



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Brincalculia: um objeto de aprendizagem destinado a Discalculia

Por

Victor Matheus da Costa Teixeira Lopes

Serra Talhada,
Julho/2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

VICTOR MATHEUS DA COSTA TEIXEIRA LOPES

Brincalculia: um objeto de aprendizagem destinado a Discalculia

Projeto de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Sistemas de
Informação da Unidade Acadêmica de Serra
Talhada da Universidade Federal Rural de
Pernambuco como requisito parcial à obtenção
do grau de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery

Serra Talhada,
Julho/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

L864b Lopes, Victor Matheus da Costa Teixeira
 Brincalculia: um objeto de aprendizagem destinado a discalculia /
 Victor Matheus da Costa Teixeira Lopes. – Serra Talhada, 2019.
 57 f.: il.

 Orientador: Richarlyson Alves D'Emery

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em
 Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural de
 Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

 Inclui referências e apêndices.

 1. Software - Desenvolvimento. 2. Discalculia. 3. Objetos de
 aprendizagem. I. D'Emery, Richarlyson Alves, orient. II. Título.

CDD 004

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

VICTOR MATHEUS DA COSTA TEIXEIRA LOPES

Brincalculia: um objeto de aprendizagem destinado a Discalculia

Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, defendida e aprovada por unanimidade em 30/julho/2019 pela banca examinadora.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery
Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. M.e Hidelberg Oliveira Albuquerque
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. M.e Héldon José Oliveira Albuquerque
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho ao meu pai Joaquim Teixeira, a minha mãe Maria Aparecida e ao meu irmão João Gabriel pelo empenho, dedicação, incentivo e por serem a base principal de todo este caminho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por toda a proteção concedida a mim durante toda essa jornada, ao meu orientador, o professor Dr. Richarlyson Alves D'Emery, por sua dedicação e empenho ímpar, acreditando em mim até mesmo quando eu não mais acreditava, me ajudando na concepção da ideia e no desenvolvimento do projeto, aos professores Hidelberg Oliveira e Héldon José pela disponibilidade e aceitação na participação na banca de avaliação deste PCC, e aos demais professores Isledna Rodrigues, Ellen Polliana, Paulo Melo e Zildomar Felix que ensinaram, ajudaram e apoiaram durante a minha jornada acadêmica.

Também gostaria de agradecer, aos amigos Nedson Vieira, Tulio Gabriel, Maria Solidade (Sol), Yuri Ramos, Higor Gustavo, Álvaro Matheus, Lucas Andreas (Vamp), Gustavo Matheus, Paulo Victor, Allanyo Santos, Alexandre Santos, Riquele Lima, Ana Karoline (Karol), Rildo Estácio, Josimar Douglas (Jojô), Robson Santos (Robin) e a tantos outros que por ventura tenha esquecido de citar o nome, pelo apoio, pelas risadas, noites, brincadeiras e companheirismo em momentos de seriedade e de descontração durante essa longa jornada rumo à obtenção do título de Bacharel no curso de Sistemas de Informação.

Agradeço ao motorista Gerônimo (Bodinho), pelas histórias engraçadas, brincadeiras e principalmente por levar-me em segurança nas viagens de ida e volta da universidade.

E por último, mas não menos importante, a toda minha família pelo apoio incondicional, sempre que possível, em especial ao meu tio Carlos Alberto por inspiração em seguir esta carreira profissional.

*"Não existe trabalho ruim. O
ruim é ter que trabalhar."*

Seu Madruga

RESUMO

Introdução: As dificuldades de aprendizagem estão presentes nas suas mais diversas áreas, a Matemática é considerada por alunos como uma das disciplinas de maior dificuldade de aprendizagem. O problema é que a maioria das pessoas próximas aos alunos associam Dificuldades de Aprendizagem à preguiça ou falta de interesse por parte do aluno. Nesse cenário está a Discalculia, que apesar de não ser considerada uma deficiência mental, limita processos cognitivos para o aprendizado da Matemática. Dessa forma, faz-se necessário pensar em soluções que auxiliem no acompanhamento de aluno discalcúlico. Assim, introduzir Objetos de Aprendizagem, que são recursos digitais, ou não, que tem por objetivo auxiliar e estimular o aprendizado dos alunos, podem ser um meio que auxiliem na melhora do desempenho destes. **Objetivo:** Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem destinado a alunos discalcúlicos. **Materiais e Métodos:** Investigaram-se características da Discalculia e, a partir de seus tipos, foram estabelecidas atividades que possam exercitar a Discalculia. Após, foi desenvolvido o Objeto de Aprendizagem Brincalculia e, por se tratar de um *Role-Playing Game*, é descrito em um documento de *design* de jogos contendo todo o assunto, mecânica e história abordada. O desenvolvimento é dado na plataforma de desenvolvimento Construct. Seguiu-se o modelo de desenvolvimento iterativo e incremental; e as interfaces seguem boas práticas de princípios de *design*. Por fim, têm-se um delineamento experimental para validar sua usabilidade e aceitação através do *System Usability Scale* com um experimento controlado com técnica prospectiva a partir de investigação por questionário aplicado a professores e psicopedagogos. **Resultados:** Este trabalho resultou no Objeto de Aprendizagem Brincalculia no qual, após sua avaliação, foi classificado como um excelente software e que pode ser utilizado por profissionais da Saúde e Educação no acompanhamento de alunos discalcúlicos.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Software, Objeto de Aprendizagem, *Role-Playing Game*, Discalculia, Avaliação de Software.

ABSTRACT

Introduction: The difficulties of learning are present in its most diverse fields of study, Mathematics is considered by students as one of the most difficult subjects of learning. The problem is that most people close to the students associate learning difficulties with laziness or lack of interest on the part of the students. In this scenario is the Dyscalculia, which despite being considered a mental deficiency, limits cognitive processes for the learning of Mathematics. thus, it is necessary to think of solutions that aid in the exercise and development of the discalculic student. These introduce learning objects that are digital resources or not, which aims to help and stimulate students learning and can be a means to aid in their learning. **Objective:** This work aims to develop a Learning Object for discalculic students. **Materials and Methods:** Investigated characteristics of dyscalculia and, from your types, activities have been established that can exercise dyscalculia. After that, the learning object Brincalculia was developed and, because it is a Role-Playing Game, is described in a game design document containing the whole subject, mechanic and story approached. The development is given on the development platform Construct. Followed the model of development the iterative and incremental; and your interfaces follow best practices of design principles. Lastly there is an experimental design to validade your usability and acceptance through Sistem Usability Scale with a controlled experiment with prospective technique based on questionnaires applied to teachers and psychopedagogues. **Results:** This work resulted in a development of a learning object Brincalculia which, after its evaluation, was rated as excellent software that can be used by health professionals and education in the accompaniment of discalculic students.

Keywords: Software Development, Learning Object, Role-Playing Game, Dyscalculia, Software Evaluation

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Modelo de documento de design de jogos proposto por Alves e Battaiola (2017): (a) visão geral; e (b) detalhamento de etapas.	25
Figura 2.2 – Modelo de componentes do jogo	28
Figura 2.3 – Estrutura para um <i>game design</i>	28
Figura 2.4 – Comparação entre escalas de avaliação de usabilidade	30
Figura 3.2 – Documento de <i>design</i> de jogos adaptado de Alves e Battaiola (2017) e Hunicke (2004)	39
Figura 3.2 – Visão geral do OA “Brincalculia: o cálculo certo contra a Discalculia”	42
Figura 3.3 – Tela de menu inicial do OA Brincalculia	43
Figura 3.4 – Tela de prólogo do OA Brincalculia	43
Figura 3.5 – Cenário principal do OA Brincalculia	44
Figura 3.6 – Desafios do OA Brincalculia: (a) CA-01; (b) CA-02; (c) CA-03; (d) CA-04; (e) CA-05; (f) CA-06; (g) CA-07; (h) CA-08; (i) CA-09; (j) CA-10; (k) CA-11; (l) CA-12; e (m) CA-14	44
Figura 3.7 – Tela de Resultados do OA Brincalculia	47
Figura 4.1 – Pontuação da Avaliação SUS para o OA Brincalculia	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – OA Nodis	31
Quadro 2.2 – Software Lúdico	32
Quadro 2.3 – Numerosity	33
Quadro 2.4 – Análise comparativa dos trabalhos relacionados	34
Quadro 3.1 – Características Discalculia versus situação proposta para OA	37
Quadro 3.2 – Documento de design do OA “Brincalculia: o cálculo certo contra a Discalculia”	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NPC	<i>Non-Player Character</i>
OA	Objeto de Aprendizagem
RPG	<i>Role-Playing Game</i>
SBGames	Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital
SUS	<i>System Usability Scale</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Problema, Motivação e Justificativa	15
1.3	Objetivos	16
1.4	Descrição do Trabalho	16
1.5	Organização do Documento	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Dificuldades de Aprendizagem	18
2.1.1	Dificuldades de Aprendizagem em Matemática	19
2.2	A Discalculia	20
2.2.1	Características e Tipos de Discalculia	20
2.2.2	Propostas de Atividades para alunos com Discalculia	23
2.3	Objetos de Aprendizagem	24
2.4	Documento de <i>Design</i> de Jogos	25
2.5	Avaliação de Software	29
2.6	Trabalhos Relacionados	30
2.6.1	Trabalho Proposto e Comparativo	33
3	Objeto de Aprendizagem Brincalculia	35
3.1	Introdução	35
3.2	Mapeamento da Discalculia	36
3.3	Modelagem do Documento de Design de Jogos	39
3.4	OA Brincalculia	42
4	Estudo Experimental	48
4.1	Introdução	48
4.2	Design Experimental	48
4.2.1	Objetivo Global	48
4.2.2	Objetivos da Medição	49
4.2.3	Objetivos de Estudo	49
4.2.4	Variáveis	49
4.2.5	Seleção dos Indivíduos	49
4.2.6	Descrição da Instrumentação	50
4.2.7	Ameaças a Validade do Estudo	51
4.2.8	Análise do SUS Score	51
5	Conclusão	53
5.1	Considerações Finais	53
5.2	Contribuições da Pesquisa	53
5.3	Trabalhos Futuros	54

REFERÊNCIAS**55****APÊNDICE A – Formulário SUS****58**

1 Introdução

Neste capítulo, na Seção 1.1 expõe-se brevemente o cenário abordado. A Seção 1.2 contém o problema, a motivação e a justificativa do trabalho. Na Seção 1.3, os objetivos deste trabalho são apresentados. Na Seção 1.4 tem-se uma breve descrição do trabalho. E na Seção 1.5, é fornecida uma visão dos capítulos da Monografia.

1.1 Contextualização

Dificuldades de aprendizagem relacionam-se ao ato de não compreensão e não aprendizagem a qualquer que seja a disciplina lecionada. Segundo Macacari (2011), atualmente várias das dificuldades que são constadas nos alunos são relacionadas à capacidade de resolução de problemas matemáticos e algumas habilidades com o aprendizado. Dessa forma, faz-se necessário ter um conhecimento maior sobre os possíveis transtornos que podem e afetam a aprendizagem em idade escolar.

Geary (2006) aponta que cerca de 3% a 8% das crianças em idade escolar apresentam dificuldades de aprendizagem relacionadas à Matemática, caracterizada como Discalculia, dificuldades estas apontadas como persistentes, o que significa dizer que a dificuldade apresentada, se não exercitada, irá persistir com o estudante mesmo que ele avance para o próximo ano de ensino.

Porém, estudos mais recentes mostram um crescente aumento de alunos com Discalculia. No estudo de Bastos et al. (2016), realizado na cidade de São José do Rio Preto, o índice apresentado foi de 7,8%, número este ligeiramente acima da média mundial que gira em torno de 3% a 5%.

Dessa forma, pensar em soluções que auxiliem no exercício e desenvolvimento do aluno discalcúlico faz-se necessário, pois a Discalculia não está ligada somente a falta de interesse e dedicação do aluno.

Dentre essas soluções estão os objetos de aprendizagem, os quais são recursos digitais, ou não, que tem por objetivo auxiliar e estimular o aprendizado de alunos e são recursos importantes no processo de ensino-aprendizagem elaborados a partir de uma base

tecnológica para diversas modalidades de ensino (SIQUEIRA, 2015). Sendo assim, podendo ser considerado um importante aliado no acompanhamento da Discalculia.

Diante desse cenário, este trabalho propõe uma solução objetiva, oferecendo formas de auxiliar educadores e profissionais de saúde a trabalhar os diferentes tipos de Discalculia apresentada por alunos, através de exercícios que explorem o lúdico.

1.2 Problema, Motivação e Justificativa

As dificuldades de aprendizagem estão presentes nas mais diversas áreas. A Matemática é considerada por alunos como uma das disciplinas de maior dificuldade de aprendizagem, sentimento este oriundo de uma aversão à matéria gerada por experiências fracassadas em relação aos estudos e a pressão imposta por pais e educadores, relacionando seu mau desempenho a falta de interesse e dedicação.

O problema é que a maioria das pessoas associa dificuldade de aprendizagem à preguiça ou falta de interesse por parte do aluno. Nesse cenário está a Discalculia, que apesar de não ser considerada uma deficiência mental, limita processos cognitivos para o aprendizado da Matemática.

Embora exista uma Organização Internacional¹ destinada a Discalculia que indica aplicações, observa-se que, a maioria delas, apesar de serem aceitas, apresentam erros de projeto de interação e de *design*. Dessa forma, projetar um Objeto de Aprendizagem (OA) dotado de princípios de *design* de software oferecerá uma melhor navegabilidade do usuário supervisor da atividade bem como do usuário discalcúlico a ser analisado, podendo assim melhorar o nível de aceitação do OA.

