

Camilo Peric de Freitas

# **Elaboração de um jogo de expressões algébricas**

**São Paulo, SP**

**2014**



Camilo Peric de Freitas

## **Elaboração de um jogo de expressões algébricas**

Escola Superior de Engenharia e Gestão - ESEG

Curso de Graduação em Sistemas de Informação

Orientador: Marcelo Novaes de Rezende

São Paulo, SP

2014

---

Camilo Peric de Freitas

Elaboração de um jogo de expressões algébricas/ Camilo Peric de Freitas. –  
São Paulo, SP, 2014-

79 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Marcelo Novaes de Rezende

Trabalho de Graduação – Escola Superior de Engenharia e Gestão - ESEG

Curso de Graduação em Sistemas de Informação , 2014.

1. Palavra-chave1. 2. Palavra-chave2. I. Orientador. II. Universidade xxx. III.  
Faculdade de xxx. IV. Título

CDU 02:141:005.7

---

Camilo Peric de Freitas

## **Elaboração de um jogo de expressões algébricas**

Trabalho aprovado. São Paulo, SP, 24 de novembro de 2012:

---

**Marcelo Novaes de Rezende**  
Orientador

---

**Professor**  
Convidado 1

---

**Professor**  
Convidado 2

São Paulo, SP  
2014



*Este trabalho eu dedico a todos aqueles que fizeram parte do excelente Curso de Graduação em Sistemas de Informação da Escola Superior de Engenharia e Gestão. A minha graduação acaba assim como o curso, mas tudo o que foi construído durante esta jornada eu levarei comigo.*

*Aos professores a gratidão é imensa, o que vocês me passaram excede em muito todo o investimento envolvido na conclusão do curso de graduação.*

*Por último, mas não menor, dedico este trabalho ao curso de graduação em si que para minha tristeza se acaba junto com a minha graduação. O curso superou qualquer expectativa e existirá em mim até que eu deixe de existir.*





# Agradecimentos

Os agradecimentos principais são direcionados à Gerald Weber, Miguel Frasson, Leslie H. Watter, Bruno Parente Lima, Flávio de Vasconcellos Corrêa, Otavio Real Salvador, Renato Machnievscz<sup>1</sup> e todos aqueles que contribuíram para que a produção de trabalhos acadêmicos conforme as normas ABNT com L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fosse possível.

Agradecimentos especiais são direcionados ao Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação<sup>2</sup> da Universidade de Brasília (CPAI), ao grupo de usuários *latex-br*<sup>3</sup> e aos novos voluntários do grupo *abnT<sub>E</sub>X2*<sup>4</sup> que contribuíram e que ainda contribuirão para a evolução do abnT<sub>E</sub>X2.

---

<sup>1</sup> Os nomes dos integrantes do primeiro projeto abnT<sub>E</sub>X foram extraídos de <<http://codigolivre.org.br/projects/abntex/>>

<sup>2</sup> <<http://www.cpai.unb.br/>>

<sup>3</sup> <<http://groups.google.com/group/latex-br>>

<sup>4</sup> <<http://groups.google.com/group/abntex2>> e <<http://abntex2.googlecode.com/>>



*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente,  
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:  
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*



# Resumo

Este trabalho tem como tema a utilização de Tecnologias da Informação como ferramentas de ensino. O objetivo é o desenvolvimento de um experimento que tem como produto final um protótipo de jogo de expressões algébricas. O jogo gera problemas, permite a resolução dos mesmos além de avaliá-los para encontrar todas as soluções possíveis.

**Palavras-chaves:** Tecnologias da Informação. educação.



# Abstract

This work's theme is the use of Information Technologies as a tool for teaching. The objective is the development of an experiment which has as outcome algebraic expressions game prototype. The game generates problems, allows the resolution of these besides evaluating them to find all the possible solutions.

