

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET  
CÂMPUS GUARAPUAVA

JEFFERSON HENRIQUE RAMOS

**TECLADO VIRTUAL PARA EXPRESSÕES ARITMÉTICAS E  
ALGÉBRICAS**

PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA  
2018

JEFFERSON HENRIQUE RAMOS

## **TECLADO VIRTUAL PARA EXPRESSÕES ARITMÉTICAS E ALGÉBRICAS**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1, do Câmpus Guarapuava - 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: Prof. Dr. Eleandro Maschio  
Prof. Me. Alex Sandro de Castilho

GUARAPUAVA  
2018

# 1 PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

## 1.1 TÍTULO

Teclado virtual para 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

A ferramenta de autoria FARMA visa em auxiliar o ensino da matemática pela web por meio de OAs (Objetos de Aprendizagem). Nela, o aprendiz pode inserir uma resposta para uma questão por meio de um teclado virtual. Esse que além de enviar a resposta para o sistema, também valida a sintaxe digitada (para evitar erros de digitação) e valida se acertou a questão, por meio de comparações entre a solução do aprendiz e a do tutor. Mas, esse teclado é incapaz de gerar solução com funções, matrizes e sistemas lineares. Com isso o objetivo desse projeto é desenvolver um teclado com as mesmas propriedades, e capaz de gerar mais expressões matemáticas.

## 2 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

### 2.1 INTRODUÇÃO

A FARMA, Ferramenta de Autoria e Remediação de erros com Mobilidade no Aprendizado, é uma ferramenta que busca auxiliar no aprendizado da matemática pela web. Para isso, ela apresenta para o tutor, de uma maneira mais simples e ágil, os erros que os aprendizes cometem durante o ensino.

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 estratégia para a diferenciação do ensino (PINTO, 1999).

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).

Um das ciências que a FARMA trabalha, é a matemática, e por tratar-se de uma ferramenta web, ela está sujeita a problemas de apresentação de símbolos matemáticos, dificultando assim a escrita eletrônica (SILVA; ROSA, 2012). Com isso, pode-se observar a dependência de um teclado virtual pela ferramenta, capaz de exibir as mais diversas notações matemáticas, adicionalmente que seja possível corrigir erros de sintaxe na escrita das fórmulas.

A ferramenta FARMA já possui um teclado virtual, ele trabalha apenas com expressões aritméticas e algébricas. Porém, seu uso é limitado quando autor de conteúdo necessita definir repostas relacionadas a sistemas lineares, matrizes, limites, etc. Além disso, o teclado está disponível apenas para o aprendiz, dessa forma o tutor tem apenas o texto puro para definir repostas de referências.

Assim, pode-se destacar que uma expressão matemática em texto puro na web, pode proporcionar alguns problemas como:

- A inexistência de fórmulas matemáticas, pois no texto puro não tem como expressar uma matriz, limite, sistemas, entre outras fórmulas existentes;
- Formatação de números e operadores lógicos como, por exemplo, na divisão e na multiplicação os operadores são diferentes do que na escrita;
- Falta de proximidade com a escrita, com a formatação diferente e com a falta de fórmulas, fica impossível de manter proximidade.

Para a FARMA, um teclado virtual é importante para que os professores/aprendizes possam escrever a resposta de uma maneira intuitiva e simples, sendo que um texto puro digital não tem essa capacidade.

Outro ponto muito importante, seria em filtrar os erros gerados na digitação, pois a ferramenta trabalha em cima deles. Então nesse caso, não seria interessante tratar um erro de digitação, ou seja, o próprio teclado valida as sentenças matemática que o usuário digitar, assim evitando esse tipo de falha.

Uma contribuição relevante para a FARMA, e demais ferramentas do gênero, é a determinação automática da equivalência de respostas. Como o teclado vai gerar e formatar as respostas, é essencial o mesmo valide a igualdade entre elas, uma funcionalidade indispensável no momento da correção de um problema.

Portanto, os desafios do projeto, seriam criar um teclado simples e eficiente para a construção de expressões, matrizes e sistemas lineares. E trabalhar com as respostas, ou seja, evitar erros de sintaxe e validar uma resposta.

Por fim, esse trabalho visa em construir um teclado virtual que possa ser usado na ferramenta FARMA, ou qualquer outra do mesmo gênero. Contribuindo com os usuários da ferramenta em questão, a escrever respostas matemáticas de uma maneira simples. Também irá fornecer para as ferramentas uma maneira de validar a sentença digitada, assim caso a resposta esteja inválida, o próprio teclado bloqueia o envio.