Além disso, ao analisar sob uma perspectiva nacional, na literatura pesquisada verificam-se poucos trabalhos relacionados ao tema, e desses são escassos os que abordem um ambiente para auxiliar profissionais quanto a Discalculia. Levando em consideração os diferentes tipos do distúrbio e as aplicações distribuídas globalmente também possuem o impasse da língua estrangeira que se torna uma dificuldade para muitos usuários por não possuir conhecimento em outros idiomas.

Dessa forma, possíveis meios de exercitação dos tipos de Discalculia, explorando suas características, podem auxiliar na melhoria do desempenho de usuários como também

¹ <http://www.dyscalculia.org/>

educadores e profissionais da saúde a analisar os alunos com dificuldade de aprendizagem, através de uma visão divergente da preguiça ou falta de interesse.

Diante da problemática de ambientes que auxiliem profissionais no tratamento e acompanhamento da Discalculia, justifica-se o desenvolvimento deste projeto através da criação de um OA dotado de ambientes lúdicos para auxiliar os profissionais no tratamento da Discalculia.

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como **objetivo geral** o desenvolvimento de um OA destinado a alunos Discalculicos. Para alcançar esse objetivo, têm-se os seguintes **objetivos específicos**:

- Investigar as características da Discalculia;
- Modelar um OA de acordo com as características da Discalculia;
- Desenvolver um OA; e
- Testar e validar o OA através de um delineamento experimental.

1.4 Descrição do Trabalho

A pesquisa está contextualizada na premissa da literatura de que OAs auxiliam o processo ensino e aprendizagem. Primeiramente realizou-se uma investigação na literatura sobre as características da Discalculia. Dessa, criaram-se atividades de intervenção para os diferentes tipos de Discalculia e suas características.

O OA se trata de um *Role-Playing Game* (RPG), então foi elaborado um documento de *design* de jogos a partir da fusão dos modelos de Alves e Battaiola (2017) e Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004). É multiplataforma, disponibilizado para *Web*, *desktop* e *mobile*, sendo desenvolvido na *game engine* Construct 3. Utilizou-se o modelo de processo de desenvolvimento iterativo e incremental e as interfaces do OA foram projetadas guiadas por princípios básicos de *design*.

Realizou-se um experimento controlado para avaliar a qualidade do software. Para isso utilizou-se a técnica prospectiva a partir de investigação por questionário aplicado a professores da área de exatas e psicopedagogos. E seus dados submetidos à avaliação por

System Usability Scale (SUS).

1.5 Organização do Documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – apresenta uma breve contextualização do cenário abordado neste trabalho, o problema a motivação e a justificativa que inspiraram o desenvolvimento do mesmo, os objetivos geral e específicos e a organização deste documento;
- Capítulo 2 – inicialmente é abordada a questão das dificuldades de aprendizagem relacionadas à disciplina de Matemática; passando para Discalculia com destaque a seus tipos, características e meios de abordagem. Por fim, apresentam-se trabalhos relacionados e comparação de seus resultados;
- Capítulo 3 – apresenta-se o OA Brincalculia;
- Capítulo 4 – descreve-se o estudo experimental realizado para avaliação do Brincalculia;
- Capítulo 5 – está a Conclusão, Considerações Finais, e sugestões para Trabalhos Futuros; e
- Ao fim, têm-se as Referências e Apêndice.

2 Referencial Teórico

Neste capítulo é apresentada uma breve explanação sobre os principais temas abordados por este trabalho. Na Seção 2.1 são apresentadas as dificuldades de aprendizagem. Na Seção 2.2 tem-se a Discalculia. Na Seção 2.3 explana-se brevemente sobre OAs. Na Seção 2.4 descreve-se um modelo de design de jogos. Na Seção 2.5 discute-se sobre avaliação de software. Na Seção 2.6 decorrem-se os trabalhos relacionados.

Partido da premissa de que OAs podem facilitar e auxiliar o aprendizado de qualquer matéria escolar, através da simulação de seus ambientes e suas atividades, pretende-se discutir a utilização de OAs como meios para exercitar os tipos de Discalculia através da exploração de atividades lúdicas, para assim evidenciar a concretização dos objetivos citados. Sendo assim, nas próximas seções apresentam-se assuntos inerentes ao tema.

2.1 Dificuldades de Aprendizagem

Dificuldades de aprendizagem estão relacionadas a toda e qualquer limitação na capacidade de aprendizagem de qualquer que seja a disciplina aplicada ao aluno. Para García e Rodrigues (1998), essas dificuldades são relacionadas a processos, que por sua vez, afetam a linguagem e os resultados acadêmicos em qualquer que seja a idade da pessoa. A causa disso seria consequente de uma disfunção cerebral, ou não, e por alterações na emoção ou conduta do indivíduo.

A primeira definição de dificuldade de aprendizagem foi definida por Samuel Kirk em 1963. Em suas palavras ele argumentou que, as dificuldades de aprendizagem estão relacionadas a um transtorno ou mau desenvolvimento de um ou alguns processos, como, por exemplo, os processos de comunicação do ser humano (linguagem, leitura, fala e escrita), Aritmética bem como outras áreas escolares, em consequência de uma alteração emocional, disfunção cerebral ou até mesmo mudanças na conduta do indivíduo. Todavia, apesar destas características, isso não nos permite inferir que a pessoa analisada possua algum tipo de

retardo mental ou problemas sensoriais e nem também podemos afirmar que seja questões instrucionais (GARCÍA; RODRIGUES, 1998).

Para Passos et al. (2011), as dificuldades de aprendizagem estão relacionadas à mudanças no desenvolvimento do ser humano, dessa forma, podendo afetar os processos de comunicação, o raciocínio matemático, entre outros processos.

Apesar das diversas dificuldades de aprendizagem, na próxima seção concentra-se na Matemática, em especial.

2.1.1 Dificuldades de Aprendizagem em Matemática

Segundo Almeida (2006), algumas das causas das dificuldades de aprendizagem podem ser encontradas no aluno, em fatores externos, no modo de ensino da Aritmética entre outras causas.

Outro problema que interfere no ensino da Aritmética é que alunos com algum tipo de deficiência de aprendizagem possuem também dificuldades de mentalizar ideias abstratas. Dessa forma, alguns alunos podem não ser capazes de interpretar números no papel representando elementos reais, por exemplo, (SMITH; STRICK, 2009).

É importante ressaltar que não existe um motivo único nem um veredito sobre o motivo que justifica as bases das dificuldades com a linguagem Matemática, podem ocorrer dificuldades por falta de aptidão para com a disciplina ou dificuldades em Aritmética e elaboração de cálculos entre outros aspectos (ALMEIDA, 2006).

Para Corso e Dorneles (2010), a questão do senso numérico é de fundamental importância para as dificuldades de aprendizagem na Matemática. A descoberta deste conceito auxilia a intervenção e a prevenção. Ainda segundo os autores, várias pesquisas apontam que crianças com dificuldades na Matemática apresentam problemas no senso numérico.

Vale ressaltar que existe uma diferença entre Dislexia e Discalculia, em que a Dislexia está relacionada a dificuldades de aprendizagem relacionadas à escrita e a Discalculia refere-se às relacionadas a cálculos e Aritmética, sendo esta última abordada nesta pesquisa e aprofundada na próxima seção.

2.2 A Discalculia

A palavra Discalculia surge para representar a dificuldade de aprender a Matemática, na qual é proveniente da junção dos termos grego ‘dis’, que significa ‘mal’ e do latim ‘calcular’, que significa ‘contar’, ou seja, uma palavra que se refere à expressão “contar mal” para referenciar a inabilidade de realizar operações matemáticas e/ou aritméticas.

A mesma pode ser caracterizada como um distúrbio neuropsicológico que dificulta e limita o processo de aprendizagem do cálculo. Geralmente se manifesta em indivíduos que possuam qualquer nível intelectual, todavia, apresentem inabilidades para a execução ou leitura de operações e símbolos matemáticos e problemas de raciocínio lógico. Por este motivo, não é considerada uma deficiência mental, podendo ser tida apenas como um tipo de transtorno (FERREIRA, 2000).

Alunos que apresentam essa dificuldade não conseguem entender como resolver os problemas matemáticos apresentados pelos professores (GARCÍA; RODRIGUES, 1998). Dessa forma, justificando que além de não ser um problema relacionado à falta de dedicação do aluno, também não é um problema que está ligado somente ao método de ensino, todavia, faz-se necessário a utilização de ferramentas alternativas que auxiliem o aluno discalcúlico.

A Associação Brasileira de Discalculia sugere que os professores auxiliem o aluno discalcúlico da seguinte forma: permitindo a utilização de calculadora, tabuada e cadernos quadriculados; elaborando as questões das provas de maneira mais clara e direta; ensinando-os a enxergarem os questionários por meio de figuras; observando como esses alunos desenvolvem suas atividades; e tendo em mente que esses alunos aprendem de maneira diferente das outras crianças, uma vez que nada é tão óbvio para eles como é para os outros alunos (SILVA; COSTA, 2008).

2.2.1 Características e Tipos de Discalculia

São várias as características que um aluno discalcúlico pode apresentar em relação à dificuldade de aprender Matemática. São diversos os autores que apontam características, como, por exemplo:

- **Erro na formação de números** – Geralmente ocorre a inversão de números, como a troca do 6 pelo 9, do 5 pelo 2, ou o aluno dizer dois quando na verdade o algarismo apresentado é o quatro (BASTOS, 2008; VIEIRA, 2004; SMITH; STRICK, 2009);
- **Dificuldade com operações aritméticas** – O aluno demonstra certa inabilidade para a manipulação e realização de operações aritméticas, o déficit de memória dificulta essa aprendizagem. Pode acontecer problemas em relação à orientação dos cálculos ou apresentação das operações a serem realizadas como, por exemplo, não conseguir lembrar que $2 + 3 = 5$ (BASTOS, 2008; VIEIRA, 2004; FONSECA, 1984; SMITH; STRICK, 2009);
- **Dificuldade para perceber a significação dos sinais** – Dificuldade na interpretação da linguagem matemática e suas simbologias: adição (+), subtração (-), multiplicação (x), divisão (: ou /) e igualdade (=) (BASTOS, 2008; VIEIRA, 2004; FONSECA, 1984; SMITH; STRICK, 2009);
- **Dificuldade para ler números multidígitos** – O aluno apresenta dificuldade na leitura de números com casas decimais acima das centenas (BASTOS, 2008; SMITH; STRICK, 2009);
- **Dificuldade de transportar números** – O aluno tem dificuldade para manipular e transferir os números para o local adequado na resolução de cálculos (BASTOS, 2008; SMITH; STRICK, 2009);
- **Ordenar números espacialmente** – Dificuldade na ordenação e espaçamento dos números (BASTOS, 2008; FONSECA, 1984; SILVA; COSTA, 2008);
- **Escassa habilidade para contar compreensivamente** – Apresenta dificuldade para decorar a rotina dos números, possui déficit de memória e nomeia de forma incorreta os números (BASTOS, 2008; FONSECA, 1984; SILVA; COSTA, 2008);
- **Dificuldade na compreensão dos conjuntos** – Não consegue visualizar grupos de objetos nem compreender de maneira correta o significado de um grupo de objetos (FONSECA, 1984; VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008);
- **Dificuldades para compreender o princípio da conservação** – Não consegue identificar que os valores 6, $3+3$, $4+2$ ou $5+1$ se correspondem, por exemplo, (FONSECA, 1984; VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008);

- **Dificuldade em interpretar o valor de medidas** – Não consegue fazer estimações certas sobre algo quando necessita dividir medidas em unidades (FONSECA, 1984; VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008);
- **Dificuldade para dizer as horas** – Os alunos não conseguem relacionar de maneira correta os minutos e segundos (VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008);
- **Dificuldade na compreensão e contagem do valor de moedas e notas** – Dificuldade na aquisição, na contagem e no princípio de conservação relacionado a quantidade de moedas e notas, como, por exemplo, uma moeda de R\$ 0,10 corresponde a duas moedas de R\$ 0,05 (FONSECA, 1984; VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008);
- **Dificuldade em resolver problemas orais** - O déficit de compreensão na leitura de problemas impede também a interpretação de questionamentos orais (FONSECA, 1984; VIEIRA, 2004; SILVA; COSTA, 2008; SMITH; STRICK, 2009); e
- **Aprender sistemas cardinais e ordinais** – Confunde números cardinais e ordinais, não conseguindo identificar o que os diferenciam (FONSECA, 1984; SILVA; COSTA, 2008).

Para melhor classificação do distúrbio para com determinadas características, diversos autores (KOSC, 1974; JOHNSON; MYKLEBUST; SANVICENTE, 1987; GARCÍA; RODRIGUES, 1998; BERNARDI, 2006; SILVA; COSTA, 2008; VENTURA, 2018) propõem subtipos para a Discalculia, a saber:

- **Discalculia Verbal** – dificuldade para nomear as quantidades matemáticas, os números, os termos, os símbolos e as relações;
- **Discalculia Practognóstica** – dificuldade para enumerar, comparar e manipular objetos reais ou em imagens, matematicamente;
- **Discalculia Léxica** – dificuldade na leitura de símbolos matemáticos;
- **Discalculia Gráfica** – dificuldade na escrita de símbolos matemáticos;
- **Discalculia Ideognóstica** – dificuldade em fazer operações mentais e na compreensão de conceitos matemáticos; e
- **Discalculia Operacional** – dificuldade na execução de operações e cálculos numéricos.