**Key-words:** Information Technologies. education.





# Lista de ilustrações

Figura 1 – O sistema apresenta a expressão a ser resolvida . . . . .	47
Figura 2 – Jogador perde metade da pontuação da seleção . . . . .	47
Figura 3 – Jogador ganha a pontuação da seleção . . . . .	48
Figura 4 – Programa pede a solução da operação . . . . .	48
Figura 5 – O usuário insere um valor errado como solução . . . . .	48
Figura 6 – O jogador perde metade dos pontos da solução . . . . .	48
Figura 7 – O jogador insere a solução correta . . . . .	49
Figura 8 – O sistema pontua o jogador pela solução . . . . .	49
Figura 9 – O sistema mostra a expressão resultante . . . . .	49
Figura 10 – O jogador recebe 1 ponto pelo acerto da seleção . . . . .	49
Figura 11 – O jogo apresenta duas possibilidades de resolução para a divisão . . . .	50
Figura 12 – O jogador recebe 1 ponto pelo acerto da solução . . . . .	50
Figura 13 – A nova expressão é apresentada ao usuário . . . . .	51
Figura 14 – A seleção da última operação não é pontuada . . . . .	51
Figura 15 – O jogador insere a última solução a que está correta . . . . .	51
Figura 16 – O jogador recebe a pontuação referente a solução . . . . .	52
Figura 17 – A tela final é apresentada . . . . .	52
Figura 18 – Classes da Classificação de Chomsky e sua hierarquia . . . . .	53



## Lista de tabelas



# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
abnTeX	ABsurdas Normas para TeX



# Lista de símbolos

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence





# Sumário

	<b>Introdução</b>	<b>25</b>
0.1	Objetivo	25
0.2	Motivação	25
0.3	Organização	26
0.4	Metodologia	26
<b>I</b>	<b>Referenciais teóricos</b>	<b>29</b>
<b>1</b>	<b>Gamificação</b>	<b>31</b>
<b>2</b>	<b>Linguagens e gramáticas</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>Rotação em árvores ordenadas</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Propriedades das operações</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Números de Catalan</b>	<b>39</b>
<b>II</b>	<b>Experimento</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Visão geral do fluxo</b>	<b>45</b>
6.1	Inicialização da aplicação	45
6.2	Escolha da expressão	45
6.3	Apresentação da expressão	46
6.4	Seleção da operação	46
6.5	Pontuação	46
6.6	Pedido de solução	46
6.7	Passagem da solução	47
6.8	Exemplo	47
<b>7</b>	<b>Criação de expressões</b>	<b>53</b>
7.1	Classificação de Chomsky	53
7.1.1	Gramáticas com Estrutura de Frase	54
7.1.2	Gramáticas Sensíveis ao Contexto	54
<b>III</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>Lectus lobortis condimentum</b>	<b>57</b>

8.1	Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae . . . . .	57
<b>9</b>	<b>Nam sed tellus sit amet lectus urna ullamcorper tristique interdum elementum . . . . .</b>	<b>59</b>
9.1	Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetuer . . . . .	59
	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>IV</b>	<b>Considerações Finais . . . . .</b>	<b>63</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>65</b>
	<b>Apêndices . . . . .</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A – Quisque libero justo . . . . .</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE B – Nullam elementum urna vel imperdiet sodales elit ipsum pharetra ligula ac pretium ante justo a nulla curabitur tristique arcu eu metus . . . . .</b>	<b>71</b>
	<b>Anexos . . . . .</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXO A – Morbi ultrices rutrum lorem. . . . .</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO B – Cras non urna sed feugiat cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes nascetur ridiculus mus . . . . .</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO C – Fusce facilisis lacinia dui . . . . .</b>	<b>79</b>

# Introdução

## 0.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é fazer um experimento cujo tema é Tecnologias da Informação e Educação. O experimento consiste no desenvolvimento de um sistema que possa servir como uma ferramenta de ensino de um determinado conteúdo escolar. O sistema proposto é um jogo de expressões algébricas desenvolvido utilizando a tecnologia HTML5, a quinta versão do padrão HTML. O jogo consiste em apresentar expressões algébricas para o jogador resolver. Assim que o sistema apresentar uma expressão ao usuário este deve selecionar uma das operações contidas na expressão para resolvê-la e então o fazer. Caso a expressão resultante ainda possuir operações para serem resolvidas os passos anteriores se repetem, até que não existam mais operações na expressão resultante significando que o usuário chegou ao resultado final daquela expressão. O jogo deve possuir um conjunto de expressões em sua base de dados, que devem envolver as operações de soma, subtração, multiplicação e divisão, além de ser capaz de gerar expressões aleatórias. As expressões geradas não devem envolver multiplicações e divisões para que o escopo do experimento não seja extenso.

