

# Um Processo de Remediação de Erros com Base no Uso de Múltiplas Representações Externas no Contexto de Objetos de Aprendizagem

Fabio Duarte Oliveira<sup>1</sup>, Maici Duarte Leite<sup>1</sup>, Andrey Ricardo Pimentel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática – Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
Curitiba – Paraná – Brasil

{fabio, maici, andrey}@inf.ufpr.br

**Abstract.** *This paper presents a form of remediation of errors made by the learner in interaction with Learning Objects (LO) through the Multiple External Representations (MERs). There are studies indicating the benefits that can provide external representations in supporting learning and learners often fail to exploit these advantages. The area of contribution of this work is through the use of a student's classification of errors relating them to the functions of MERs so that they can support the learning process. We propose a framework for LOs with application of the approach proposed by the classification error and the categorization of MERs according to its function to a more effective remediation.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta uma forma de remediação de erros cometidos pelo aprendiz na interação com Objetos de Aprendizagem (OA) por meio das Múltiplas Representações Externas (MREs). Existem estudos que indicam as vantagens que as representações externas podem apresentar no apoio à aprendizagem e que os aprendizes muitas vezes não conseguem explorar essas vantagens. O espaço de contribuição deste trabalho se dá por meio do uso de uma classificação dos erros do aluno relacionando-os com as funções das MREs de modo que estas possam apoiar o processo de aprendizagem. É proposto um arcabouço para OAs com aplicação da abordagem proposta através classificação do erro e da categorização das MREs de acordo com sua função para uma remediação mais efetiva.*

## 1. Introdução

O surgimento de modos alternativos para retratar, descrever, simbolizar e representar conhecimentos tem vasto campo de pesquisas, uma justificativa é a possibilidade do computador se tornar uma ferramenta efetiva para aquisição de conhecimento, mas também individualizado. Assim é possível pensar em viabilizar o respeito ao tempo pedagógico de cada aluno.

O estudo sobre o uso de representações externas para aquisição de conhecimentos já vem se solidificando em alguns estudos (Levin, Anglin e Carney, 1987; Cox e Brna, 1995, Ainsworth, 2008; Rau *et al*, 2012; Leite, Pimentel e Oliveira, 2011), que destacam o seu uso como forma de aquisição de conhecimento.

Ainsworth (1999) propôs o estudo de como as Múltiplas Representações Externas – MREs repercutem no aprendizado. Inicialmente o uso das MREs se concentrou nas formas em que as figuras são apresentadas ao longo dos textos,

melhorando a memória dos leitores para compreensão do texto (Levin, Anglin, Carney, 1987).

No entanto, ao mesmo tempo em que foi constatado, que MREs podem trazer benefícios exclusivos, também surgiram provas consideráveis, que mostravam que os aprendizes muitas vezes não conseguiam explorar essas vantagens, e em alguns casos, combinações inadequadas de representações podiam chegar até a inibir a aprendizagem (Ainsworth, 2008).

O presente estudo aborda o aluno a partir do erro cometido no processo de resolução, mas pretende-se em estudos futuros abordar características do seu perfil. Assim o destaque deste estudo é a apresentação dos tipos de MREs e seus benefícios no ato da remediação de erros matemáticos específicos apresentados pelo aluno durante a interação com o Objeto de Aprendizagem - OA.

A proposta deste estudo consiste em propor uma abordagem alternativa para o uso das MREs a partir de uma base composta por erros mapeados, que foram avaliados e classificados, a fim de oferecer remediações mais adequadas ao erro cometido pelo aprendiz. O presente estudo foi aplicado a um OA usado para o ensino de matemática financeira.

## **2. Classificação das MREs e Classificação de Erros: vantagens**

A remediação de erros é uma ação tomada pelo sistema tutor inteligente, quando um erro é capturado pelo sistema, dando ao sistema a oportunidade de expressar fatos e regras, que possam levar o aluno a corrigir o erro, a partir da apresentação de conceitos esquecidos ou através da constatação de situações em que existem exceções nos conceitos apresentados.

Baseado em Ramos (2010) adotou-se a classificação de erros fundamentados no estudo do processo indutivo humano, sendo composto por três tipos conceituais de erros presentes ao longo do tempo nas mais diversas áreas da educação, são eles subgeneralização, supergeneralização e miscelânea.

O estudo apresentado por Ainsworth (2008) definiu uma taxonomia funcional das MREs e sugere estas podem servir a um número de funções distintas para a aprendizagem (e comunicação), e esta classificação é utilizada para ilustrar as vantagens das MREs. As funções pedagógicas das MREs são divididas em três principais: (1) papéis complementares; (2) restrição de interpretação e (3) construção de uma compreensão mais aprofundada. A partir destas surgem outras subclassificações (Ainsworth, 2006).