2.2.2 Propostas de Atividades para alunos com Discalculia

Para auxiliar no tratamento, Smole, Diniz e Cândido (2000) e Silva e Costa (2008) indicam algumas atividades destinadas à exercitação de alunos com Discalculia. São exemplos:

- **Matrix** – Tabuleiro quadriculado com 6 quadrados na largura e 6 no comprimento e trinta e seis peças, a saber: um curinga; com o número de identificação "+15"; uma peça com "-6"; três peças com "0 (zero)"; quatro peças com "+5"; e as outras 26 peças restantes com números de identificação -1 a -4, +1 a +4, -5, +8, -10, +10, sendo duas de cada. O jogo é jogado com a participação de dois jogadores e o objetivo é conseguir obter o maior número de pontos. Pode ser trabalhado através da soma de fichas e leitura numérica;
- **Tangram** – O jogo é composto de sete peças, a saber: cinco triângulos, um quadrado e um paralelogramo. O mesmo tem por objetivo formar um quadrado ou até mesmo algumas figuras passadas como exercício, usando as sete peças sem exceção. Pode ser trabalhada também a criação de Formas Geométricas;
- **O jogo do Dominó** – Jogo de dominó é composto por 28 peças com valores de 0 a 6 expostos em forma de bolinhas e em cada extremidade do mesmo lado da mesma peça. É dado ao aluno ou a uma criança o jogo com as peças embaralhadas. O objetivo é ordenar as peças de acordo com a numeração de bolinhas contidas nas extremidades, utilizando as regras do dominó. Assim o aluno pega uma peça e quando pegar a próxima deve ordenar de acordo com as regras do dominó. Podem ser trabalhadas características de percepção do sistema de numeração, estimulação a associabilidade e o ato de contagem;
- **Jogo dos cubos e das garrafas** – Deixa a criança à vontade e fazem-se algumas perguntas de início para envolvê-la no jogo. Após isso, têm-se à disposição da criança algumas folhas de papel, caneta e lápis coloridos, para que se façam alguns desenhos. Depois deste procedimento, entregam-se algumas garrafas de plástico, de vários formatos e tamanhos bem diferentes e alguns cubos de madeira coloridos. O objetivo é que a criança enfileire os objetos sem observar nenhuma regra; em seguida, pede-se que sejam separadas as garrafas maiores das menores, comparando os tamanhos e, dessa forma, apresentando os conceitos de "grande" e

"pequeno". Podem ser trabalhados os conceitos sobre tamanho e capacidade de percepção espacial; e

- **Botões matemáticos** – Separam-se alguns botões de várias cores e tamanhos. São 15 botões brancos e alguns outros azuis, de acordo com a quantidade que o aplicador deseja abordar. Orienta-se o aluno ou a criança a separar os botões por tamanhos, na quantidade solicitada, utilizando um cordel e ou folhas de papel. Neste jogo pode ser orientada a formar dúzias ou dezenas. Pode ser trabalhado o sistema de numeração e a orientação espacial.

Silva e Costa (2008) indicam que o professor não descarte a ideia de trabalhar em equipe com várias disciplinas em conjunto. A participação de um psicopedagogo, por exemplo, pode trabalhar a autoestima dos alunos, valorizando as atividades desenvolvidas. A identificação de processos de aprendizagem e instrumentos que auxiliem no aprendizado é de fundamental importância para o desenvolvimento do aluno discalculico.

A utilização de jogos consiste em uma boa opção que auxilia na visualização e classificação dos elementos, como também melhoram as habilidades psicomotoras. Assim, a utilização de recursos digitais é útil por se tratar de objetos que despertam o interesse e curiosidade no aluno (SILVA; COSTA, 2008).

2.3 Objetos de Aprendizagem

Entre os conceitos existentes na literatura para OAs, um dos mais importantes é o da Learning Technology Standards Committee (LTSC) do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), que os conceituam como qualquer material, digital ou não, que pode ser utilizado, reutilizado ou até mesmo ser referenciado durante o ensino com suporte tecnológico (LTS, 2000).

Autores como Barritt, Lewis e Wieseler (1999) já apontavam que empresas como a Cisco utilizavam o termo como sendo um granular e reutilizável pedaço de informação independente de mídia e termo de objeto de comunicação para fins instrucionais. Afirmam que um OA é baseado em um único objetivo, construído por um conjunto de conteúdos estáticos ou dinâmicos e atividades que estimulem a educação.

A Secretaria de Educação a Distância (SEaD) do antigo Ministério da Educação definiu OA como qualquer material que possa ser reusado para o auxílio ao aprendizado, no

qual a principal ideia é dividir o material em partes menores que podem ser reutilizadas em diversos ambientes de aprendizagem. Todavia, a mesma é mais específica considerando que qualquer material eletrônico que proporciona informação para a construção de conhecimento pode ser considerado como um OA (BRASIL, 2005).

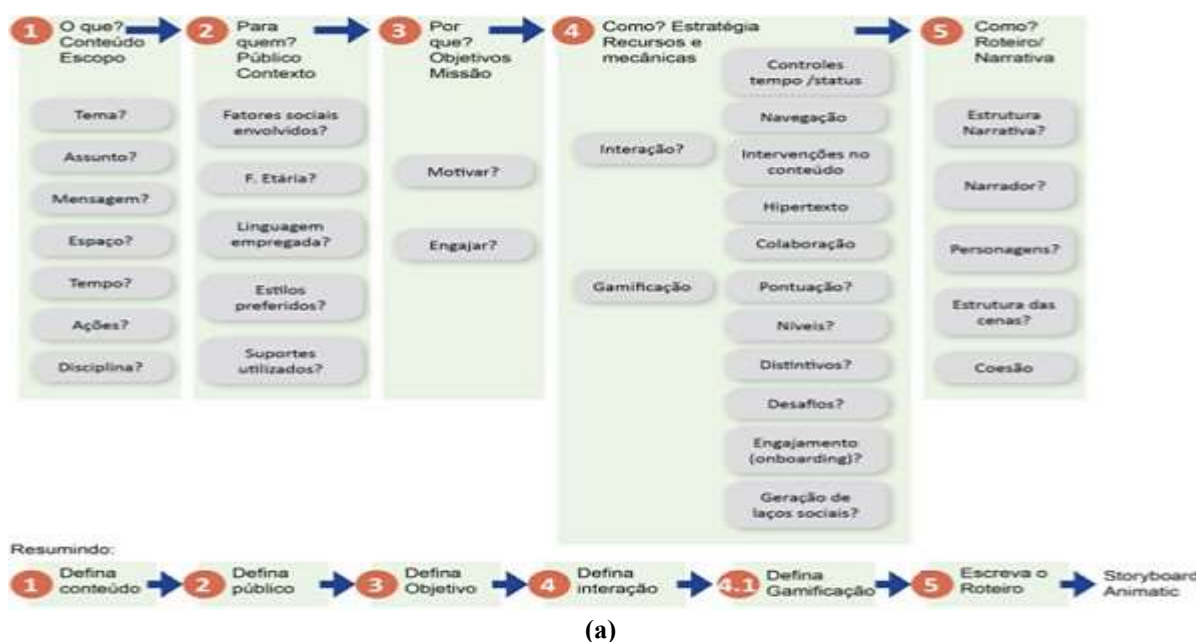
Para Moraes (2003), a utilização de software que simule o ambiente educacional, possibilita o aluno fazer testes, obtendo resultados reais e em tempo real. Resultados estes que fazem com que um aluno perceba o que uma ação produzida pode influenciar no resultado e, conseqüentemente, a construção do conhecimento sobre um conteúdo será iniciada de uma forma mais prática, fácil e divertida.

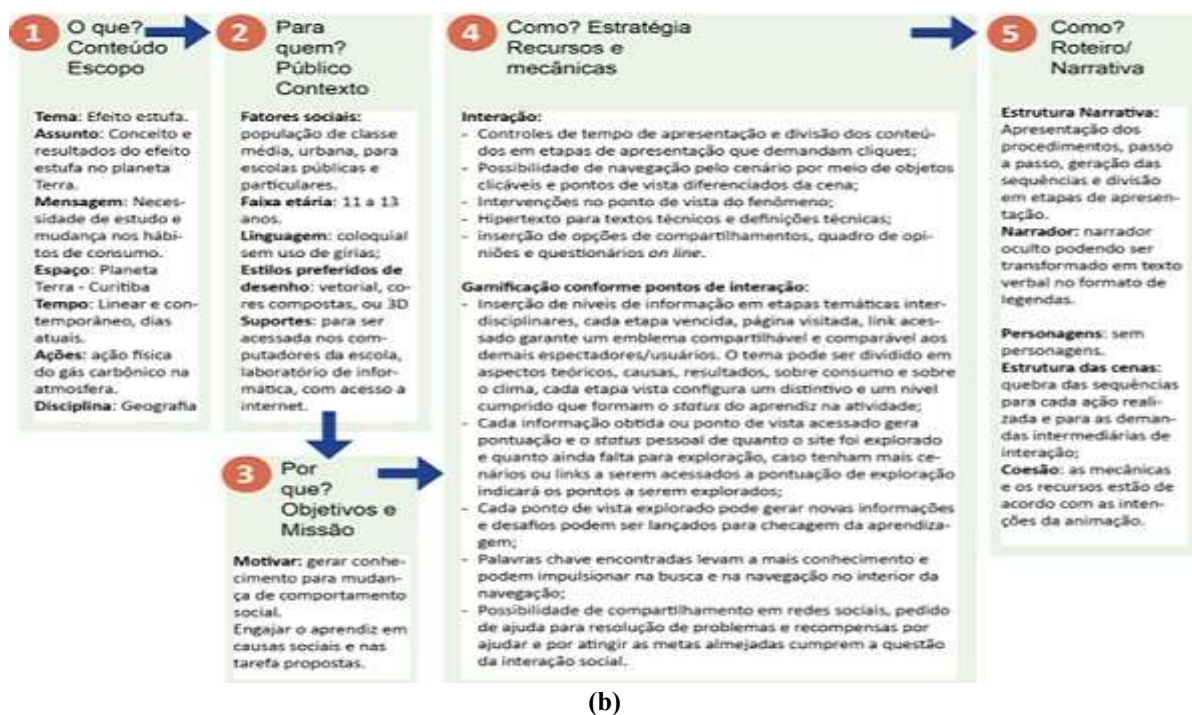
Com o objetivo de explorar o lúdico, quando um OA se trata de um jogo, faz-se necessário a utilização de um documento de *design* de jogos. Na próxima seção, descrevem-se alguns modelos.

2.4 Documento de *Design* de Jogos

Na literatura evidenciam-se algumas propostas de documentos de *design* de jogos. Dentre elas, têm-se as propostas de Alves e Battaiola (2017) (Figura 2.1) e Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) (Figuras 2.2 e 2.3).

Figura 2.1 – Modelo de documento de design de jogos proposto por Alves e Battaiola (2017): (a) visão geral; e (b) detalhamento de etapas.





(b)

Fonte: Alves e Battaiola (2017)

O modelo da Figura 2.1 consiste em cinco etapas. Cada etapa trata de uma determinada característica que um jogo deve possuir e informar. As etapas são sequenciais, em que cada etapa complementa a etapa anterior. São elas:

- **Conteúdo/Escopo** – Deve-se definir o tema da animação, o que será animado, qual é a história (ou estória) que será contada e que tipo de conteúdo será apresentado. Também nessa etapa são estruturados o espaço, o tempo e as ações que serão realizadas. Tudo isso deve ser pautado e adaptado pelo conteúdo e pela disciplina a ser abordado;
- **Público/Contexto** – Passada a etapa de conteúdo/escopo, o desenvolvimento do documento de *design* segue para a definição do público alvo e suas características, a saber: fatores sociais, linguagem, faixa etária, estilos e cenário. Ainda nessa etapa também é importante definir os recursos e os suportes que o público terá acesso para definir que tipo de interação é possível;
- **Objetivos/Missão** – Aqui o principal objetivo é motivar e engajar o público alvo na execução das atividades e desafios, além disso, incentivar a participação e a colaboração social entre os aprendizes;
- **Estratégias, recursos e mecânicas** – Após definidas as três etapas anteriores, o desenvolvedor irá partir para o planejamento das interações desse objeto com o seu público. As interações podem ser dos mais variados tipos, por exemplo:

botões clicáveis, simples controles de tempo de transmissão; escolhas e personalizações nos cenários, personagens ou na própria sequência da narrativa. Nessa parte também podem ser utilizados hipertextos e links internos e externos a novos conteúdos ou usuários, colaborações com outros usuários, compartilhamentos em redes sociais. Características como: pontuações e recompensas, níveis, distintivos ou emblemas, desafios a serem conquistados, problemas que pedem soluções, pistas que geram empatia e auxiliam aos novatos, entre outras, podem ser aproveitadas por meio do processo de gamificação; e

- **Roteiro/Construção da Narrativa** – Ao se optar pela interação e pela gamificação e, após essas formas definidas, passa-se para a estrutura da narrativa já com as inserções que devem ser realizadas. Aqui, definem-se os personagens e o narrador, caso houver. Com isso o roteiro já pode ser construído visando todas as possibilidades que serão enfrentadas no ambiente escolhido. Podem-se definir cenas e sequências, as quais podem ou não serem acionadas conforme a ação do usuário.

Todavia, com o intuito de obter um documento de *design* mais completo, além do documento de design de jogos elaborado por Alves e Battaiola (2017), existem outras maneiras de documentar jogos.

Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) propõem um modelo que, inicialmente, foi desenvolvido para ser utilizado no processo industrial de produção de jogos digitais. Nesse modelo, não há nada que seja especificamente direcionada a produção de OAs ou jogos educacionais, porém, por sua abrangência industrial, o modelo é bem mais simples e focado na satisfação do usuário. Os autores apresentaram uma forma diferente de perceber, analisar e projetar jogos digitais.

Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) definem que um jogo consiste de regras que compõem um sistema e a interação com este sistema, devendo-se gerar uma diversão, fazendo a conotação do que se espera que o usuário obtenha quando interage com o jogo.