## 0.2 Motivação

A motivação deste trabalho é explorar a possibilidade de melhorar a educação através da utilização de Tecnologias da Informação. Com sistema capazes de gerar problemas, permitir o desenvolvimento da resolução de tais problemas e avaliar a resolução feita pelo aluno existe a possibilidade de guardar informações que podem ser relevantes para uma análise do professor, tanto sobre as dificuldades dos alunos quanto sobre possíveis pontos falhos em sua metodologia e/ou didática. As informações relevantes que podem ser armazenadas devem estar estruturadas para que a possibilidade de análise dos dados seja maior. Tais informações podem incluir erros mais comuns, quantidade de exercícios feitos, aproveitamento para um determinado tópico, entre muitos outros. Tais informações geradas ainda podem retroalimentar o sistema, por exemplo, o jogo pode escolher o nível de dificuldade do problema para determinado aluno ou escolher determinados tipos de problemas que o aluno tenha menor aproveitamento, entre outras possibilidades. O ensino a distância já demonstra um esforço no sentido de utilizar Tecnologias da Informação na educação. De acordo com o AbreEAD (Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta a Distância) o número de estudantes que fizeram cursos com metodologia a distância em 2007 foi dois milhões e meio. O número de instituições credenciadas pelo Sistema de Edu-

cação em 2008 foi 972.826. As instituições credenciadas incluem desde ensino fundamental até pós-graduação. (ABRAED) A plataforma online de ensino Code School<sup>1</sup> que ensina diversas habilidades em programação e web design já implementa cursos<sup>2</sup> que contém funcionalidades semelhantes às do experimento proposto. Os exercícios não são criados aleatoriamente pela plataforma mas a mesma permite o desenvolvimento da solução e é capaz de avaliar a solução dada pelo usuário, o que possibilita que alunos façam o curso e sejam avaliados sem a necessidade de alocar uma pessoa para fazer a avaliação. O site Edudemic<sup>3</sup> cujo slogan em português é “conectando educação e tecnologia” e tem como meta conectar as melhores tecnologias no planeta a professores, administradores e alunos, entre outros possui uma lista (EDUDEMIC) de 50 ferramentas educacionais tecnológicas. Entre elas vale a pena destacar o site fundado por Salman Khan, Khan Academy<sup>4</sup>. O site conta com diversos cursos em vídeo-aula que vão desde exatas, como matemática e ciências, até humanidades e artes, como história e música respectivamente. A escolha da tecnologia HTML5 foi motivada pela gama de dispositivos que possuem suporte para a mesma, que vai de PCs a Smart Tvs, incluindo Smartphones. O amplo suporte à tecnologia utilizada permite que o jogo desenvolvido seja acessível em um número maior de dispositivos além de, por exemplo, permitir que os usuários possam fazer exercícios em qualquer lugar caso possuam um Smartphone, sem depender de um PC.

### 0.3 Organização

No primeiro capítulo a tecnologia HTML5, a principal utilizada neste trabalho, é abordada. No capítulo seguinte as outras tecnologias utilizadas são introduzidas. Por último o texto que explica o experimento desenvolvido neste trabalho. No capítulo 1 a tecnologia HTML5 é apresentada. Além de uma explicação da versão 5 do padrão HTML (HTML5) e suas características o padrão HTML em si é abordado historicamente mostrando sua evolução desde seu surgimento. Em Tecnologias Utilizadas as tecnologias complementares ao HTML5, utilizadas no experimento, são explicadas em âmbitos gerais. Tais tecnologias envolvem CSS3 e JavaScript para a apresentação e dinamicidade respectivamente, o framework PhoneGap utilizado para construir a aplicação móvel, a ferramenta de controle de versão Git entre outras. Na parte final do texto o experimento é explicado partindo da visão geral. O principal problema envolvido é abordado em detalhes nos tópicos Criação de expressões e Análise de soluções.

### 0.4 Metodologia

O primeiro passo na elaboração deste trabalho foi escolher o conteúdo educacional que seria abordado levando em consideração o tamanho do escopo que o trabalho deve ter. O conteúdo escolhido a ser trabalhado é expressões algébricas. A plataforma escolhida para

o desenvolvimento inclui HTML5, CSS3, JavaScript, Queue.js, Highcharts e PhoneGap. A análise do problema envolvido no experimento foi feita com fim de compreender a natureza do mesmo. A criação de expressões e a avaliação de soluções para expressões são os pontos críticos envolvidos no problema. Uma pesquisa sobre criação de expressões algébricas esclarece que tais expressões algébricas podem ser obtidas através da utilização de uma gramática formal. Além de gerar expressões algébricas o sistema deve ser capaz de conhecer suas possíveis soluções. A forma escolhida para encontrar soluções partiu de estudos sobre pequenas expressões algébricas e suas possíveis soluções, os quais expuseram semelhanças entre as expressões, representadas como árvores, e árvores binárias ordenadas. O desenvolvimento do jogo foi orientado a comportamento, de tal forma que a diretriz estabelecida para o desenvolvimento foi o comportamento esperado da aplicação. O comportamento da aplicação se espelha na forma como os alunos resolvem expressões algébricas. Os testes da aplicação foram feitos tanto de maneira manual quanto automatizada. Os testes automatizados foram utilizados apenas sobre a função de avaliação de soluções no sentido de conhecer o tempo de avaliação das árvores. Os demais testes, funcionais, foram todos feitos manualmente.