O modelo proposto neste estudo tem como objetivo apresentar os tipos das MREs e seus benefícios no ato da remediação do erro, conforme a classificação descrita por Ramos (2010). Aos erros classificados como SubGeneralização este trabalho propõe a associação às MREs com funções de construção de uma compreensão mais profunda. Os erros classificados como SuperGeneralização são associados às MREs com Funções de restrição de interpretação. Os erros classificados como Miscelânea são associados às MREs com Funções de Papéis de Complementares

O vínculo da classificação de erros com MREs permite uma remediação de erro mais condizente e contextualizada com o erro apresentado pelo aluno.

### 3. Arquitetura proposta

A arquitetura desenvolvida para consolidação da abordagem proposta neste estudo teve como objetivo desenvolver um sistema, que abrangesse desde o processo de detecção dos erros, a classificação do erro, o vínculo com MREs e o posterior processo de remediação com o uso de MREs.

O sistema desenvolvido foi implementado sobre um OA, chamado Finance, que tem como domínio a área de Matemática Financeira, onde são apresentados problemas sobre o processo de compra, venda, empréstimo e financiamento através de conceitos sobre juro simples, juro composto, desconto, capital e montante em situações contextualizadas.

A arquitetura, ilustrada na Figura 1, é composta por 3 módulos principais: Módulo de análise dos dados, Módulo de classificação de tipo de erros, Módulo de controle de MREs. Ainda fazem parte da arquitetura a base de regras sobre Erros, a base de regras sobre MREs e a base de MREs.

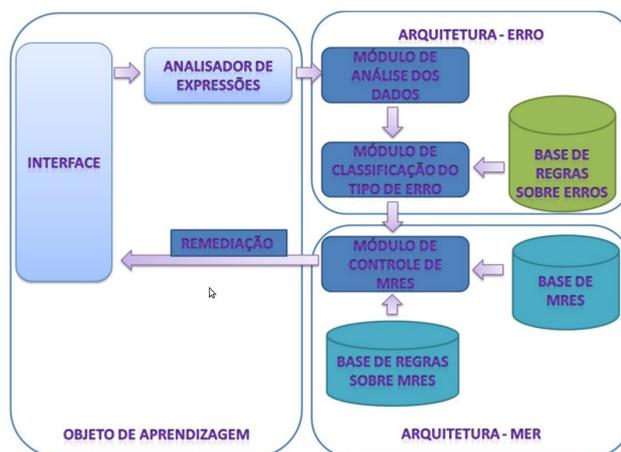


Figura 1: Arquitetura Funcionalista

### 4. Apresentação da aplicação no OA Finance

A proposta para o OA Finance é diagnosticar e remediar os erros apoiado no uso de MREs no suporte à remediação. Assim a função é produzir um diagnóstico imediato dos erros, que uma vez diagnosticado, então o sistema fornece um apoio imediato ao aluno na forma de uma Representação Externa (RE). Para ilustrar o uso do OA Finance, são apresentados dois exemplos, onde o OA apresenta para cada um deles uma forma de remediação distinta, de acordo com a classificação dos erros cometidos.

O exemplo, apresentado na Figura 2, tem como enunciado: Você possui R\$349,00 para investir durante 3 meses. Na instituição Rende Mais é oferecido um juro simples de 2% ao mês ao dinheiro aplicado nele. Quanto você terá no fim do terceiro mês se aplicar todo seu dinheiro no banco rende mais?

Na própria Figura 2 é apresentada a situação onde o aprendiz apresenta a resposta correta. O efeito disto é uma mensagem que avisa o acerto. Em uma outra situação, supondo que o aprendiz apresente como resposta R\$ 370,36. Do mesmo modo que no exemplo anterior o sistema detecta o erro e o classifica de acordo com a metodologia escolhida, nesse caso o erro foi classificado como SuperGeneralização através da análise das regras de produção.



Figura 2: Tela do OA Finance para a situação exemplo

The screenshot shows a window titled 'MRE' with the subtitle 'Comparação entre o juros composto e simples'. Parameters are listed as 'Valor = 100.00' and 'Juros = 10%'. The table compares 'Juros Simples' and 'Juros Compostos' over 10 months. The 'Juros Simples' column shows a constant monthly interest of 10.00, while the 'Juros Compostos' column shows increasing interest over time. The final values for 10 months are 200.00 for simple interest and 259.37 for compound interest.