Assim, o sentido da produção de um jogo pelo seu criador é apresentado na Figura 2.2, em que a linha pontilhada superior, no sentido da esquerda para a direita infere que o desenvolvimento seja a partir das regras que compõe o sistema e que gera diversão. Contudo, a maneira como o usuário interage com o jogo ocorre no sentido oposto, identificado pela linha tracejada inferior da direita para esquerda. Assim a relação entre usuário e jogo deve-se ter origem pela diversão, a partir dessa “diversão” o mesmo irá compreender o “sistema” do

jogo e através desse sistema é que ele compreenderá as regras.

Figura 2.2 – Modelo de componentes do jogo



Fonte: Adaptado de Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004)

Com isso, os autores tentam mostrar através dessa ideia que a experiência de criar um jogo é totalmente diferente da experiência de interação com o mesmo, pois, ainda que os elementos sejam os mesmos, as experiências serão essencialmente diferentes.

Para formalizar esta estrutura, Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) modificaram os elementos da Figura 2.2 e os nomearam como Mecânicas, Dinâmicas e Estética, como indicado na Figura 2.3. Dessa forma, ainda que os termos sejam formalizados, o sentido nos quais as experiências de se criar e de se jogar um jogo ocorrem continuam opostos.

Figura 2.3 – Estrutura para um game design



Fonte: Adaptado de Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004)

Na definição proposta pelos autores, as Mecânicas são “os comportamentos, ações e mecanismos de controle fornecidos ao jogador no contexto de um jogo” (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

Dando continuidade, surgem as Dinâmicas, que é “o comportamento das mecânicas durante o jogo, a partir das interações dos jogadores e outras respostas durante certo tempo” (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004). Assim, as mecânicas significam todas as ações possíveis em um jogo, enquanto as dinâmicas são consequentes dessas ações, modificando o ambiente através das ações tomadas pelo usuário.

A Estética é definida como “as respostas emocionais desejadas provocadas no jogador quando este interage com o jogo” (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004). Ao contrário do que a palavra signifique a um primeiro momento, para os autores, a estética não está relacionada diretamente à beleza dos gráficos nem à qualidade dos sons e da música em um jogo unicamente, mas sim a experiência provocada no usuário durante uma sessão de jogo.

Para isso, Hunnicke, LeBlanc e Zubek (2004) listaram oito diferentes aspectos que afetam a maneira como o usuário percebe o jogo, com o intuito de descrever a sensação de “diversão”, a saber:

- **Sensações** – jogo traz ao jogador sensações prazerosas;
- **Fantasia** – jogo como uma fantasia, transporta o jogador à outra realidade;
- **Narrativa** – jogo diverte através do desenrolar da(s) narrativa(s);
- **Desafio** – jogo é desafiador;
- **Socialização** – jogo como uma estrutura de socialização;
- **Descoberta** – jogo como território a ser desbravado;
- **Expressão** – jogo como autodescoberta; e
- **Submissão** – jogo como passatempo.

2.5 Avaliação de Software

Para avaliar um software, sugere-se a utilização de um delineamento experimental contendo a forma como serão organizados as unidades experimentais e os meios de analisar a usabilidade de um software.

Travassos (2002) define que os objetivos relacionados à execução de experimentos em Engenharia de Software são: “a caracterização, avaliação, previsão, controle e melhoria a respeito de produtos, processos, recursos, modelos, teorias entre outros.” Nesse trabalho pretende-se utilizar o modelo de delineamento experimental definido pelo autor.

Mas independente do modelo de experimentação, deve-se ter mente critérios e indicadores que possam mensurar a avaliação de um software. System Usability Scale (SUS) é exemplo de uma metodologia para aferir um grau de eficiência de um software.

Desenvolvido na década de 80 por John Brooke, o SUS é um questionário com 10 perguntas que possuem 5 opções de resposta em uma escala Likert (LIKERT, 1932). Este método permite avaliar efetividade de uso, eficiência e a satisfação do usuário.

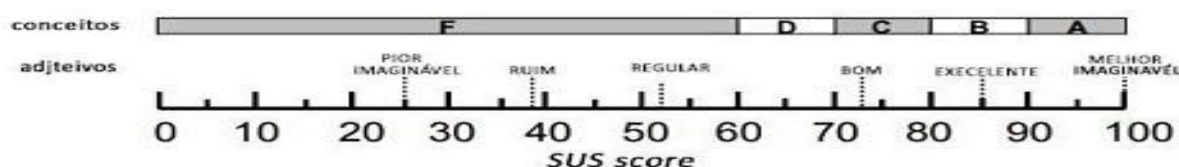
Para chegar a uma pontuação final, devem-se seguir os seguintes procedimentos: (i) nas questões ímpares a pontuação da resposta da pergunta corresponde a posição na escala menos 1; (ii) nas pares a pontuação corresponde a posição na escala subtraída de 5; (iii) em seguida para cada usuário participante soma-se as pontuações de cada questão e depois multiplica-a por 2,5; e, por fim, (iv) divide-se o resultado desta multiplicação pelo número de

participantes. O resultado corresponde a uma pontuação na escala de usabilidade (SAURO, 2011).

A pontuação do SUS varia numa escala de 0 e 100. De acordo com Sauro (2011) a média da pontuação do SUS é 68. Para definição desse valor, o autor afirma ter analisado 500 estudos que utilizando esta escala. Desta forma, o meio mais adequado de interpretar as pontuações seria convertendo o seu valor em percentil. Sempre levando em consideração que os parâmetros de porcentagem não se aplicam durante a validação dos resultados (SAURO, 2011).

O SUS pode ser usado em conjunto com outras escalas a fim de melhor avaliar um produto. A Figura 2.4 mostra a relação entre a pontuação SUS, uma escala de conceitos, e adjetivos estabelecidos por Bangor, Kortum e Miller (2009) a partir da coleta de dados de referentes a uma década de pesquisa com esta metodologia, em diferentes interfaces.

Figura 2.4 – Comparação entre escalas de avaliação de usabilidade



Fonte: Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) traduzido e adaptado por Ribeiro (2017)

2.6 Trabalhos Relacionados

Este tópico tem por objetivo apresentar e analisar OAs que se propõem a ensinar conteúdos relacionados à disciplina de Matemática, bem como relacionados ao tratamento da Discalculia.

A investigação da literatura deu-se a partir de uma busca automática realizada com a ferramenta Google. Foi definida a seguinte *string* de busca: (objetos de aprendizagem OR software) AND (educacional OR educativo OR educação OR escola OR ensino OR aprendizagem) AND (Matemática) AND (Discalculia OR discalcúlico).

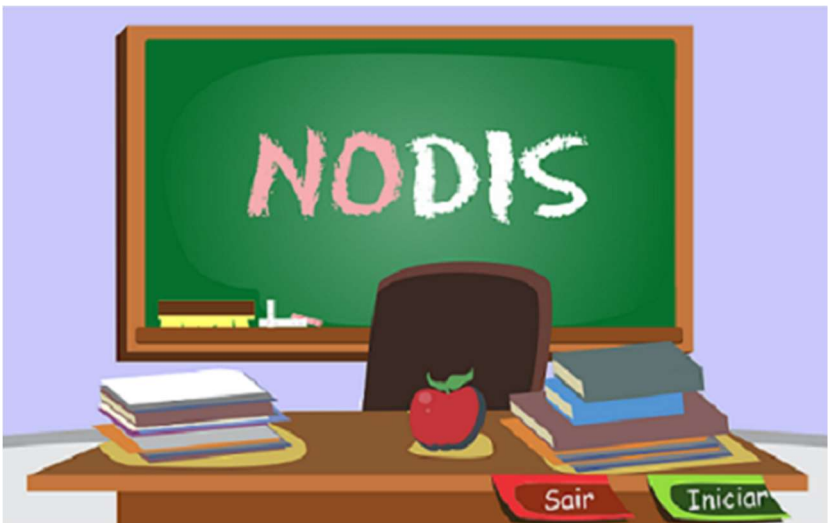
Foram analisados sequencialmente os primeiros resultados até que se pudesse estabelecer evidências que pudessem contribuir para o desenvolvimento de um novo software, ou seja, o OA objeto deste estudo.

O critério utilizado para inclusão de um trabalho foi ser um OA destinado ao tratamento da Discalculia ou que possuísse elementos relacionados à disciplina de Matemática. A pesquisa foi realizada em novembro de 2018, na qual foram analisados

inicialmente o título, resumo e conclusão. Caso o trabalho contemplasse os critérios estabelecidos, lia-se o texto integralmente.

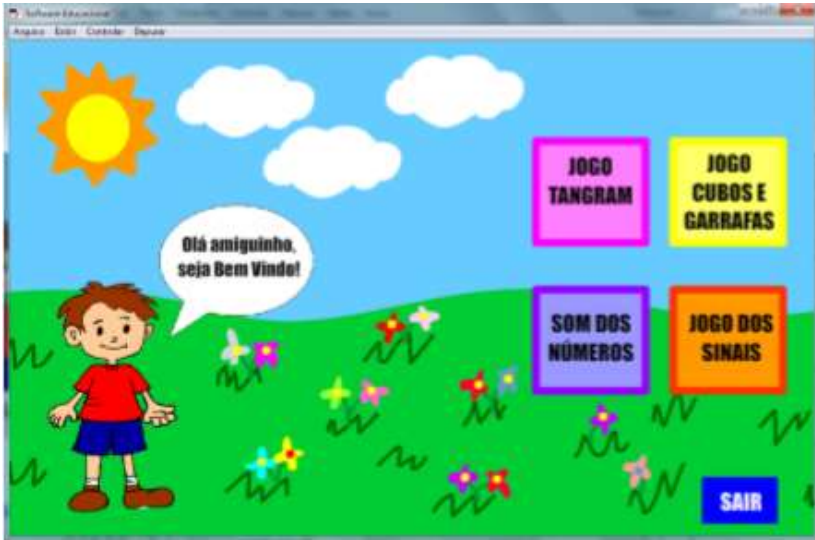
A seguir, nos Quadros 2.1 a 2.3, apresentam-se as principais informações em relação aos estudos encontrados.

Quadro 2.1 – OA Nodis

Características	Descrição
Jogo	NODIS (SIQUEIRA, 2015)
Tela do Jogo	
Descrição	OA destinado à emissão de relatórios de Discalculia, em que um aluno realizará uma série de atividades relacionadas às características e aos tipos de Discalculia.
Objetivo de Aprendizagem	Atividades para explorar algumas características da Discalculia. Assim, mediante as respostas, realiza-se um cálculo para através de porcentagem indicar qual tipo de Discalculia o usuário apresenta pela sua interação.
Público Alvo	Alunos com Discalculia
Resultados da Avaliação	O OA emite resultados baseados na fórmula proposta, mas não foi realizado um teste de validação de usabilidade do software, apesar do autor propor um delineamento experimental explicando uma forma de avaliar o OA, logo um teste prático seria necessário para uma validação dos objetivos propostos pelo OA.
Desenvolvimento do jogo	É desenvolvido em JAVA SE.
Tipo de jogo	Digital
Plataforma	Desktop

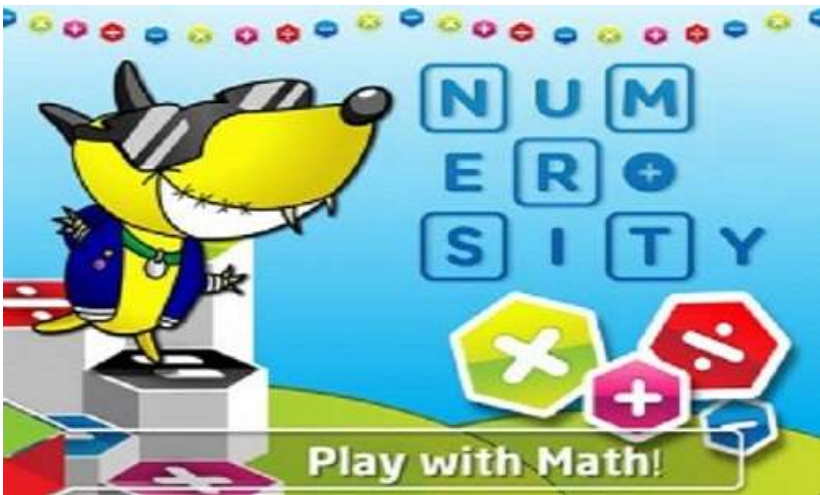
Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2.2 – Software Lúdico

Características	Descrição
Jogo	Software Lúdico (SÁ, 2013)
Tela do Jogo	
Descrição	Promove situações em que uma criança se depara no dia a dia, porém no contexto escolar, ou seja, com atividades comuns da Matemática, como, por exemplo, o uso do Tangram ou o jogo do cubo/garrafas.
Objetivo de Aprendizagem	Auxiliar o ensino da Matemática a crianças discalculicas.
Público Alvo	Crianças com Discalculia.
Resultados da Avaliação	Não houve teste de validação de usabilidade.
Desenvolvimento do jogo	O desenvolvimento utiliza o Adobe Flash Professional CS6.
Tipo de jogo	Digital
Plataforma	Desktop

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2.3 – Numerosity

Características	Descrição
Jogo	Numerosity – Play with Math (THOUGHTBOX, 2014)
Tela do Jogo	
Descrição	É um aplicativo destinado a crianças entre seis e oito anos de idade. Foi desenvolvido com o intuito de treinar a revisão dos conceitos matemáticos e para testar suas habilidades numéricas explorando o lúdico. Trata-se de um aplicativo pago e está disponível somente nos idiomas Inglês e Espanhol.
Objetivo de Aprendizagem	Auxiliar o ensino da Matemática.
Público Alvo	Livre para todos os públicos.
Resultados da Avaliação	Não foi possível obter acesso a resultados por ser um aplicativo pago.
Desenvolvimento do jogo	Não foi possível obter acesso a <i>engine</i> de desenvolvimento utilizada.
Tipo de jogo	Digital
Plataforma	<i>Desktop e IOS</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

2.6.1 Trabalho Proposto e Comparativo

Como mencionado, o trabalho proposto consiste no desenvolvimento de um OA funcional, fazendo uso dos principais princípios de interação e interface e técnicas de desenvolvimento.

