

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COINT - TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET

JEFFERSON HENRIQUE RAMOS

**MEDIAÇÃO DE ERROS NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DE EQUAÇÕES ARITMÉTICAS E ALGÉBRICAS**

PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA
2017

JEFFERSON HENRIQUE RAMOS

**MEDIAÇÃO DE ERROS NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DE EQUAÇÕES ARITMÉTICAS E ALGÉBRICAS**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1, do Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet - TSI - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Guarapuava, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador: Diego Marczal

Coorientador: Eleandro Maschio
Alex Sandro de Castilho

GUARAPUAVA
2017

1 PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

1.1 TÍTULO

Mediação de erros no processo de ensino aprendizagem de expressões aritméticas e algébricas.

1.2 MODALIDADE DO TRABALHO

Pesquisa e Desenvolvimento de Sistemas

1.3 ÁREA DO TRABALHO

Informática na educação e Ensino de matemática.

1.4 RESUMO

O erro está presente na aprendizagem de conceitos teóricos e práticos, do mesmo modo, ele acontece nas tarefas do dia-a-dia de qualquer ser humano, principalmente durante a aprendizagem de um novo conceito. Assim é importante usufruir-se dele como uma fonte de informações relevantes sobre as deficiências de quem o cometeu. Na aprendizagem de matemática não é diferente, porém a análise desses, por professores, é inviabilizada pela grande quantidade de aprendizes e também de erros cometidos. Assim, é fundamental a criação de mecanismos que auxiliem os professores na obtenção de informações sobre o erros dos aprendizes. De igual forma, que permitam o envio de feedbacks semiautomáticos dos professores aos aprendizes. Dessa forma, este trabalho foca em desenvolver um módulo para ferramenta de autoria FARMA que identifique a semelhança entre erros matemáticos, realize o agrupamento desses e detecte os aprendizes que cometeram erros semelhantes. Como resultado, espera-se auxiliar o professor na identificação das deficiências no aprendizado de conceitos matemáticos, quando aplicado a um grupo de aprendizes.

2 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

2.1 INTRODUÇÃO

O erro está presente nas tarefas do dia-a-dia do ser humano, principalmente em um processo de aprendizagem. Este deve ser utilizado, sempre que possível, como uma fonte de informação sobre a dificuldade pessoal. O significado literal da palavra errar agrega um valor negativo, mas nem sempre é assim, pois, na maioria dos casos, o erro vem antes do sucesso, sendo assim um passo positivo para obter o conhecimento (PINTO, 1998).

Na matemática não é diferente, porém a análise dos erros, por professores em um instituto de ensino, é dificultada pelo grande número de alunos. Dessa forma é importante criar mecanismos para facilitar, e um deles é com a FARMA. Ela é ferramenta de autoria totalmente web para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagens (OAs) para o ensino de conceitos matemáticos, em que o aprendiz e o professor podem interagir (MARCZAL; DIRENE, 2012), por meio dela, para análise de erros.

No processo de aprendizagem intermediado pela FARMA, o aprendiz pode cometer erros, e com isso, a ferramenta permite a retroação ao contexto desses de uma maneira autônoma, alcançando assim um dinamismo no auto-estudo. Além disso o professor poderá retroagir ao contexto do erro de seus aprendizes. Essa retroação também permite que o exercício seja refeito dando a oportunidade do aprendiz rever melhor o exercício junto com seu tutor (MARCZAL; DIRENE, 2012).

Mas a análise dos erros não é tão simples para o professor, pois eles são responsáveis, na maioria dos casos, por um número de aprendizes muito grande, dificultando o estudo de cada contexto de erro de seus aprendizes (KUTZKE, 2015). Mesmo com o apoio de uma ferramenta de autoria a tarefa continua sendo árdua. Tomando como exemplo uma turma com 50 alunos, se todos obtiverem 5 erros em apenas um exercício, gera um total de 250 erros para um professor analisar, sendo que em um contexto real o professor terá mais de uma turma e muito mais que 250 erros em cada. Com isso a tarefa acaba se tornando inviável, porém o erro é muito importante para o aprendizado e não pode simplesmente ser deixado de lado, pois se isso acontecer muitas informações relevantes sobre as dificuldades de cada aprendiz serão perdidas.

Visando isso, este trabalho propõe um sistema de agrupamento de erros na ferramenta FARMA como um facilitador, para o professor analisar e fornecer feedbacks ao aprendizes. Esse agrupamento será feito de maneira automática e disponibilizada ao professor de modo que ele possa analisar cada um dos grupos fornecidos. Após isso o sistema irá replicar as informações do professor automaticamente para cada aprendiz.