# Parte I

## Referenciais teóricos





# 1 Gamificação



## 2 Linguagens e gramáticas



### 3 Rotação em árvores ordenadas



## 4 Propriedades das operações





## 5 Números de Catalan



## Parte II

### Experimento



O experimento desenvolvido neste trabalho consiste na criação de um jogo educacional utilizando a tecnologia HTML5. Como tecnologias complementares foram utilizadas: Javascript, CSS3, Queue.js, Highcharts e PhoneGap. O conteúdo educacional escolhido para ser trabalhado no jogo foi expressões algébricas. O jogo consiste em apresentar uma expressão ao jogador e pedir para que ele selecione e resolva cada uma das operações até chegar ao resultado final.



## 6 Visão geral do fluxo

O fluxo tem início quando o usuário acessa o jogo – como página de internet ou aplicativo para dispositivo móvel. O jogo inicializa e apresenta o botão “Play” para que o jogador comece os testes. Quando iniciados os testes o jogo escolhe uma expressão e a apresenta ao usuário para que ele selecione uma operação para resolver.

Assim que uma operação é selecionada o programa avalia se esta pode ser resolvida e apresenta a pontuação. Caso a operação selecionada não possa ser resolvida o programa se mantém no estado de seleção, no caso contrário o programa pede a solução para a operação selecionada. Depois que o usuário passa a solução o jogo apresenta a pontuação. Se a solução passada estiver incorreta o jogo permanece no estado de resolução, se a solução estiver correta a aplicação apresenta a expressão resultante.

Enquanto houver operações não resolvidas o fluxo se repete desde a seleção de operação. Quando não houver mais operações a serem resolvidas o programa apresenta os botões “Next...” e “Exit” para o jogador fazer o próximo teste ou sair do jogo respectivamente. Se o jogador for para o próximo teste o fluxo volta para o passo de escolha de expressão, no caso do jogador sair o programa apresenta a tela final.

### 6.1 Inicialização da aplicação

A função `start` é responsável pela inicialização da aplicação, recebe como parâmetro o identificador do elemento HTML que irá conter a tela do jogo e insere os principais elementos HTML do jogo, inclusive a tela inicial para que o usuário possa iniciar o jogo.

### 6.2 Escolha da expressão

A escolha da expressão é feita através da função `newXp`. Inicialmente a rotina seleciona uma expressão, escolhendo uma das disponibilizadas através do método `startDB` (executado no início dos testes) ou gerando uma com a função `makeExp`. Em seguida a expressão selecionada é passada para o contexto do jogo junto de suas soluções.

A criação de novas expressões leva em conta duas variáveis: número de operações e um conjunto de possíveis operações a serem utilizadas. As expressões são criadas de forma aleatória. A probabilidade para cada operação ser sorteada é 1 em  $n$ , onde  $n$  é o tamanho do conjunto de operações passado. Não existe restrição de unicidade para o conjunto de operações que são passadas para a função `makeExp` possibilitando alterar a probabilidade de que uma determinada operação seja escolhida.

Caso a expressão escolhida tenha sido gerada a fase de passar a expressão para o contexto do jogo envolve a avaliação da expressão para conhecer todas as soluções possíveis para a expressão. A avaliação da expressão é feita através de um algoritmo iterativo implementado na função `evaluateTreeIt`.

## 6.3 Apresentação da expressão

A expressão é apresentada utilizando a função `appendXp` que recebe como parâmetro a expressão e a imprime na tela utilizando a função `htmlfy`, uma função recursiva que retorna os elementos HTML que representam visualmente a expressão.

## 6.4 Seleção da operação

A seleção da operação é acionada através de um clique simples com o botão esquerdo do mouse ou toque (no caso de dispositivos móveis) sobre a operação. A função `opClick` é responsável por tratar tais eventos recebendo como parâmetro o identificador da operação. Internamente a função `opClick` faz uso da função `select` que é responsável por avaliar se a operação pode ou não ser resolvida.

## 6.5 Pontuação

Sempre que houver uma seleção ou tentativa resolver uma operação o jogo avalia se a ação está correta e então apresenta a pontuação através da função `spanWarn` que recebe como parâmetros o tipo de pontuação, perda ou ganho, e o respectivo valor.