A partir dos trabalhos relacionados apresentados, no Quadro 2.4 apresentam-se os

pontos fortes e fracos.

Quadro 2.4 – Análise comparativa dos trabalhos relacionados

Trabalho	Pontos Fortes	Pontos Fracos
OA NODIS	- Mapeamento das características da Discalculia; - Emissão de Prognósticos; e - Desenvolvimento de um delineamento experimental.	- Ausência de Banco de dados; e - Ausência de teste de validação da usabilidade.
Software Lúdico	- Levantamento bibliográfico; - Modelagem por <i>UML</i>; e - Atividades para exercitação.	- <i>Framework</i> de desenvolvimento pago; - Projeto de telas; - Ausência de Banco de dados; e - Ausência de teste de validação da usabilidade.
Numerosity	- Interface; e - Assuntos abordados.	- Aplicativo Pago; - Língua estrangeira; e - Relatórios.
Brincalculia (Trabalho Proposto)	- Emissão de Relatório - Permite expansão de ambientes; - Projeto de Interfaces; - Ambientação do OA; e - É multiplataforma para diversos contextos (<i>web</i>, <i>mobile</i> e <i>desktop</i>)	- Limitações Gráficas; e - Ausência de Armazenagem de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor

Vale ressaltar que no OA proposto pensou-se em um ambiente alternativo ao do cotidiano do aluno, ou seja, foram desenvolvidos atividades e desafios que se utilizam das características da Discalculia, mas em um ambiente lúdico, menos acadêmico e mais cotidiano, com o intuito de envolver o aluno, para que o mesmo não tenha a sensação de que está resolvendo atividades e exercitando, mas sim apenas se divertindo.

3 Objeto de Aprendizagem Brincalculia

Neste capítulo, a Seção 3.1 apresenta uma breve introdução do capítulo. A Seção 3.2 apresenta a investigação sobre a Discalculia. Na Seção 3.3 é descrita a modelagem em documento de design de jogos. E na Seção 3.4 é apresentado o OA Brincalculia.

3.1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se o OA “Brincalculia: o cálculo certo contra a Discalculia”. Para o desenvolvimento do OA, foi realizada uma investigação das características presentes na Discalculia, descrita na subseção 2.2.1. A partir dessa, foram criadas situações que pudessem explorar tais características.

A concepção seguiu um documento de *design* de jogos adaptado. Portanto, dada à possibilidade de inúmeras variáveis e formas de se construir um documento de *design*, o documento de *design* descrito para este trabalho será uma mesclagem entre o modelo de: (i) Alves e Battaiola (2017), com foco maior no conteúdo que o jogo irá abordar e nas características do público alvo que irá jogá-lo; e (ii) o modelo de Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004), focado mais na parte de desenvolvimento do jogo, nas mecânicas e dinâmicas que o jogo deve ter para propiciar uma maior diversão por parte dos jogadores para uma melhor adequação ao ambiente abordado.

Utilizou-se o modelo de desenvolvimento iterativo e incremental, uma vez que, devido a tempo de execução do projeto, a construção do OA foi dinâmica, mas partindo do princípio de seguir o documento de *design* de jogos. Portanto, a construção do OA deu-se por situação que contemplava certa característica da Discalculia.

Pensou-se em um ambiente lúdico baseado em jogos, em especial, RPG. E seus elementos foram abstraídos de maneira a tornar a interação de um aluno mais intuitiva, uma vez que as interfaces não deveriam servir de elemento que comprometessem o seu objetivo, ou seja, explorar situações inerentes a Discalculia. Logo, as interfaces são guiadas pela utilização de princípios básicos de *design*.

Por fim, elaborou-se um *design* experimental adaptado de Travassos (2002) apropriado para experimentação na Engenharia de Software.

3.2 Mapeamento da Discalculia

Para a construção de um mapeamento sobre as características da Discalculia foi desenvolvido um quadro comparativo com as informações obtidas da investigação da literatura pesquisada. Verificaram-se as afirmações da literatura entre autores distintos que tinha como objetivo obter um consenso entre as definições e meios de abordagem para cada um dos tipos de Discalculia.

Sendo assim, foi possível obter a construção dos desafios que se faziam necessários para criação do OA. Portanto, no Quadro 3.1 apresentam-se as características da Discalculia, com os autores que defendem e explicam as mesmas, com a atividade proposta pelo OA Brincalculia e o número do desafio a qual a característica representa.

Quadro 3.1 – Características Discalculia versus situação proposta para OA

Identificador	Dificuldade	Descrição/ Exemplo	Autores	Situação Proposta	Desafio no Game
CA01	Erro na formação de números	Geralmente ocorre a inversão de números, como a troca do 6 pelo 9, do 5 pelo 2, ou o aluno dizer dois quando na verdade o algarismo apresentado é o quatro.	(BASTOS, 2008) (VIEIRA, 2004) (SMITH; STRICK, 2009)	Comprar determinada quantidade, de produtos descartáveis.	7
CA02	Dificuldade com operações aritméticas	O aluno demonstra certa inabilidade para a manipulação e realização de operações aritméticas, o déficit de memória dificulta essa aprendizagem. Pode acontecer problemas em relação a orientação dos cálculos ou apresentação das operações a serem realizadas como, por exemplo, não conseguir lembrar que $2 + 3 = 5$.	(BASTOS, 2008; (VIEIRA, 2004) (FONSECA, 1984) (SMITH; STRICK, 2009)	Colocar no seu menu de itens o item mais barato de cada prateleira, somar os valores dos itens escolhidos e enviar a resposta do resultado.	12
CA03	Dificuldade para perceber a significação dos sinais	Dificuldade na interpretação da linguagem matemática e suas simbologias: adição (+), subtração (-), multiplicação (x), divisão (: ou /) e igualdade (=).	(BASTOS, 2008) (VIEIRA, 2004) (FONSECA, 1984) (SMITH; STRICK, 2009)	Comprar produtos descartáveis e gastar uma quantia específica.	5
CA04	Dificuldade para ler números multidígitos	O aluno apresenta dificuldade na leitura de números com casas decimais acima das centenas.	(BASTOS, 2008) (SMITH; STRICK, 2009)	Agrupar caixas de leite com o mesmo volume.	4
CA05	Dificuldade de transportar números	O aluno tem dificuldade para manipular e transferir os números para o local adequado na resolução de cálculos	(BASTOS, 2008) (SMITH; STRICK, 2009)	Colocar no seu menu de itens o item mais caro de cada prateleira, somar os valores dos itens escolhidos e enviar a resposta do resultado.	11
CA06	Ordenar números espacialmente	Dificuldade na ordenação e espaçamento dos números.	(BASTOS, 2008) (FONSECA, 1984) SILVA; COSTA, 2008)	Agrupar vasilhas de acordo com seu formato geométrico espacial.	3
CA07	Escassa habilidade para contar compreensivamente	Apresenta dificuldade para decorar a rotina dos números, possui déficit de memória e nomeia de forma incorreta os números.	(BASTOS, 2008) (FONSECA, 1984) (SILVA; COSTA, 2008)	Desafio organizando carrinhos de Fórmula 1 em trios de acordo com seu rótulo.	10

CA08	Dificuldade na compreensão dos conjuntos	Não consegue visualizar grupos de objetos nem compreender de maneira correta o significado de um grupo de objetos.	(FONSECA, 1984) (VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008)	Ordenar frutas de acordo com seu tamanho.	1
CA09	Dificuldade para compreender o princípio da conservação	Não consegue identificar que os valores 6, 3+3, 4+2 ou 5+1 correspondem ao mesmo resultado.	(FONSECA, 1984) (VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008)	Soma da quantidade de itens na caixa de alimentos que está na promoção.	8
CA10	Dificuldade em interpretar o valor de medidas	Não consegue fazer estimações certas sobre algo quando necessita dividir medidas em unidades.	(FONSECA, 1984) (VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008)	Ordenar caixa de leite de acordo com seu volume.	2
CA11	Dificuldade para aprender a dizer as horas	Não relaciona de maneira correta os minutos e segundos.	(VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008)	Organizar relógios digitais na prateleira, em ordem crescente, de acordo com o horário que cada um apresenta.	13
CA12	Dificuldade na compreensão do valor das moedas	Dificuldade na aquisição, na contagem e no princípio de conservação relacionado a quantidade de moedas e notas, como, por exemplo, uma moeda de R\$ 0,10 corresponde a duas moedas de R\$ 0,05.	(FONSECA, 1984) (VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008)	Comprar produtos descartáveis e voltar uma determinada quantia de troco.	6
CA13	Dificuldade em resolver problemas orais	O déficit de compreensão na leitura de problemas impede também a interpretação de questionamentos orais.	(FONSECA, 1984) (VIEIRA, 2004) (SILVA; COSTA, 2008) (SMITH; STRICK, 2009)	NA	NA
CA14	Aprender sistemas cardinais e ordinais	Confunde números cardinais e ordinais, não conseguindo identificar o que os diferenciam.	(FONSECA, 1984) (SILVA; COSTA, 2008)	Desafio pódio com carrinhos de Fórmula 1	9

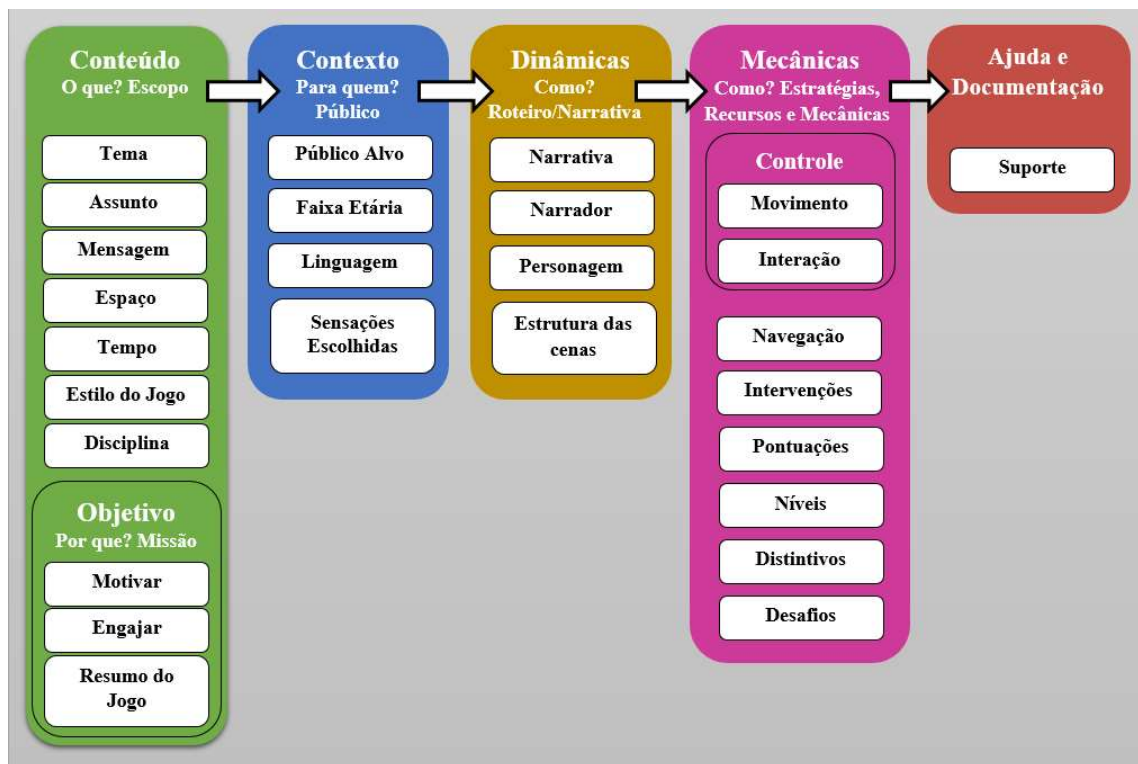
Legenda: CA – Característica Abordada; NA – Não se aplica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Modelagem do Documento de Design de Jogos

Nesta seção, apresenta-se o documento de *design* de jogos. Optou-se por realizar uma fusão dos modelos propostos por Alves e Battaiola (2017) e Hunicke, LeBlanc e Zubeck (2004) como mencionado no referencial teórico Seção 2.4, de maneira a tornar a descrição do OA mais completa. A Figura 3.2 ilustra as etapas seguidas.