O sistema deverá determinar a semelhança de erros matemáticos, como diferenciar e atribuir um nível de semelhanças entre eles. Também criar uma solução algorítmica para o

agrupamento dos semelhantes e para a análise destes grupos. Determinar quais informações relevantes deve mostrar ao professor sobre esses grupos. Por fim o sistema será integrado com a ferramenta FARMA.

A contribuição está em fornecer ao professor uma forma simples e aplicável de analisar os erros dos aprendizes por meio da ferramenta FARMA. Vale ressaltar que qualquer professor de matemática poderá usar a ferramenta, sem se preocupar como reunir os dados de seus aprendizes ou agrupá-los.

2.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos desse trabalho.

2.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para determinar a semelhança e agrupamento de erros matemáticos na ferramenta FARMA, para uma remediação futura do próprio aprendiz ou de um professor.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Criar uma maneira de atribuir um grau de semelhança entre erros matemáticos;
- Definir o que como deve ser realizado o agrupamento erros semelhantes;
- Criar um sistema de feedbacks semiautomático do professor para os aprendizes baseado no agrupamentos dos erros;
- Integrar o sistema de agrupamento de erros semelhantes com a ferramenta de autoria FARMA.

2.3 ESTADO DA ARTE

Esta seção aborda os trabalhos relacionados a erros no processo de ensino e aprendizagem. Estes descrevem maneiras para analisar os erros cometidos por aprendizes de forma a gerar informações relevantes tanto para o professor quanto para aprendiz.

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ERROS

O primeiro trabalho em questão é de [Bazzo \(2011\)](#), onde tem como objetivo principal é desenvolver métodos e ferramentas de software para classificação automática erros. Ele teve como base de estudo os erros cometidos durante o processo de aprendizagem de conceitos de indução analítica na matemática.

Em sua pesquisa, classifica os erros em: sub-generalização, ocorre quando o aprendiz não consegue classificar um determinado elemento a classe que ele realmente se enquadra; super-generalização, que acontece quando o aprendiz classifica o elemento em uma determinada

classe, quando na verdade ele não pertence; não se aplica, que são erros que não se encaixam em erros analíticos.

A classificação consiste em manipular a resposta incorreta, o primeiro algoritmo para esse processo é o extrator de características, essa operação retira cinco atributos. O primeiro refere a resposta do exercício ou expressão correta, a segunda é a resposta do aprendiz ou expressão errada. Após vem os termos algébricos que representam os pontos chaves de cada análise, o quarto seria os operadores que ligam os termos algébricos, esses que são: potenciação, multiplicação/divisão e adição/subtração/funções.

Com os dados obtidos pelo algoritmo extrator, foi realizado uma etapa de classificação das instâncias de erros analíticos, semelhante ao um sistema de reconhecimento de padrões. Esse processo foi dividido em uma fase de treinamento, onde o algoritmo passa pelo estágio de aprendizagem mediante aos dados que foram recolhidos. E a fase de teste que atribui a instância do erro uma das classes de sub-generalização, super-generalização ou Não se aplica. Para essa classificação foi utilizado redes neurais.

Segundo [Bazzo \(2011\)](#), há vários pontos de interação entre o aprendiz, o ambiente de aprendizagem e a modelagem dinâmica (sistema mutáveis em tempo de execução), como: percentual de acerto, percentual de erro, índice de dificuldade aritmética, entre outros. Porém pouco foi feito na pesquisa para que esta seja utilizada de maneira geral.

2.3.2 RETROAÇÃO A ERROS

Segundo [Marczal e Direne \(2012\)](#), com uma possibilidade do aprendiz retroagir ao contexto do erro de maneira autônoma, é possível alcançar um dinâmica de auto-estudo diferente das existentes nos Objetos de Aprendizagens construídos até a data da pesquisa.

A ferramenta FARMA, uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos, trás consigo a funcionalidade de retroagir a um contexto do erro. Onde o comportamento é possível pois a FARMA implementa um mecanismo de modelagem de longo prazo do aprendiz. E por meio disso tanto o professor quanto o aprendiz podem restaurar a sessão exata do momento em que o erro ocorreu. Permitindo que o exercício seja refeito, dando assim uma maneira fácil de refazer o exercício.

Porém ainda tem o problema da quantidade de erros que uma turma pode gerar, tornando inviável a análise de cada um. Com o agrupamento de erros, torna-se essa atividade viável. Pois o professor vai trabalhar com grupos de erros e não cada um individualmente, sendo que o sistema replicará para todos de forma automática.

