testes. As Tabelas 1 e Tabela 2 representam a aplicação direta das regras (scores) para um grupo de 5 estudantes dos 35 avaliados. Esta amostra

contempla alunos que melhoraram, mantiveram ou pioraram o seu rendimento nas habilidades avaliadas.

Tabela 1: Classificação por VL PeT

Alunos	AI	Ge	De	Ab
A9	0.4	0.4	1	0.3
A16	0.2	0.8	0.6	1
A18	0.8	1	1	1
A21	1	0.8	1	1
A33	0.8	0.8	1	1

Tabela 2: Classificação por VL PoT

Alunos	AI	Ge	De	Ab	Av
A9	1	0.4	1	0.3	1
A16	0.8	0.8	1	1	0.3
A18	0.6	1	0.6	1	0.3
A21	1	0.8	1	1	1
A33	1	0.8	1	1	1

Para o ranqueamento considerou-se o produto de cada linha (valores linguísticos associados a cada habilidade) pelo vetor VL.

$$TL = [\text{Alto}; \text{Médio}; \text{Médio}; \text{Baixo}; \text{Baixo}] \quad VL = [0.4; 0.2; 0.2; 0.1; 0.1]$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia fuzzy viabiliza uma análise de resultados obtidos pelos estudantes no PeT e PoT, introduzindo uma forma de avaliação flexível modelando a incerteza nos instrumentos de avaliação representada pelos múltiplos critérios referentes às habilidades (AI, Ge, De, Ab e Av) exploradas nas atividades discentes. E ainda, integrando um ranqueamento a partir de cinco conjuntos fuzzy previamente definidos por especialistas/educadores.

Os resultados finais da média fuzzy dos 35 alunos avaliados, convertida em TL, apresentam 8 estudantes com avaliação MS, 19 com avaliação S, 7 com avaliação R, e somente 1 estudante com avaliação I, mas com melhoria de desempenho pelo incremento na aprendizagem em AI de maior relevância, que passou de MI no Pré-teste para I no Pós-teste. Consequentemente, o decremento no rendimento ocorre quando não atingem uma boa nota na habilidade de maior relevância. A Tabela 4 apresenta TL de alguns alunos.

A conversão da média fuzzy em TLs é de acordo com regras pré-estabelecidas por especialistas.

Tabela 3: Média Fuzzy PeT e PoT

Alunos	Rank PeT	Média PeT	Rank PoT	Média PoT
A1	7	7,90	5	8,80
A2	2	9,50	7	8,10
A3	12	6,20	8	8,00
A4	2	9,50	1	10,00
A5	11	6,95	1	10,00
A6	17	5,20	11	7,30
A7	5	8,70	5	8,80

Tabela 4: Média Fuzzy em TL

Alunos	TL PeT	TL PoT	TL Final
A1	R	S	S
A2	MS	S	MS
A3	R	S	S
A4	MS	MS	MS
A5	R	MS	S
A6	I	R	R
A7	S	S	S

4. CONCLUSÕES

Neste artigo é apresentado um modelo que propõe tratar a incerteza dos especialistas na avaliação dos estudantes de ensino de Pensamento Computacional. Como principal contribuição do trabalho desenvolvido até o momento, pode ser destacado o emprego da lógica fuzzy na definição dos pesos das habilidades e utilização dos mesmos na avaliação da média. Esta avaliação flexibiliza a análise para incrementar o número de instrumentos de avaliação, permitindo uma maior liberdade para aperfeiçoar a modelagem e adquirir melhores resultados quando comparados ao modelo clássico de avaliação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WING, J. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, New York, v.49, n.3, p.33-35, 2006.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, California, v.8, n.3, p.338-358, 1965.

ZADEH, L. A. Is there a need for fuzzy logic. **Information sciences**. California, v. 178, n. 13, p. 2751-2779, 2008.

BALIEIRO, A.; NETO, S.; GALDINO, E. Sistema de Avaliação de TCC Baseado em Lógica Fuzzy. **Proceedings of the SBIE 2016**, Brasil, p. 986-995, 2016.

ARIAS, R.; PANHAN, A.; BREDA, G.; ZARPELÃO, B.; MENDES, L. Multidimensional Evaluation based on Fuzzy Logic for e-Learning Environments. **Brazilian Journal of Computers in Education**. Brasil, v.30, n. 3, 2012.

YAGER, R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. **IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics**. New York, v. 18, p.183-190, 1988.