Figura 3.1 – Documento de *design* de jogos adaptado de Alves e Battaiola (2017) e Hunicke (2004)



Fonte: Elaborada pelo autor

Inicialmente, definiu-se o conteúdo do software, o qual está apresentado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Documento de design do OA “Brincalculia: o cálculo certo contra a Discalculia”

Etapa		Descrição
Conteúdo	Tema	Discalculia.
	Assunto	Características da Discalculia e atividades direcionadas a cada característica.
	Mensagem	Fornecer um método alternativo de exercitação das características da discalculia com o intuito de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.
	Espaço	Supermercado fictício com diversas atividades explorando as características da Discalculia.
	Tempo	Contemporâneo, dias atuais.
	Estilo do Jogo	Role-playing Game, <i>Pluzze</i> .
	Disciplina	Matemática.
	Objetivos	
	Motivar	Estimular a exercitação e aprendizagem de conceitos da disciplina Matemática a fim de melhorar o desempenho de pessoas com Discalculia.
Contexto	Engajar	Utilização correta de conceitos Matemáticos.
	Resumo do Jogo	A estória baseia-se na interação de um Gerente e um estagiário aprendiz em seu primeiro emprego (avatar para a criança), em que será demandado desafios comumente relacionados à organização do supermercado, explorando, consequentemente, características como peso, tamanho, forma, entre outras comumente tidas como problemas entre soluções vividas por uma pessoa discalcúlica.
	Público Alvo	O público alvo principal será de alunos do ensino fundamental e médio, porém as atividades abordadas pelo OA por serem corriqueiras, não impede que o mesmo seja utilizado por pessoas de outras faixas etárias, que cursem ensino superior e até mesmo pessoas que não possuem nenhum tipo de escolaridade, bastando apenas saber ler e manusear um computador.
	Faixa Etária	Segundo Brasil (2017) a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) definiu que a alfabetização das crianças deverá ser concluída até o segundo ano do ensino fundamental, portanto definiu-se a faixa etária acima de 7 anos.
	Linguagem	Coloquial, sem uso de gírias.
	Sensações Escolhidas	Desafio e Descoberta.

Dinâmicas	Narrativa	A narrativa inicia-se com a apresentação dos personagens, para que o usuário estabeleça uma conexão com a história. Em seguida decorrem os cenários com desafios dado pelo gerente do personagem principal, em forma de pedido de desafios, compra de itens solicitados ou organização de prateleiras. O personagem principal poderá percorrer livremente pelo cenário, inclusive para, se quiser, sair sem cumprir os desafios.
	Narrador	Narrador oculto, podendo ser transformado em texto verbal no formato de caixa de diálogos.
	Personagens	Personagem principal é o estagiário do supermercado (jogador) e o Gerente um <i>Non-Player Character</i> .
	Estrutura das cenas	Será dividida em duas etapas. A primeira etapa será o personagem principal (jogador) recebendo o desafio do gerente; e a segunda etapa será o jogador percorrendo pelo cenário e resolvendo, ou não, o desafio. O jogo termina após o jogador ir até o caixa e não ter mais nenhum desafio a realizar ou sair do supermercado.
Mecânicas	Controles	Movimento Ao utilizar as teclas de navegação do teclado (cima, baixo, esquerda, direita) o usuário poderá mover o personagem pelo mapa. Durante a interação o mesmo fará uso do MOUSE para tentar solucionar a situação-problema proposta.
		Interação Quando pressionada a tecla ENTER próximo a alguma estante/prateleira ou objeto do cenário o usuário conseguirá interagir com o mesmo.
	Navegação	O usuário terá total liberdade para explorar o cenário do supermercado, inclusive poderá sair do mesmo sem cumprir os objetivos que foram solicitados a ele inicialmente.
	Intervenções	Apresentação dos desafios propostos através de analogias, para facilitar o entendimento do usuário.
	Pontuação	Não possui.
	Níveis	Não possui.
	Distintivos	NPCs que possuem exclamação sobre a cabeça correspondem a desafios que poderão ser iniciados ou interações disponíveis.
	Desafios	O usuário terá que completar os desafios propostos utilizando seus conhecimentos sobre Matemática, um desafio será apresentado inicialmente e explorará uma ou mais característica da Discalculia.
Ajuda e Documentação	Suporte	Multiplataforma.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 OA Brincalculia

O OA Brincalculia (Figura 3.2) foi desenvolvido utilizando a *game engine* Construct 3. A escolha por utilizar o motor de jogos Construct foi principalmente por sua capacidade multiplataforma, dessa forma sendo possível a distribuição para as plataformas *Web*, *mobile* e *desktop* sem ser necessária uma refatoração nem adaptação para cada contexto.

Figura 3.2 – Visão geral do OA “Brincalculia: o cálculo certo contra a Discalculia”



Fonte: Elaborada pelo autor

Para criação e implementação dos cenários, foi utilizada a ferramenta *Tiled Map Editor* (LINDEIJER, 2017). Esta ferramenta é gratuita e proporciona ao desenvolvedor utilizar a técnica de criação de cenários de jogos chamada de *Tile Map* em camadas.

O OA Brincalculia, na versão atual, é constituído por treze fases, em que cada fase aborda pelo menos uma das características da Discalculia apresentadas no Quadro 3.1. Dessa forma, é apresentado um contexto diferente e específico para a característica abordada por cada fase, contudo, sempre mantendo a ambientação simulando um ambiente de supermercado.

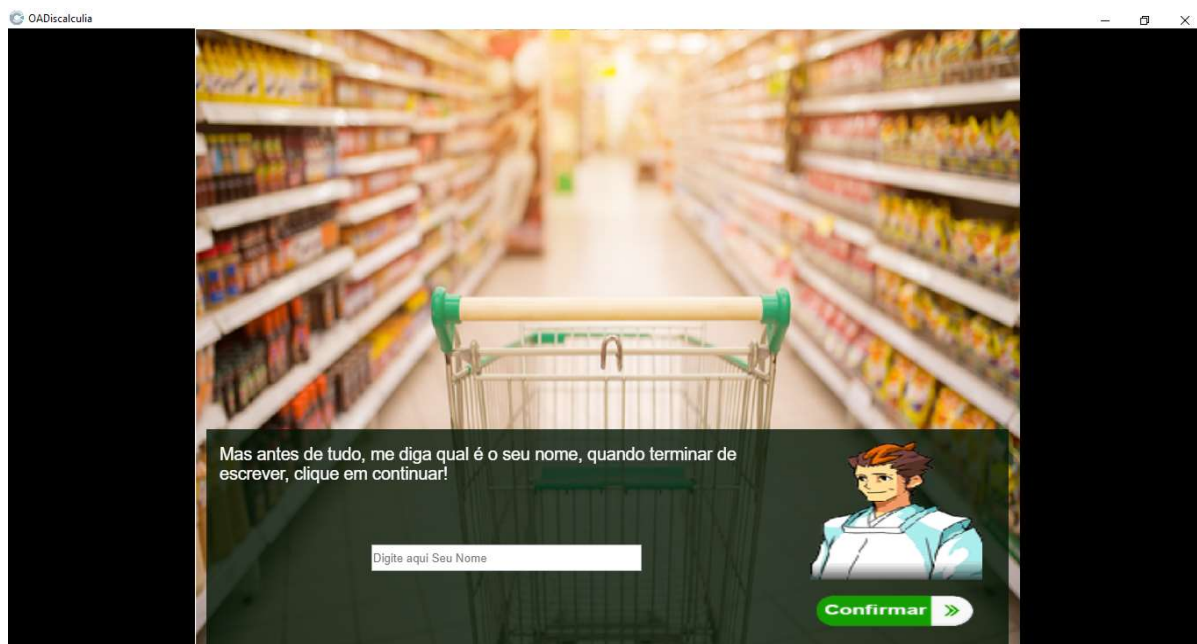
As Figuras 3.3 e 3.4 ilustram a tela de abertura e prólogo.

Figura 3.3 – Tela de menu inicial do OA Brincalculia



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 3.4 – Tela de prólogo do OA Brincalculia



Fonte: Elaborada pelo autor

A tela de prólogo (Figura 3.4) tem como função apresentar o problema inicial que o cenário do supermercado está passando, assim convidando o usuário a interagir com o OA, solicitando seu nome, e convidando-o a ajudar a solucionar os problemas do cenário.

Em seguida, tem-se o cenário que ambienta o OA, no qual há *Non-Players Character* (NPCs) que, quando disponíveis para interação, são identificados pela exclamação em vermelho sobre a cabeça e as prateleiras, cada uma com seu rótulo identificando que tipo de

prateleira é, onde serão realizados os desafios. A Figura 3.5 ilustra este cenário.

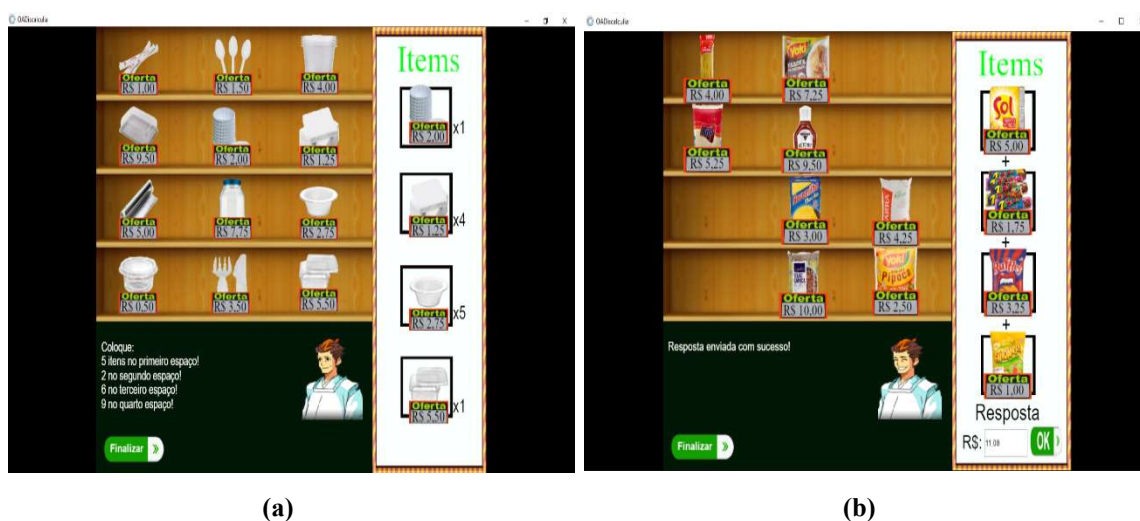
Figura 3.5 – Cenário principal do OA Brincalculia

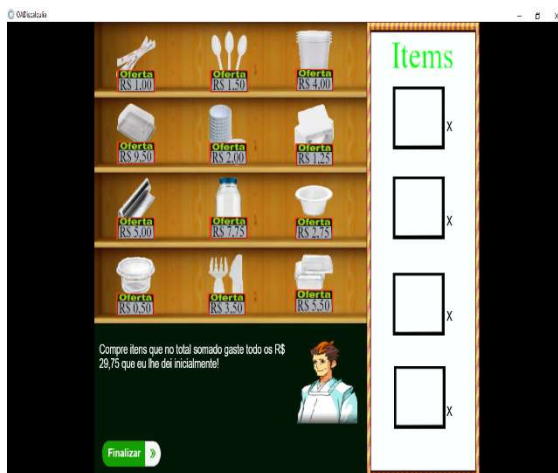


Fonte: Elaborada pelo autor

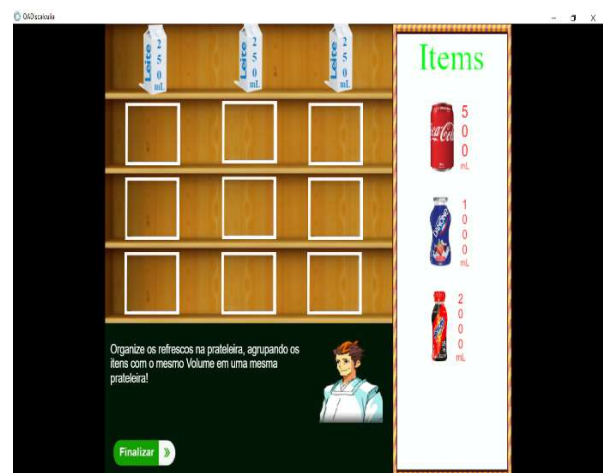
Assim, ao usuário interagir com um NPC, deverá ir até uma dada prateleira. Cada prateleira possui um desafio que avalia uma característica da Discalculia em que o usuário poderá responder completamente, parcialmente ou até mesmo sair do desafio sem solucioná-lo. Contudo, cada uma dessas decisões influencia no seu resultado final e logicamente no índice de Discalculia detectado pelo OA. A Figura 3.6 ilustra os desafios.