2.3.3 MEDIAÇÃO DO ERRO NA EDUCAÇÃO

Outro trabalho estudado foi a tese de [Kutzke \(2015\)](#), em que trata sobre remediação de erros no ensino da programação de computadores. Esse argumenta que o armazenamento, a recuperação, a manipulação e a visualização de registros de erros provocam a mediação do erro.

2.3.3.1 ARMAZENAMENTO

A ferramenta a gerar essa mediação, é a FARMA-ALG, foi baseada na FARMA, mas com o foco em programação de computadores. A FARMA-ALG também trás módulos de recuperação, manipulação e visualização das respostas. Ela faz um armazenamento automático de respostas realizadas e, com isso, trabalha com máquina de similaridade e o grafo de similaridade.

A máquina de similaridade é a semelhança entre diferentes respostas. O grau de semelhança entre duas respostas é calculado segundo parâmetros do campo de ensino. No caso da programação esses parâmetros podem ser: grau de semelhança entre a saída obtida com a saída esperada; grau de semelhança entre saídas para cada caso de teste; grau de semelhança entre o código-fonte das respostas; tempo de execução; quantidade de memória utilizada; possíveis erros de compilação; presença ou não de falhas de segmentação. E segundo [Kutzke \(2015\)](#) o cálculo de similaridade entre respostas é um campo vasto para pesquisas.

O grafo de similaridade é formado a medida que os aprendizes submetem as respostas na ferramenta FARMA-ALG. Onde cada resolução são armazenadas em uma fila de espera, onde uma a uma, são analisadas através de três etapas de comparações: procura-se por semelhanças entre respostas submetida por aprendizes da mesma turma para a mesma questão; as respostas submetidas para a mesma questão, é comparada entre respostas de aprendizes de outras turmas; por fim é as respostas são comparadas entre respostas de outras questões, a fim de procurar similaridade no código fonte.

Vale ressaltar que, que existe uma prioridade para cada etapa, onde uma só pode executar se as anteriores já estiverem concluídas. E isso acontece pois as similaridades entre as respostas de uma mesma questão para uma mesma turma são mais relevantes para um primeiro momento.

2.3.3.2 MANIPULAÇÃO

Na FARMA-ALG também trabalha com a manipulação dessas respostas, elas que são a classificação e o controle das relações de similaridades entre as respostas.

A classificação das respostas consiste em atribuir uma palavras-chaves para o registro de cada resposta. Algumas dessas palavras-chaves são adicionadas de forma automática pela ferramenta, outras são classificadas pelo professor de forma manual.

O controle das relações de similaridades entre respostas é composto pelas operações de adição, remoção, aceitação e rejeição de relações, onde cada operação é feita, pelo professor, entre as similaridades já atribuídas pelo sistema.

2.3.3.3 RECUPERAÇÃO

A recuperação na FARMA-ALG se baseia em buscas e recomendações. A busca consistem em um sistema com respostas por palavras-chaves. Dessa forma, o professor ou o

aprendiz pode recuperar dados específicos em prol a mediação do erro. Além de realizar buscas por meio das palavras-chaves, é possível buscar pelo nome do aprendiz, nome do exercícios, etc. Também pode ser encontrados procurando por trechos de códigos.

Também tem a recuperação por meio de recomendações do sistema, ou seja, através de uma análise do grafo de similaridade, a ferramenta é capaz de encontrar exercícios relevantes ao um determinado grupo de aprendizes. O objetivo disso está em fornecer uma maneira automática de recuperação de respostas potencialmente relevantes.

2.3.3.4 VISUALIZAÇÃO

Por fim, a FARMA-ALG fornece diferentes tipos de visualização dos registros armazenados. Como Grafo (uma maneira de uma visualização gráfica do grafo de similaridades), linhas do tempo (possibilita o acesso às respostas representadas sobre uma linha do tempo), visualização de respostas (uma visualização rápida da resposta), etc.

2.3.3.5 CONCLUSÃO SOBRE A TESE

A ferramenta FARMA-ALG é bem completa quando se trata de remediação de erros, porém é focada para o ensino da programação e não da matemática como é o foco do projeto desse trabalho. O trabalho de [Kutzke \(2015\)](#) será a base para o projeto, aplicando o que foi feito para a matemática na ferramenta FARMA.

2.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS/METODOLOGIA

Nesta seção será descrita a metodologia proposta para o problema apresentado.