Quando o jogador acerta uma seleção ou resolução na primeira tentativa ele recebe 1 ponto inteiro. Para cada erro o ponto é dividido ao meio, assim que se o acerto ocorrer na segunda tentativa o jogador recebe meio ponto. A seleção da última operação não é pontuada por ser uma opção única.

## 6.6 Pedido de solução

Sempre que uma operação for selecionada corretamente o jogo pede ao usuário a solução através da função `askForSolution` que apresenta ao usuário a operação isolada seguida de uma caixa de texto, para que o usuário insira a solução daquela operação. Os elementos HTML apresentados contém aqueles retornados pela função `htmlfy`.



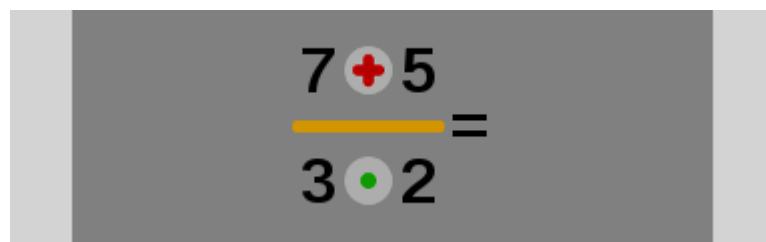
## 6.7 Passagem da solução

Depois que o usuário inserir a solução na caixa de texto e apertar a tecla ENTER ou tirar o foco da caixa de texto o programa faz uma avaliação da solução passada através da função `solSubmit`. Caso a solução esteja correta a caixa de texto é transformada em texto simples. Se houver mais de uma possível solução apenas aquela que foi resolvida permanece na tela, as outras são eliminadas da tela.

## 6.8 Exemplo

O exemplo a seguir exemplifica como o fluxo do jogo é percebido pelo usuário através da interface. Após inicializar a aplicação o usuário vê a tela inicial e o botão “Play”. Após apertar o botão “Play” o jogo apresenta uma expressão para o jogador resolver.

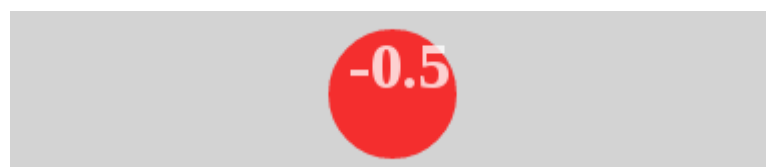
Figura 1 – O sistema apresenta a expressão a ser resolvida



Fonte: Produzido pelo autor

O jogador seleciona uma operação que não pode ser resolvida e perde metade da pontuação da seleção.

Figura 2 – Jogador perde metade da pontuação da seleção



Fonte: Produzido pelo autor

Em seguida o usuário seleciona a uma operação que pode ser resolvida e ganha a pontuação da seleção.

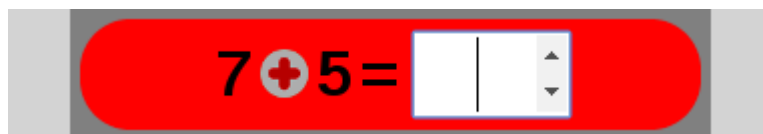
Figura 3 – Jogador ganha a pontuação da seleção



Fonte: Produzido pelo autor

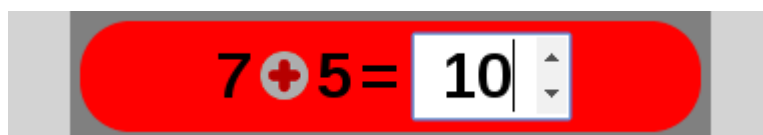
O programa então apresenta a operação isolada e a caixa onde o usuário insere a solução. Este passo será omitido no resto do exemplo.

Figura 4 – Programa pede a solução da operação



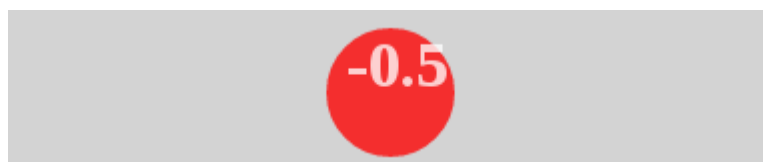
O jogador erra a solução e perde metade da pontuação da resolução.