Figura 3.6 – Desafios do OA Brincalculia: (a) CA-01; (b) CA-02; (c) CA-03; (d) CA-04; (e) CA-05; (f) CA-06; (g) CA-07; (h) CA-08; (i) CA-09; (j) CA-10; (k) CA-11; (l) CA-12; e (m) CA-14

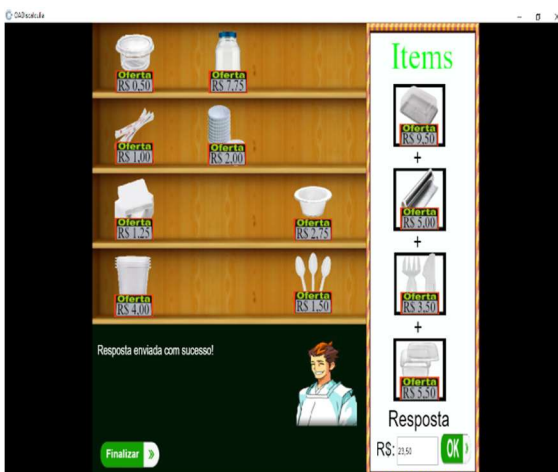




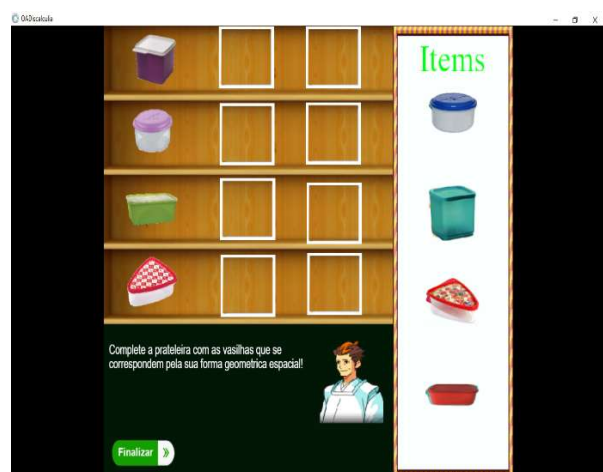
(c)



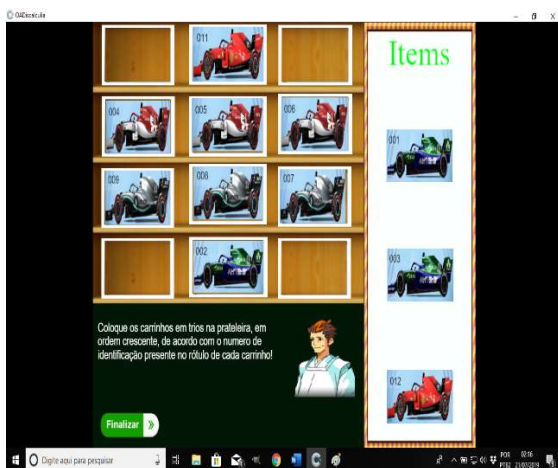
(d)



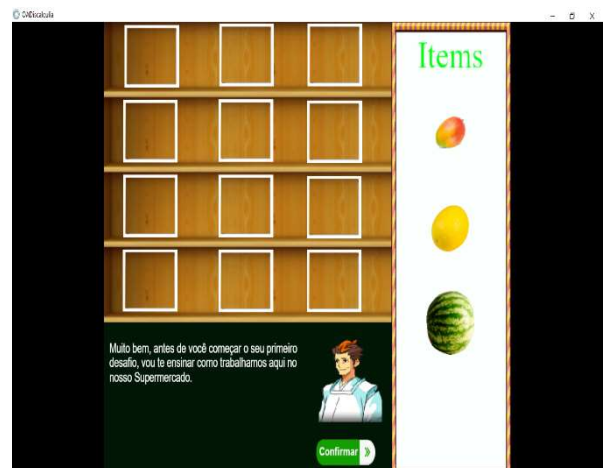
(e)



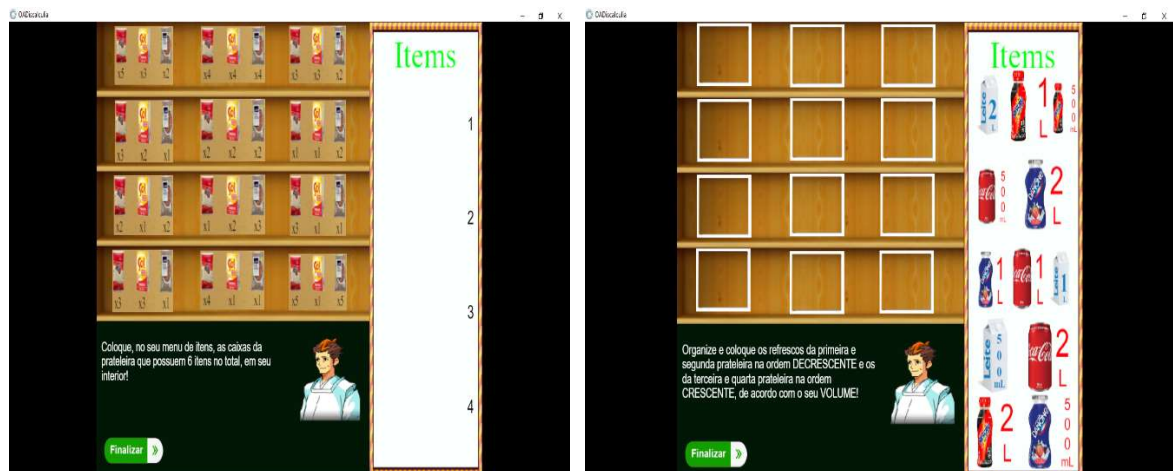
(f)



(g)

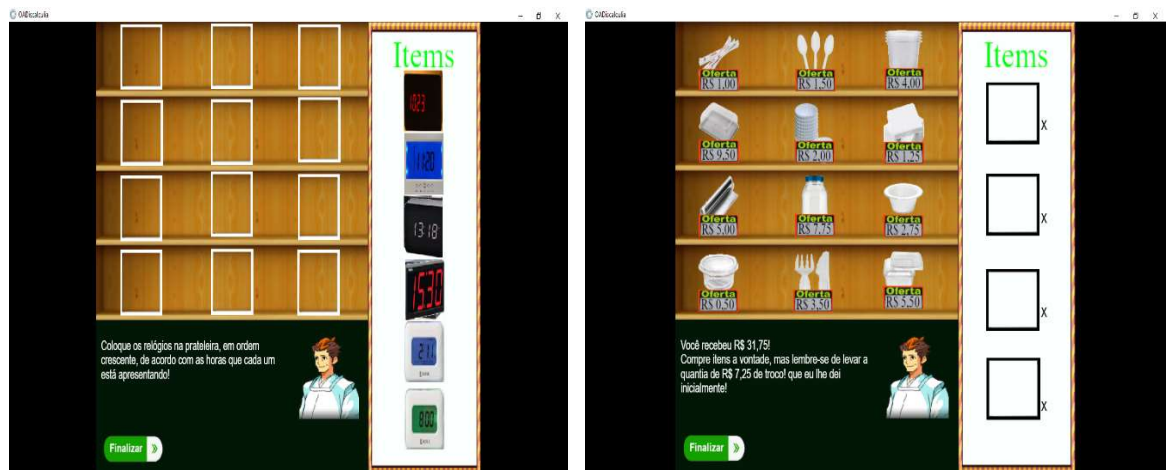


(h)



(i)

(j)



(k)

(l)

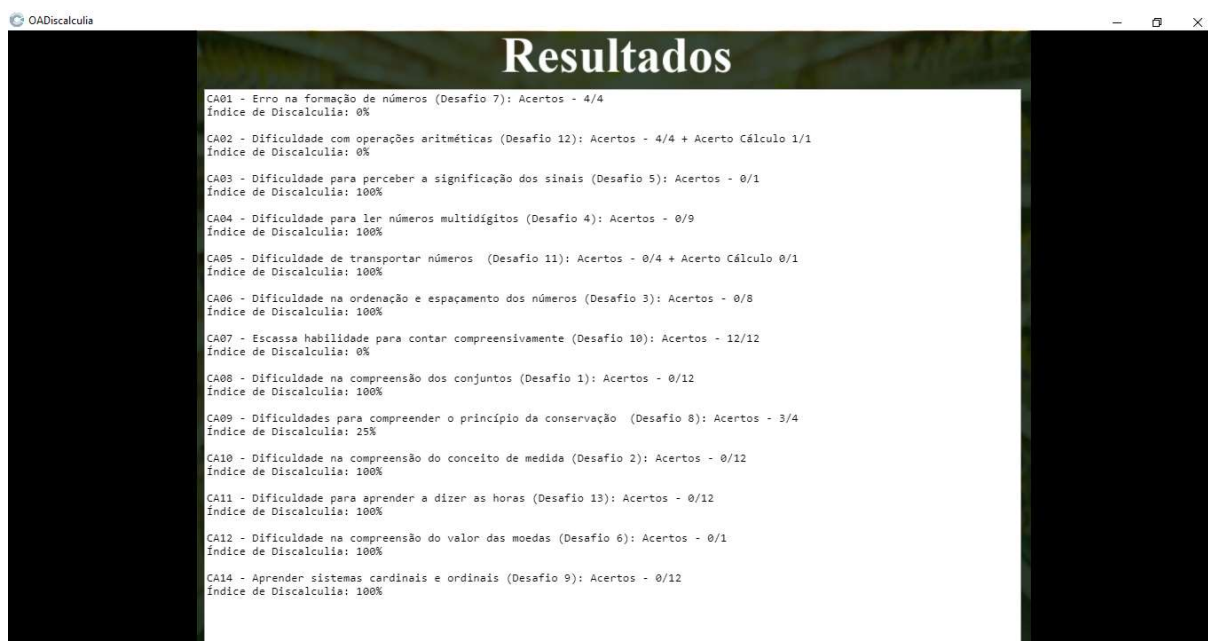


(m)

Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, após o término dos desafios pelo usuário ou escolha de saída do jogo, a tela de resultados é apresentada (Figura 3.7). Observam-se as características da Discalculia e o desafio em que dada característica está sendo avaliada, a quantidade fracionária de acertos e a incidência da Discalculia em porcentagem.

Figura 3.7 – Tela de Resultados do OA Brincalculia



Fonte: Elaborada pelo autor

Para evidenciar a qualidade do OA Brincalculia, realizou-se um estudo experimental, o qual é apresentado no próximo capítulo.

4 Estudo Experimental

Neste capítulo apresenta-se a metodologia que avalia a aceitação do OA proposto. Na Seção 4.1 tem-se uma breve introdução, enquanto na Seção 4.2 explana-se o design experimental e os resultados obtidos.

4.1 Introdução

Neste tópico pretende-se avaliar o OA Brincalculia no contexto do processo ensino e aprendizagem do conteúdo da disciplina de Matemática, em especial, sobre as características da Discalculia. Para isso, foram utilizadas técnicas de planejamento de experimentos para avaliar o seguinte plano experimental:

- A aceitação sob a ótica das interfaces e do conteúdo pedagógico abordado para auxiliar no tratamento da Discalculia.

Logo, o experimento avaliou se existe tal contribuição. É importante ressaltar que o estudo experimental realizado se preocupou apenas em caracterizar a existência de uma contribuição e aceitação do OA, e não tentar realizar qualquer discussão sobre metodologias para o tratamento do distúrbio.

Este experimento é descrito a partir de uma adaptação de Travassos et al. (2002).

4.2 Design Experimental

4.2.1 Objetivo Global

O objetivo desse estudo é avaliar o OA Brincalculia quanto a sua concepção para as características da Discalculia.

4.2.2 Objetivos da Medição

Tendo como base as questões referentes à usabilidade no que diz respeito à avaliação do OA, pretende-se mensurar uma pontuação de qualidade a partir do critério presente no seguinte questionamento: Qual a aceitação dos professores e psicopedagogos utilizando o software do ponto de vista de efetividade de uso, eficiência e a satisfação do usuário?

4.2.3 Objetivos de Estudo

O estudo visa **analisar** OA Brincalculia **com o propósito de** qualificar o OA, **em relação aos** critérios de efetividade de uso, eficiência e a satisfação do usuário sob o **ponto de vista de** utilização do OA como forma de auxiliar no tratamento de alunos discalcúlicos; e **no contexto de** professores da área das exatas e psicopedagogos.

4.2.4 Variáveis

As variáveis desse estudo são dependentes e independentes. Como **variável dependente** têm-se as respostas do questionário; e como **independentes** têm-se o questionário SUS; o OA Brincalculia e os assuntos tratados neste.

4.2.5 Seleção dos Indivíduos

Durante a realização desta pesquisa não houve a oportunidade de aplicar o OA proposto a alunos, em virtude do período escolar no momento do estudo, em que os alunos estavam divididos em parte em recesso e parte realizando avaliações de recuperação, além do fato de não haver garantias que esses fossem discalcúlicos, pois não há uma comprovação por meio documental ou clínico. Dessa forma, aponta-se esse cenário como uma ameaça a validade do estudo.

Dessa forma, a seleção dos indivíduos foi baseada na justificativa de um amplo estudo realizado por Desurvire (1994) o qual comparou testes de usabilidade, avaliação

heurística e percurso cognitivo, apresentando como resultados:

- Os resultados dos métodos de inspeção são melhores quando os avaliadores são especialistas em avaliação. Mesmo assim, não substituem o teste de usabilidade: nos experimentos relatados os melhores avaliadores, usando o método de melhor performance, não detectaram em média 56% dos problemas encontrados no teste de usabilidade; e
- Avaliação heurística permite uma avaliação global da interface facilitando a identificação de melhorias na interface. Foi a mais eficaz na detecção de erros e principalmente na identificação da maioria de erros sérios. Além disso é a de menor custo.

Segundo Jeffries et al. (1991), a avaliação heurística (*heuristic evaluation*) consiste do estudo aprofundado de um produto, conduzido por especialistas, com base em experiência e conhecimentos pessoais, com o propósito de identificar propriedades que possam traduzir problemas na usabilidade de tal produto. Tal ponto de vista é corroborado por Treu (1994), que lhe acrescenta a necessidade de inclusão de uma heurística escrita para guiar as atividades da equipe de avaliadores.

Jeffries et al. (1991) ainda complementa afirmando que de um certo modo, a intuição associada ao senso comum e ao conhecimento armazenado na memória de longa duração possibilita à maioria dos indivíduos emitir opiniões sobre o que é adequado ou não em um produto, dentro de contextos específicos.

Portanto, devido ao escopo estipulado, para a avaliação do OA Brincalculia foram convidados a participar do experimento professores da área de exatas e psicopedagogos. A escolha é justificada por esses serem profissionais que lidam com alunos discalcúlicos. Participaram 10 indivíduos, sendo 8 professores e 2 psicopedagogos.

4.2.6 Descrição da Instrumentação

Para execução do experimento, os indivíduos foram instruídos a utilizar o OA de maneira a explorar todo o seu ambiente, mas sempre com a premissa de considerar que a utilização é destinada a alunos com a Discalculia. A esses perguntou-se se havia conhecimento sobre a Discalculia, essencial para participação do experimento.

Esses participaram individualmente e em momentos distintos. Após a utilização do

OA, todos os indivíduos responderam ao questionário.

4.2.7 Ameaças a Validade do Estudo

A seleção dos indivíduos está atrelada ao fato de serem profissionais que podem lidar com a Discalculia. Mas não se julgou o grau de conhecimento desses, acreditando-se apenas em sua afirmação sobre conhecimento sobre o tema.