Caso a ferramenta também trabalhe com comparações de respostas, utilizado em exercícios matemáticos, que é o caso da FARMA. O teclado também vai contribuir com a equivalência dessas respostas para determinar se uma dada entrada do aprendiz é correta ou não.

## 2.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos desse trabalho.

### 2.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um teclado virtual para envio e comparação de repostas matemáticas.

### 2.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar como apresentar fórmulas matemáticas de maneira amigável em sistemas web, posteriormente realizar sua implementação;
- Pesquisar e implementar como realizar equivalência de respostas matemáticas;
- Desenvolver o teclado como um sistema independente e acoplável a aplicações web.

## 2.3 METODOLIGA

A produção de um software confiável, que cumpre os requisitos e entregue dentro do prazo estimado, é uma tarefa difícil. Para tentar solucionar esse problema, ou grande parte dele, foi criado as metodologias ágeis.

As metodologias ágeis tem o foco nas pessoas e não em processos ou algoritmos, além de existir uma preocupação de usar menos o tempo com documentação e mais com a implementação.

O Scrum é uma metodologia ágil, onde tem um objetivo de fornecer um processo conveniente para um projeto orientado a objetos. Tem como objetivo encontrar uma forma da equipe para produzir o sistema de maneira flexível e em um ambiente em constante mudança (SOARES, 2004).

O ciclo de vida do Scrum é baseado em três fases principais:

- Pré-planejamento, onde é registrado os requisitos do sistema em um documento chamado *backlog*. Após isso serão feitas estimativas para esses requisitos.
- Desenvolvimento: Nesta fase o software é desenvolvido em ciclos, chamados *sprints*. Cada um desses ciclos é desenvolvido de forma tradicional, com análise, projeto, implementação e testes.
- Pós-planejamento, nessa fase são feitas reuniões para analisar o progresso do projeto e apresentar para o cliente. Nessa fase é realizada a integração, testes finais e documentação.

### 2.3.1 PAPEIS

No desenvolvimento do teclado e na FARMA, será definido alguns papéis, conforme o Scrum indica. Esse que seria o *Product Owner*, *ScrumMaster* e o Time de desenvolvimento. O *Product Owner* será desempenhado pelos professores de matemática, esses que podem definir melhor os requisitos do sistema.

O *ScrumMaster* é o professor responsável pelo projeto FARMA, responsável por gerenciar todo o desenvolvimento. Como ele é o especialista em desenvolvimento com o Scrum, é o melhor para desempenhar esse papel. Por fim temos a equipe de desenvolvimento, que será composta pelos alunos integrantes do projeto, esses que vão executar as atividades criadas e desenvolver o projeto. Para o desenvolvimento do teclado, será utilizado a mesma metodologia, porém a equipe de desenvolvimento terá apenas um integrante.

### 2.3.2 REUNIÕES

Para esse projeto, será realizado uma metodologia ágil com características da Scrum, com 2 reuniões por semana e 1 semana de sprint. Esse mesmo método é utilizado no projeto da nova FARMA, esse que seria para refazer o sistema por completo.

### 2.3.3 ARTEFATOS

Será utilizado a ferramenta Pivotal Tracker, uma ferramenta web que facilita no controle do projeto. Onde pode ser registrado os requisitos, as atividades, pontuar as atividades, estimar a velocidade do projeto, prazos e compartilhar informações com os demais membros da equipe.

## 2.4 FARMA

Segundo [Marczal e Direne \(2012\)](#), com uma possibilidade do aprendiz retroagir ao contexto do erro de maneira autônoma, é possível alcançar uma 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 reavaliar o exercício.

Também é possível criar turmas na ferramentas, onde nelas os aprendizes podem realizar um registro e acompanhar o material que o tutor disponibilizar. Desta forma, facilita a distribuição de materiais e o acompanhamento do professor, já que se trata de um acesso remoto. Esse material pode ser utilizado em várias turmas, possibilitando maior compartilhamento.

Para responder cada questão, o aprendiz utiliza um teclado limitado. Onde esse trabalha apenas com expressões aritméticas e algébricas, essas respostas são validadas antes mesmo de serem enviadas, caso não estejam em um formato correto, a mesma não é enviada e é apresentando um *feedback* do erro.

O teclado também trabalha com equivalências de respostas, ou seja, verifica se a resposta está correta, essa que é verificada com a resposta de referência.

O teclado é muito importante para a FARMA, porque é por ele que os aprendizes respondem as questões, também facilita em não mandar erros inúteis. Mas o teclado atual é limitado, trabalha apenas com expressões matemáticas e não está disponível para a criação de respostas, apenas para responder as questões.