Figura 5 – O usuário insere um valor errado como solução



Fonte: Produzido pelo autor

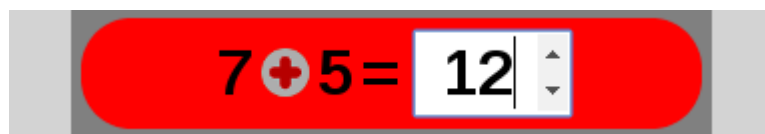
Figura 6 – O jogador perde metade dos pontos da solução



Fonte: Produzido pelo autor

Em seguida o valor é corrigido e o usuário ganha a pontuação da solução.

Figura 7 – O jogador insere a solução correta



Fonte: Produzido pelo autor

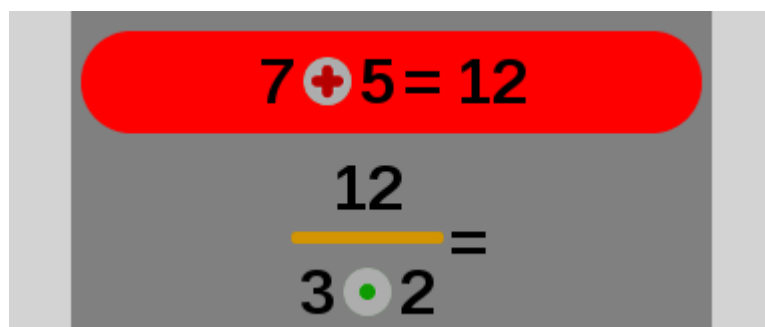
Figura 8 – O sistema pontua o jogador pela solução



Fonte: Produzido pelo autor

O campo de texto é transformado em texto simples e a expressão resultante é apresentada ao usuário. O fluxo seleção/resolução se repete.

Figura 9 – O sistema mostra a expressão resultante



Fonte: Produzido pelo autor

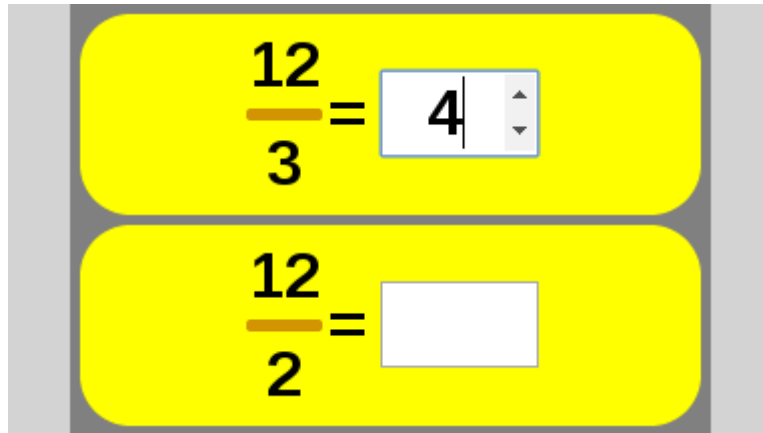
Figura 10 – O jogador recebe 1 ponto pelo acerto da seleção



Fonte: Produzido pelo autor

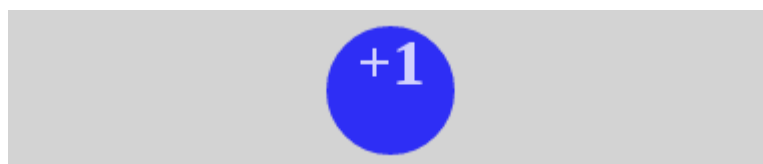
A divisão pode ser resolvida de duas maneiras e o jogo apresenta as duas possibilidades de solução.

Figura 11 – O jogo apresenta duas possibilidades de resolução para a divisão



Fonte: Produzido pelo autor

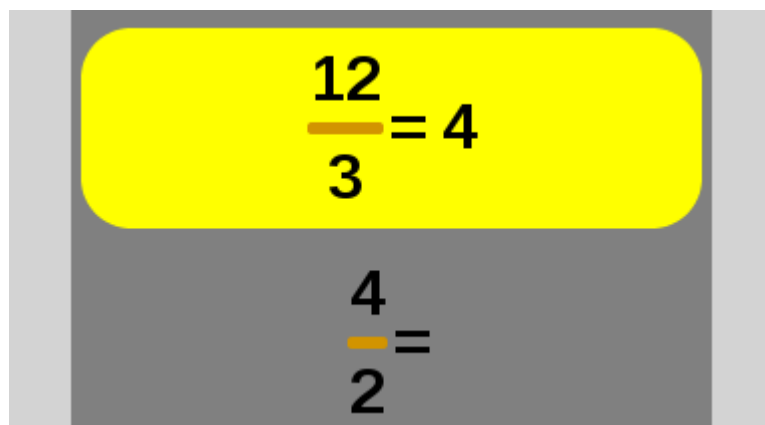
Figura 12 – O jogador recebe 1 ponto pelo acerto da solução



Fonte: Produzido pelo autor

O fluxo seleção/resolução se repete.