1. **Estudar a ferramenta de autoria FARMA.** Realizar um estudo na ferramenta para identificar suas funcionalidades e maneiras de tratar o erro.
2. **Estudar a ferramenta de autoria FARMA-ALG.** Realizar um estudo para entender como está determinada a semelhança e agrupamento de erros.
3. **Estudar sobre erros** Realizar uma pesquisa sobre erros, e maneiras de analisar eles. De forma que possa gerar dados construtivos para o aprendiz e o professor.
4. **Estudar sobre agrupamento de erros**
Realizar uma pesquisa sobre agrupamento de erros, como defini-los e caracteriza-los de forma que possa classificar e agrupar.
5. **Estudar das tecnologias para análise de dados**
Realizar um pesquisas sobre metodologias para uma análise de dados, de forma dinâmica. E quais tecnologias são mais eficientes para esse processo.
6. **Estudar como aplicar o agrupamento na FARMA**
Realizar um estudo na FARMA, e verificar como aplicar essa funcionalidade na ferramenta.
7. **Modelar a funcionalidade na ferramenta FARMA**

Desenvolver o sistema de análise e agrupamento de erros no FARMA. Será utilizado como apoio técnicas de desenvolvimento de software como: TDD, técnica que se baseia em ciclo de repetições desenvolvendo testes automatizados; Scrum, metodologia ágil para gestão e desenvolvimento de softwares.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O erro está presente no processo de aprendizagem e em qualquer atividade do dia-a-dia do ser humano. É primordial que ele seja analisado, para que obtenha informações relevantes sobre as dificuldades de quem cometeu o erro. Mas essa não é uma atividade simples de ser realizada, principalmente quando se trata de uma turma de aprendizes. O agrupamento de erros poderá facilitar esse trabalho, fazendo com que o professor analise tipos de erros específicos.

A ferramenta de autoria FARMA já trabalha com erros, aprendizes e professores. E com um sistema de agrupamento automático baseado em semelhança entre erros, o professor poderia analisar e comentar sobre esse erro, e o sistema replicar em seus aprendizes. Assim facilitando o trabalho e contribuindo no aprendizado da matemática.

2.6 PLANEJAMENTO DO TRABALHO

O Quadro 1 apresenta o cronograma com as atividades a serem realizadas.

2.7 RECURSOS NECESSÁRIOS

Serão necessários os seguintes recursos para a realização do projeto:

1. Disponibilidade de um docente da área de pesquisa relacionada para orientar o projeto;
2. Acesso a internet;
3. Acesso ao acervo bibliográfico do campus;
4. Disponibilidade de um notebook de responsabilidade do aluno para desenvolvimento do projeto.

2.8 HORÁRIO DE TRABALHO

O Quadro 2 apresenta o horário destinado para a elaboração do projeto.

Quadro 1 – Cronograma de Atividades.

Atividades	Set	Out	Nov	Dez	Mar	Abr	Mai	Jun
1. Escrita da Proposta de TCC	X	X						
2. Defesa da Proposta de TCC		X						
3. Revisão dos apontamentos da banca		X						
4. Revisão bibliográfica		X						
5. Estudo sobre semelhanças entre respostas matemáticas		X	X					
6. Estudo sobre agrupamento automático de respostas semelhantes		X	X					
7. Redação do projeto de TCC			X					
8. Defesa do projeto de TCC			X					
9. Criar um modelo do sistema proposto				X				
10. Desenvolver o sistema				X	X	X		
11. Realizar os testes						X	X	
12. Redação da Monografia de TCC					X	X	X	
13. Elaboração da apresentação final						X	X	
14. Defesa final do TCC								X

Quadro 2 – Horário de Trabalho.

Horário	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
07h30 - 08h20	TCC	TCC	TCC	TCC	TCC	
08h20 - 09h10						
09h10 - 10h00						
10h10 - 11h00						
11h00 - 11h50						
13h00 - 13h50						
13h50 - 14h40						
14h40 - 15h30						
15h40 - 16h30						
16h30 - 17h20	TCC	TCC	Orientação	TCC	TCC	
17h20 - 18h10	TCC	TCC	Orientação	TCC	TCC	
18h50 - 19h40						
19h40 - 20h30						
20h30 - 21h20						
21h30 - 22h15						

Referências

BAZZO, G. C. **Classificação automática de erros de aprendizes humanos do processo de indução analítica**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado em Informática) — Setor de ciências exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

KUTZKE, A. R. **Informática educacional e a mediação do erro na educação: um estudo teórico-crítico e uma proposta de instrumento computacional**. Setembro 2015. 182 f. Tese (Doutorado em Informática) — Departamento de Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 2, 4, 5 e 6.

MARCZAL, D.; DIRENE, A. Farma: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos. p. 10, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 4.

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática no ensino da matemática elementar**. 1998. 320 f. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Citado na página 2.