Uma nova FARMA está em processo de desenvolvimento, esta que busca corrigir alguns problemas encontrados na ferramenta existente. Como melhorar a forma em que é apresentado os dados dos aprendizes para o tutor, utilizando gráficos e cálculos matemáticos, assim facilitando mais a avaliação do professor. Outra refatoração no sistema é no teclado, esse que vai ser totalmente substituído pelo teclado proposto nesse trabalho.

## 2.5 TECLADO VIRTUAL

### 2.5.1 TeX e MathJax

Trabalhar apenas com o texto puro disponibilizado na web, para a escrita de sentenças matemáticas, não é uma atividade fácil de desenvolver. Pois, o HTML não consegue montar fórmulas e símbolos especiais. Com isso, é importante utilizar ferramentas auxiliares que façam esse trabalho.

Uma dessas ferramentas é o TeX, ele foi criado pelo programador Donald E. Knuth

em 1970. Essa é uma ferramenta *free* que suporta uma larga escala de números e símbolos matemáticos. Ela tem como objetivo renderizar uma expressão da ciência em um documento eletrônico. Fácil de usar e bem conhecida entre os matemáticos e programadores. O TeX é uma linguagem de programação conhecida como estável. Por meio dessa linguagem pode-se representar várias fórmulas, textos e símbolos matemáticos (SODRÉ et al., 2011).

Para usar o TeX em páginas web, pode ser utilizado a ferramenta MathJax. Ela é uma engine JavaScript, onde utiliza o TeX para exibir símbolos matemáticos produzidos pelo TeX e MathML (ROCHA et al., 2012). Ela é muito utilizada na web e em editores matemáticos, um exemplo seria a própria FARMA, que por meio do MathJax ele renderiza códigos TeX para gerar a escrita da matemática em seus OAs.

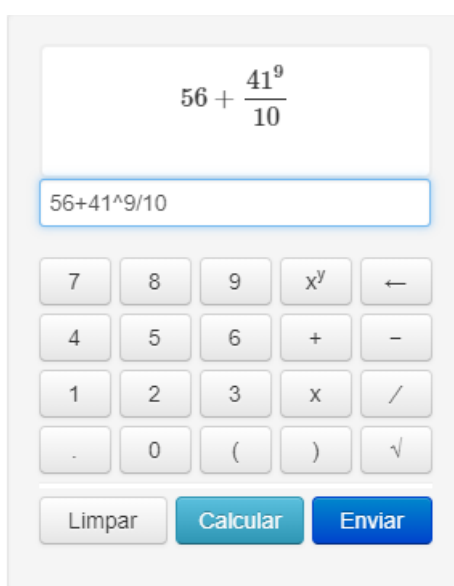


Figura 1 – Teclado Antigo do FARMA

Fonte: (FARMA, 2018)

A FARMA também utiliza o MathJax para renderizar símbolos em seus OAS e no seu teclado virtual, como pode ser observado na figura 1, onde apenas o aprendiz pode inserir suas respostas. Assim o tutor, aquele vai criar o Objeto de Aprendizagem, não pode utilizar o teclado para a criação do mesmo. Forçando ele a utilizar apenas texto puro para gerar uma resposta de uma questão. Outro problema, é que o teclado fique limitado a respostas simples, ou seja, sem símbolos e expressões mais complexas da matemática. Assim, pode-se afirmar que é necessário um novo teclado e uma nova forma de criar questões para a ferramenta FARMA.

### 2.5.2 FMath

O FMath, da figura 2, é uma ferramenta web que possibilita a escrita na sintaxe da matemática. Ela tem versões para aplicações em Java e C, para páginas web e para produtos



flash e flex. Ao tratar-se de ferramentas web, ela utiliza uma biblioteca feita em JavaScript, o que facilita, pois o FMath será compatível para qualquer aplicação feita em HTML.

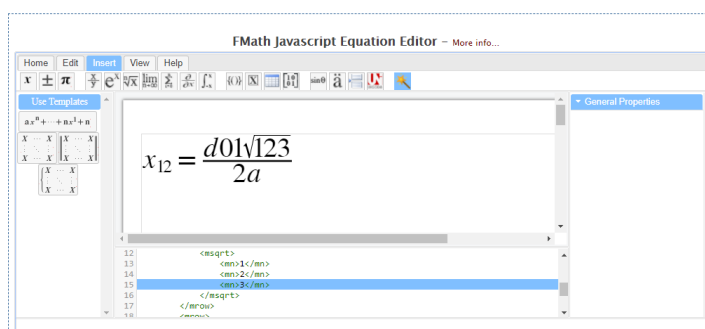


Figura 2 – Teclado virtual FMath

Fonte: (FMATH, 2018)

Um editor fácil de usar, basta clicar na posição correta e clicar no elemento em que deseja inserir, também é possível escolher a posição pelas setas do teclado. Ele também apresenta o código que está gerando em MathML ou em TeX.