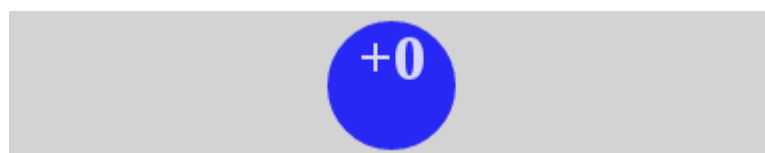
Figura 13 – A nova expressão é apresentada ao usuário



Fonte: Produzido pelo autor

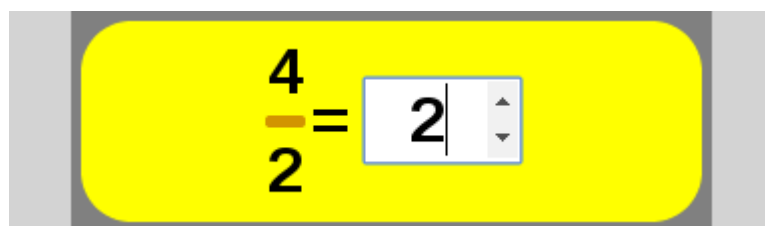
A seleção da última operação não é pontuada.

Figura 14 – A seleção da última operação não é pontuada



Fonte: Produzido pelo autor

Figura 15 – O jogador insere a última solução a que está correta



Fonte: Produzido pelo autor

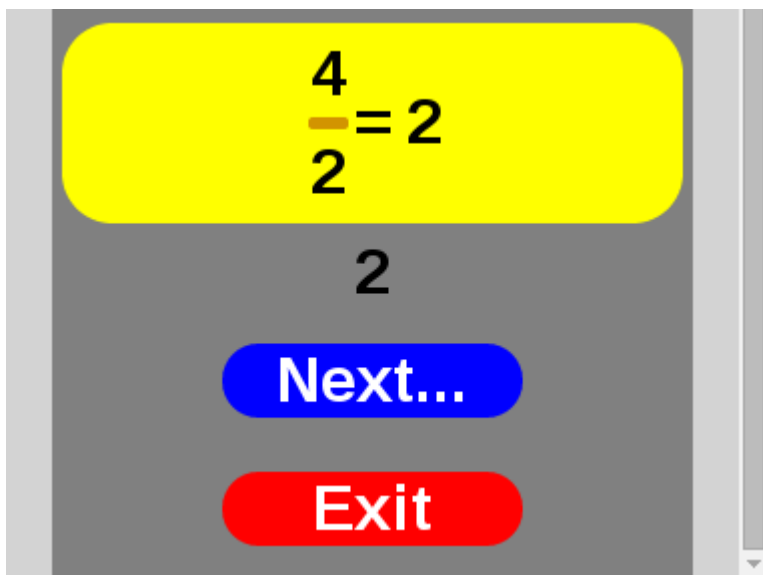
Figura 16 – O jogador recebe a pontuação referente a solução



Fonte: Produzido pelo autor

Não existem mais operações para serem resolvidas e as opções de continuar ou sair são apresentadas ao usuário.

Figura 17 – A tela final é apresentada



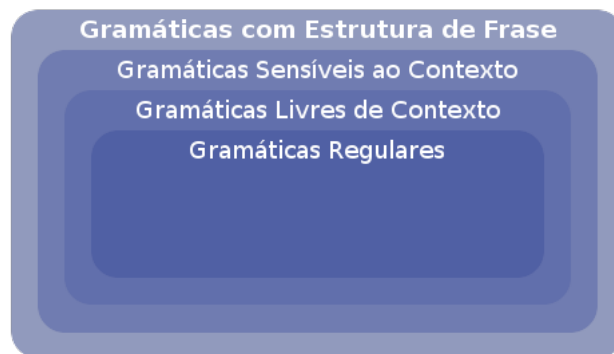
Fonte: Produzido pelo autor

## 7 Criação de expressões

As expressões algébricas utilizadas são linguagens formais pois são um subconjunto de todas as palavras existentes para um determinado alfabeto. Para tanto existe pelo menos uma gramática capaz de gerar a linguagem formal envolvida.