Juros Simples				Juros Compostos			
Meses	Valor Base p/ Juros	Juros	Dívida	Meses	Valor Base p/ Juros	Juros	Dívida
1	100.00	10.00	110.00	1	100.00	10.00	110.00
2	100.00	10.00	120.00	2	110.00	11.00	121.00
3	100.00	10.00	130.00	3	121.00	12.10	133.10
4	100.00	10.00	140.00	4	133.10	13.31	146.41
5	100.00	10.00	150.00	5	146.41	14.64	161.05
6	100.00	10.00	160.00	6	161.05	16.11	177.16
7	100.00	10.00	170.00	7	177.16	17.72	194.87
8	100.00	10.00	180.00	8	194.87	19.49	214.36
9	100.00	10.00	190.00	9	214.36	21.44	235.79
10	100.00	10.00	200.00	10	235.79	23.58	259.37

Figura 3: MRE para remediação do erro de Super-Generalização

Logo o sistema seleciona a função da RE de acordo com o tipo de erro que foi classificado, sendo selecionada a função de Restrição de Interpretação para a RE que é utilizada. A RE selecionada como remediação para este exemplo é apresentada na Figura 3. A escolha da representação deve dar suporte ao erro de acordo com a função escolhida, para este exemplo é escolhido mostrar uma RE que restrinja os conceitos do aluno sobre juros composto e simples, fazendo uma comparação entre eles, mostrando através da sequências de valores e barras como se comporta os juros compostos e simples e destacando a diferença dos mesmos através de uma marcação no período de três meses.

## 5. Contribuições

O texto apresentou uma discussão sobre abordagens meta-cognitiva para uso de MREs para o suporte e aquisição de conhecimento através do auxílio e remediação dos erros, mostrando as vantagens que representações externas podem desempenhar no apoio da aprendizagem.

Através de estudos realizados, sobre abordagens cognitivas baseada em MREs e estudos sobre o processo de classificação de erros foi possível consolidar um conjunto

de conceitos metodológicos, para tentar transpor as dificuldades encontradas pelo aprendiz com no processo de interação com objeto de aprendizagem. Assim foi possível contextualizar a definição de uma relação benéfica, que pode ser alcançada sobre a classificação de tipos de erros indutivos humanos com as funções que podem ser desempenhadas pelas MREs.

Portanto foi proposto aqui um arcabouço para aplicação da abordagem proposta com base na classificação do erro e na categorização das MREs, de acordo com a função para a remediação do erro cometido pelo aprendiz. Sendo este arcabouço baseado na separação do processo de identificação do erro cometido do processo de escolha da representação externa adequada. Isto dá modularidade a arquitetura gerada e facilita a autoria de um OA baseado nesta proposta.

Esta arquitetura tem o objetivo de possibilitar uma futura extensão deste trabalho que é a criação de um módulo de autoria que permita a um autor não especialista em computação a criação da base de regras sobre erros, da base de regras sobre MREs e da base de MREs.

Dentre trabalhos futuros é possível destacar a evolução da abordagem e arquitetura proposta nesse trabalho, através da aplicação e estudo de novas classificações de erro como base para o processo classificação e remediação, assim como verificação das vantagens que podem serem proporcionadas ao relacionar MREs com essas novas classificações de erros.

## 6. Agradecimentos

O presente trabalho foi financiado pelo MEC – REUNI e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Brazil.

## Referências Bibliográficas

- Ainsworth, S. (1999). “The functions of multiple representations”. *Computers & Education* n. 33, páginas 131-152 .
- Ainsworth, S. (2008) “The educational value of multiple representations when learning complex Scientific concepts”, *Theory and Practice in Science Education*, pg 191-208.
- Cox, R.; Brna P. (1995) “Supporting the use of external representations in problem solving: The need for flexible learning environments”, *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6 vol, páginas, 239-302.
- Levin, J. R., Anglin G. J. and Carney R. N. (1987) “On empirically validating functions of pictures in prose”. *The psychology of illustration: I. Basic research*, páginas 51- 85.
- Ramos, G. S. (2010) “Detecção e remediação de erros na generalização de conceitos matemáticos por meio de sistemas tutores inteligentes”, *Dissertação de Mestrado em Informática – Departamento de Informática, UFPR*.
- Rau, M., Rummel, N., Alevan, V., Pacilio, L., & Tunc-Pekkan, Z. (2012). How to schedule multiple graphical representations? A classroom experiment with an intelligent tutoring system for fractions. In J. van Aalst, K. Thompson, M. J. Jacobson & P. Reimann (Eds.), *The future of learning: Proceedings of the 10th international conference of the learning sciences (ICLS 2012) - Volume 1, Full Papers* (pp. 64-71). Sydney, Australia: ISLS.