Os problemas encontrados do FMath para o uso na FARMA:

- O layout do editor não lembra um teclado e sim o editor como editor Office Word, além de não encaixar com o layout proposto pela FARMA;
- Não formata a sentença matemática de uma maneira em que a FARMA possa usar em validações de respostas;
- Ela não compara uma resposta com a outra para verificar se são iguais.
- Não evita erros de sintaxe.

O FMath é uma ferramenta muito boa e bem completa, porém não demonstra objetivos que a FARMA precisa em seu teclado virtual, o que impossibilita o seu uso.

### 2.5.3 Equation Editor

Equation Editor é uma ferramenta que também utiliza o MathJax, ou seja utiliza MathML e Tex para representar as equações e textos matemáticos.

Um editor web, representado na figura 3, que possibilita montar várias notações matemáticas, com um layout simples, porém possível de ser editado para que possa ficar de uma maneira mais atraente. Também possibilita montar um objeto JSON da sentença digitada, o que facilita no envio de respostas. Esse contém uma possibilidade de inserir na FARMA, mas tem alguns problemas para isso, como:

- Teria que trabalhar bem no layout para encaixar com a FARMA, o que poderia levar muito tempo;
- Mesmo formatando as respostas, não possui um algoritmo para comparar respostas, para assim validá-las como corretas.
- Não evita erros de sintaxe.



Figura 3 – Equation Editor

Fonte: (EDITOR, 2018)

Um editor bom, que poderia ser utilizado na FARMA mas precisa sofrer muitas alterações o que torna seu uso inviável.

#### 2.5.4 Teclado proposto

O teclado proposto, irá utilizar o MathJax para gerar os símbolos matemáticos e terá um layout que lembre um teclado ou até uma calculadora, esse que pode ser observado na figura 4. Será utilizado o design proposto pelo Google, o Material Design, esse que também é utilizado na ferramenta FARMA. Esse layout deve ser compacto, para possibilitar o encaixe dele em vários tamanhos de tela (responsividade), para que o teclado possa ser utilizado no celular.

Ele vai evitar que o aprendiz cometa erros de sintaxe, ou seja, não vai deixar o mesmo enviar uma resposta que não existe matematicamente. Assim vai eliminar erros inúteis para FARMA, já que essa ferramenta trabalha em cima desses erros para ajudar o aprendiz e o tutor a progredir com o aprendizado.

Vai fornecer uma biblioteca exclusiva para validação de respostas, ou seja, vai comparar duas equações e responder se elas são iguais ou não. Com isso, a FARMA poderá saber quando um aprendiz acertou uma questão ou não. Esse é um ponto importante, pois como o teclado vai ser o responsável para gerar as sentenças, o próprio tem tudo que é preciso para poder entender cada uma delas para depois compará-las.

Essa comparação deve ser feita com cautela, pois uma mesma resposta matemática pode estar escrita diferente, ou seja, uma resposta pode estar simplificada ao máximo, ou não. E é nesses casos que a ferramenta deverá detectar se a resposta é válida ou não.

O teclado será desenvolvido como uma biblioteca a parte, ou seja, a FARMA ou qualquer outra ferramenta poderá utiliza-lo incluindo-o no escopo do projeto. Tanto que o sistema seja web e utilize a linguagem ruby, já que a biblioteca será para essa linguagem de programação.

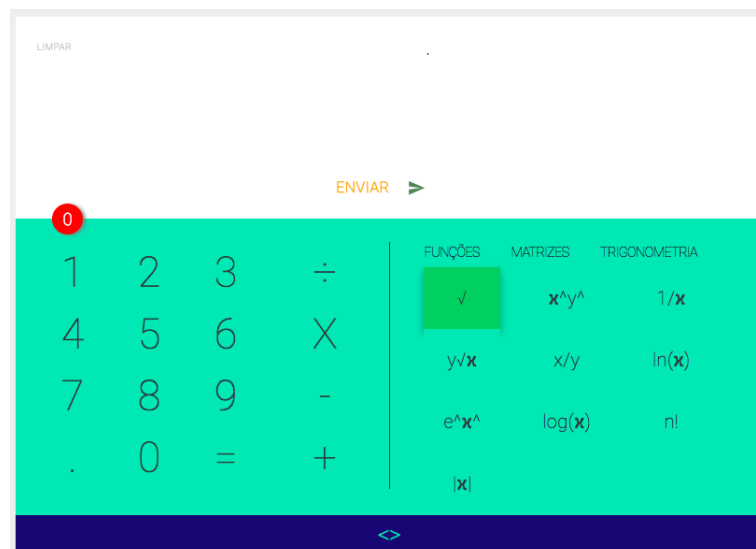


Figura 4 – Teclado virtual proposto

Fonte: (UTFPR, 2018)