Toda gramática pode ser classificada de acordo com a Classificação de Chomsky onde toda gramática é pelo menos uma Gramática com Estrutura de Frase. A classe seguinte é um subconjunto da anterior e contém as Gramáticas Sensíveis ao Contexto. A classe das Gramáticas Livres de Contexto é novamente um subconjunto da classe anterior, assim como a ultima classe das Gramáticas Regulares é um subconjunto desta. A figura a seguir expressa a hierarquia existente entre as classes.

Figura 18 – Classes da Classificação de Chomsky e sua hierarquia



Fonte: Produzido pelo autor

A Classificação de Chomsky leva em conta os tipos de produções existentes na gramática. A seguir estão explicadas as classificações.

### 7.1 Classificação de Chomsky

Lembrando que as gramáticas são compostas por: um conjunto finito de símbolos não-terminais ( $N$ ), um conjunto finito de símbolos terminais ( $T$ ), um conjunto de produções ( $P$ ) e um símbolo inicial ( $\epsilon$ ). A intersecção entre os conjuntos de símbolos não terminais e terminais deve ser vazia. O conjunto de produções é um subconjunto de todas as produções possíveis, o produto cartesiano de: todas as palavras geradas com símbolos não-terminais e terminais contendo pelo menos um símbolo não terminal (lado esquerdo da produção); todas as palavras geradas com símbolos não-terminais e terminais. O símbolo inicial deve

pertencer ao conjunto dos símbolos não terminais. Nas definições a seguir  $\lambda$  denota a palavra nula.

### 7.1.1 Gramáticas com Estrutura de Frase

A gramática é com Estrutura de Frase se todas as produções são da forma:

$\alpha \rightarrow \delta$ , onde  $\alpha \in (N \cup T)^* - T^*$ ,  $\delta \in (N \cup T)^*$ .

### 7.1.2 Gramáticas Sensíveis ao Contexto

A gramática é Sensível ao Contexto se todas as produções são da forma:

$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \delta \beta$ , onde  $\alpha, \beta \in (N \cup T)^*$ ,  $A \in N$ ,  $\delta \in (N \cup T)^* - \{\lambda\}$ .



# Parte III

## Tecnologias



## 8 Lectus lobortis condimentum

### 8.1 Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.



## 9 Nam sed tellus sit amet lectus urna ullamcorper tristique interdum elementum

### 9.1 Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetuer

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.



## Conclusão

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.

Sed eleifend, eros sit amet faucibus elementum, urna sapien consectetur mauris, quis egestas leo justo non risus. Morbi non felis ac libero vulputate fringilla. Mauris libero eros, lacinia non, sodales quis, dapibus porttitor, pede. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi dapibus mauris condimentum nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam sit amet erat. Nulla varius. Etiam tincidunt dui vitae turpis. Donec leo. Morbi vulputate convallis est. Integer aliquet. Pellentesque aliquet sodales urna.





## Parte IV

### Considerações Finais



## Referências



## Apêndices



## APÊNDICE A – Quisque libero justo

Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu.





## APÊNDICE B – Nullam elementum urna vel imperdiet sodales elit ipsum pharetra ligula ac pretium ante justo a nulla curabitur tristique arcu eu metus

Nunc velit. Nullam elit sapien, eleifend eu, commodo nec, semper sit amet, elit. Nulla lectus risus, condimentum ut, laoreet eget, viverra nec, odio. Proin lobortis. Curabitur dictum arcu vel wisi. Cras id nulla venenatis tortor congue ultrices. Pellentesque eget pede. Sed eleifend sagittis elit. Nam sed tellus sit amet lectus ullamcorper tristique. Mauris enim sem, tristique eu, accumsan at, scelerisque vulputate, neque. Quisque lacus. Donec et ipsum sit amet elit nonummy aliquet. Sed viverra nisl at sem. Nam diam. Mauris ut dolor. Curabitur ornare tortor cursus velit.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

Aenean laoreet aliquam orci. Nunc interdum elementum urna. Quisque erat. Nullam tempor neque. Maecenas velit nibh, scelerisque a, consequat ut, viverra in, enim. Duis magna. Donec odio neque, tristique et, tincidunt eu, rhoncus ac, nunc. Mauris malesuada malesuada elit. Etiam lacus mauris, pretium vel, blandit in, ultricies id, libero. Phasellus bibendum erat ut diam. In congue imperdiet lectus.



## Anexos



## ANEXO A – Morbi ultrices rutrum lorem.

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.



## ANEXO B – Cras non urna sed feugiat cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes nascetur ridiculus mus

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.





## ANEXO C – Fusce facilisis lacinia dui

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.