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo crescimento constante do uso da web, o ensino por ela também vem crescendo, porém na matemática, e outras ciências semelhantes, existe uma dificuldade em haver uma comunicação pela internet. Esse fator se dá pelo uso de texto puro eletrônico na web não conseguir suprir todas as símbolos ou fórmulas da matemática.

O FARMA é uma ferramenta de autoria web, voltada para ensino da matemática, ciência e física. Esta que precisa representar fórmulas e símbolos dessas ciências, e como já citado, em um sistema web pode proporcionar um problema de comunicação. Para melhorar a escrita é utilizado uma *engine* JavaScript chamada MathJax. Esta que utiliza o TeX e o MathML para apresentar melhor essas ciências.

Mas para melhorar o desempenho do FARMA seria de suma importância um novo teclado virtual, esse que usará o MathJax para renderizar toda a sintaxe matemática. Também deverá conter uma biblioteca própria para validar respostas, assim o FARMA poderá utilizá-la para corrigir as respostas que os aprendizes inserirem.

Essa que não seria uma tarefa simples pois mesmo que contenha apenas uma resposta, essa mesma resposta pode estar de uma maneira simplificada ou não. Ou seja, o teclado deverá saber simplificar duas sentenças matemáticas até que seja possível compará-las.

Com um teclado virtual novo que trabalhe com mais fórmulas e símbolos matemáticos, que evite erros de sintaxe e valide respostas que os aprendizes enviarem para o sistema. Os usuários do FARMA terão mais facilidade no uso da ferramenta.

## 2.7 PLANEJAMENTO DO TRABALHO

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

Quadro 1 – Cronograma de Atividades.

<b>Atividades</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>
1. Escrita da Proposta de TCC	■	■						
2. Defesa da Proposta de TCC		■						
3. Revisão dos apontamentos da banca		■						
4. Revisão bibliográfica		■						
5. Estudo sobre apresentação de fórmulas matemáticas na web		■	■					
6. Estudo sobre realizar equivalência de respostas matemáticas		■	■					
7. Redação do projeto de TCC			■					
8. Defesa do projeto de TCC			■					
9. Criar um modelo do teclado virtual		■	■	■				
10. Desenvolver o teclado virtual				■	■	■		
11. Realizar os testes						■	■	
12. Redação da Monografia de TCC					■	■	■	
13. Elaboração da apresentação final						■	■	
14. Defesa final do TCC								■

## 2.8 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.

## 2.9 HORÁRIO DE TRABALHO

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

Quadro 2 – Horário de Trabalho.

<b>Horário</b>	<b>Seg</b>	<b>Ter</b>	<b>Qua</b>	<b>Qui</b>	<b>Sex</b>	<b>Sab</b>
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

- EDITOR, E. **An equation editor for use in html/javascript applications**. 2018. Acessado: 18/04/2018. Disponível em: <<https://github.com/camdenre/equation-editor>>. Citado na página 8.
- FARMA. **Ferramenta de Autoria para a Remediação de erros com Mobilidade na Aprendizagem**. 2018. Acessado: 18/04/2018. Disponível em: <<http://farma.educacional.mat.br/>>. Citado na página 6.
- FMATH. **Free solution to display and edit equations on the web**. 2018. Acessado: 16/04/2018. Disponível em: <<http://www.fmath.info>>. Citado na página 7.
- 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 5.
- PINTO, N. B. **Pedagogia das diferenças na sala de aula**. 1999. 79 f. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade de São Paulo, Campinas, 1999. Citado na página 2.
- ROCHA, E. M. et al. Editor matemático: ferramentas matemáticas no moodle, escrita matemática e sac. p. 5, 2012. Citado na página 6.
- SILVA, R. N.; ROSA, M. Clickmath: Editor matemático para o ambiente virtual de aprendizagem moodle. p. 11, 2012. Citado na página 2.
- SOARES, M. Metodologias ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software. p. 8, 2004. Citado na página 4.
- SODRÉ, U. et al. Latex básico com o texniccente. p. 95, 2011. Citado na página 6.
- UTFPR, P. F. **Projeto para refazer a ferramenta FARMA**. 2018. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/guarapuava>>. Citado na página 9.