Os indivíduos não são discalcúlicos.

Por se tratar de um experimento controlado realizado no âmbito de um contexto de execução, não se podem generalizar os resultados mais amplamente para outros contextos que não o abordado.

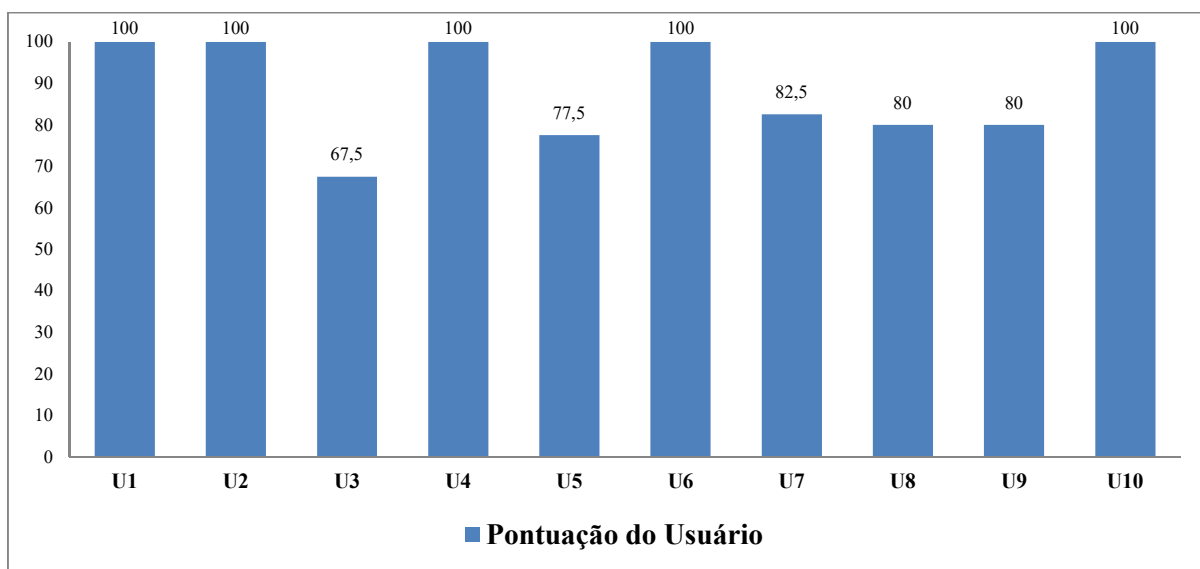
Fatores temporais não devem ser tidos como problema, pois a execução do experimento é viável e executável. A descrição deste estudo pode, inclusive, ser reproduzido e servir de referencial para outros.

O experimento foi devidamente planejado e orientado por um especialista na área de experimentos em Engenharia de Software, de maneira a garantir a correta execução.

4.2.8 Análise do SUS Score

A avaliação do OA fará uso do método de avaliação SUS (descrito na Seção 2.5). Para essa avaliação foram utilizadas apenas as perguntas e respostas do questionário do SUS (Apêndice A) adaptando as questões com o intuito de verificar a aceitação do OA utilizando o padrão adotado pela avaliação de usabilidade SUS.

Foram calculadas as pontuações de cada participante. Para as questões ímpares foi subtraído 1 do valor da escala e para as questões pares foi subtraído o valor da escala de 5. Depois foram somadas as pontuações das questões de cada usuário e multiplicadas por 2,5. Assim obteve-se a pontuação da avaliação de usabilidade de todos os participantes (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Pontuação da Avaliação SUS para o OA Brincalculia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo, a usabilidade e aceitação do OA obteve uma pontuação média geral de **88,75**. De acordo com Sauro (2011), a pontuação média do SUS é de 68, pontuações inferiores a 51 acarretam em software tido como ruins e que possuem sérios problemas de usabilidade e aceitação. Um aplicativo com uma boa usabilidade deve ter uma pontuação acima de 73. O que demonstra que o OA proposto neste trabalho obteve uma ótima pontuação, podendo ser considerado como **excelente software**, pois atingiu uma pontuação superior a 85 pontos.

5 Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as conclusões da pesquisa desenvolvida nesta Monografia. Na Seção 5.1 apresentam-se as considerações finais deste trabalho. Na Seção 5.2 descrevem-se as contribuições e na Seção 5.3 têm-se algumas propostas para trabalhos futuros.

5.1 Considerações Finais

Diante do que foi exposto ao longo deste trabalho, acredita-se ter realizada uma contribuição para a área, principalmente com a possibilidade de ampliação de recursos didáticos para uso de educadores, ao evidenciar os benefícios decorrentes da utilização de jogos digitais como OA.

Sempre frisando o fato de que jogos apenas devem ser vistos como ferramentas para auxiliar o professor, pois o intuito do trabalho didático-pedagógico com os jogos é incentivar o interesse do aluno pelo conteúdo em questão, cabendo ao professor a missão de orientar e esclarecer dúvidas decorrentes do conteúdo e estimular seus alunos a novos desafios a partir do aprendizado e cabendo ao profissional da saúde ou psicopedagogo avaliar e diagnosticar pessoas com Discalculia.

A proposta realizada do OA corrobora, ainda mais, as possibilidades do uso da tecnologia como método alternativo de suporte a Discalculia, exercitando e estimulando cada característica ao mesmo tempo em que avalia o usuário.

Por fim, infere-se que, quando utilizado adequadamente, a inclusão de OAs em ambientes educacionais e até mesmo sociais, pode tornar o processo de aprendizagem, no mínimo, mais atrativo, como também se mostra um meio de atingir a eficácia no desenvolvimento das atividades corriqueiras.

5.2 Contribuições da Pesquisa

Esta monografia apresenta as seguintes contribuições:

- Proposição de atividades e situações problemas relacionadas às características da Discalculia;
- Utilização de um documento de *design* de jogos que poderá servir de referencial a outros trabalhos;
- Desenvolvimento do OA Brincalculia, que poderá ser utilizado por professores, alunos, psicopedagogos e profissionais da saúde para auxiliar no processo do ensino e aprendizagem e ferramenta de auxílio na detecção de alunos discalcúlicos, se tornando assim uma importante ferramenta à identificação de características que predominam no perfil do usuário; e
- Contribuição de um experimento de Engenharia de Software que poderá servir de referencial a outros estudos.

5.3 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se que o OA Brincalculia possa ser expandido de cinco formas: (i) através da adição de novos componentes (fases e ambientes); bem como a adição de novos desafios que explorem as características da Discalculia em diferentes cenários que podem ser incorporados em um supermercado; (ii) adição de uma base de dados que armazene os dados dos usuários que utilizarem o OA, assim comparando resultados do mesmo e verificando possíveis evoluções; (iii) adicionar itens e objetos com melhor qualidade gráfica para uma melhor visualização e interação; (iv) adaptando o software para outras plataformas; e (v) em virtude da faixa etária do software tenha se dado como livre para todos os usuários existe uma necessidade de verificação de qual o melhor tipo de OA a ser aplicado em cada faixa etária, para isso, a realização de um experimento para avaliar diferentes tipos de OA, inclusive RPG, poderiam ser elaborados para ser feito este tipo de verificação que tanto beneficiaria uma produção de um OA futuro como também nas definições de faixa etária dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. S. D. **Dificuldades de aprendizagem em Matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao insucesso nesta área.** Monografia (Licenciatura em Matemática) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2006.

ALVES, M. M.; BATTAIOLA, A. L. Gamificação como estratégia de design para a animação interativa educacional. **Anais...** In: XVI Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames), Curitiba, nov, 2017.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. A. Determining what individual sus scores mean: adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, 2009.

BARRITT, C.; LEWIS, D.; WIESELER, W. **Cisco systems reusable information object strategy.Definition**, Creation Overview, and Guidelines Version 3.0, 1999.

BASTOS, J. A. **O cérebro e a matemática.** São Paulo: Edição do Autor, 2008.

_____; CECATO, A. M. T.; MARTINS, M. R. I.; GRECCA, K. R. R.; PIERINI R. **A prevalência da discalculia do desenvolvimento no sistema público de educação brasileiro.** Arquivos de Neuro-Psiquiatria, v.74, n. 3, São José do Rio Preto - SP, mar 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2016000300005&lang=pt>. Acesso em: 23 out. 2018.

BERNARDI, J. **Alunos com discalculia: o resgate da auto-estima e da auto-imagem através do lúdico.** Dissertação (Educação) — Pontifícia Universidade católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BRASIL. **Secretaria de educação a distância.** Ministério da Educação. 2005. Disponível em: <https://nte.ufsm.br/images/identidade_visual/Metodologiaaprendizagem.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

_____. **Base Nacional Comum Curricular.** Ministério da Educação, Brasília, MEC/SEF. 2017. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/47191-base-nacional-determina-que-criancas-sejam-alfabetizadas-ate-o-segundo-ano-do-fundamental>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CORSO, L.; DORNELES, B. **Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática.** 2010.

DESURVIRE, H.W. 'Faster, cheaper!! Are Usability Inspection Methods as Effective as Empirical Testing'? Nielsen, J. and Mack, R.L. (eds) Usability Inspection Methods, New York: John Wiley & Sons. 1994.

FERREIRA, A. B. D. H. **Novo dicionário aurélio da língua portuguesa. rio de janeiro: Nova fronteira,** 1989. With a view to preventing early psychic disturbances, we are interested in the, 2000.

FONSECA, V. **Uma introdução às dificuldades de aprendizagem.** Madrid, 1984.

GARCÍA, J. N.; RODRIGUES, J. H. Manual de dificuldades de aprendizagem: linguagem, leitura, escrita e matemática. **Artes Médicas**, Porto Alegre – RS, 1998.

GEARY, D. C. **Discalculia em idade precoce: características e potencial de influência sobre o desenvolvimento socioemocional**. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância 2006-2015 CEECD / SKC-ECD | DISTÚRBIOS DE APRENDIZAGEM, University of Missouri, EUA, mar 2006.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: A formal approach to game design and game research. **Proceedings...** In: AAAI Workshop on Challenges in Game AI. v. 4, n. 1, 2004. p. 1722.

JEFFRIES, R.; MILLER, J. R.; WHARTON, C.; UYEDA, K. M. User interface evaluation in the real world: A comparison of four techniques. **Proceedings...** in: ACM CHI'91 Conference (New Orleans, LA, April 28-May 2), 1991. p. 119-124.

JOHNSON, D. J.; MYKLEBUST, H. R.; SANVICENTE, M. Z. **Distúrbios de aprendizagem: princípios e práticas educacionais**. 1987.

KOSC, L. Developmental dyscalculia. **Journal of learning disabilities**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 7, n. 3, 1974. p. 164–177.

LIKERT, R. A. Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, n. 140, New York, 1932. p. 5–55

LINDEIJER, T. **Tiled**. 2017. Disponível em: <<https://www.mapeditor.org/>>. Acesso em: 25 de Jan. de 2019.

LTS, C. **Ieee learning technology standards committee (ltsc)**: Ieee p1484. 12 learning object metadata working group (home page). 2000.

MACACARI, P. da S. **Discalculia: Transtorno de Aprendizagem em Matemática**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2011.

MORAIS, R. X. T. D. **Software educacional: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula**. Monografia (Bach. Ciência da Computação) – Faculdade Lourenço Filho, Fortaleza, 2003.

PASSOS, A. Q.; CAZELLA, A. V.; ARAMAN, E. M. O.; DEL GROSSI, E. S. **Dificuldade de aprendizagem em matemática: Discalculia**. UNOPAR Cient., Londrina – PR – Brasil, jun 2011. p. 61–71.

RIBEIRO, R. O. **Usabilidade e aplicativos mobile de bibliotecas**. Monografia (Bach. Biblioteconomia) - Instituto de Ciências Humanas e da Informação da Universidade Federal Do Rio Grande, Rio Grande 2017.

SÁ, G. C. **Software Lúdico de apoio ao ensino aprendizagem da matemática para crianças com Discalculia**. Monografia (Bach. Sistemas de Informação) - Universidade do Planalto Catarinense - UNIPLAC, Lages, 2013.

SAURO, J. **Measuring usability with the system usability scale**. In: SPRINGER. [S.l.],

2011.

SILVA, W. C. da; COSTA, D. R. T. D. **Discalculia: uma abordagem à luz da educação matemática**. Projeto de Iniciação Científica, Universidade de Guarulhos, 2008.

SIQUEIRA, V. J. **Desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem NODIS para o Auxílio de Alunos Discalcúlicos**. 75 f. Monografia (Bach. em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2015.

SMITH, C.; STRICK, L. **Dificuldades de Aprendizagem de A a Z: Guia Completo para Educadores e Pais**. [S.l.]: Penso Editora, 2009.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. **Coleção Matemática: Brincadeiras Infantis nas Aulas de Matemática**. [S.l.]: Artmed, v. 1, 2000.

TRAVASSOS, G. H. **Introdução a Engenharia de Software Experimental**. Rio de Janeiro, 2002.

TREU, S. **User Interface Evaluation: A Structured Approach**, Plenum Press, NY. 1994.

THOUGHTBOX. **Numerosity: Play with multiplication**. Disponível em <http://www.thoughtboxlearning.net/>. Acesso em: 15 nov. 2018.

VENTURA, A. D. F. L. **Toolkit dos números para diagnóstico da discalculia**. Dissertação (Pós-Graduação) – Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, Porto, 2018.

VIEIRA, E. Transtornos na aprendizagem de matemática: número e a discalculia. In: **Ciênc. Let.**, n. 35, Porto Alegre, 2004. p. 109-120.

APÊNDICE A – Formulário SUS

Questão	Questionamento	DF 1	DP 2	N 3	CP 4	CF 5
01	Aumentou a motivação em utilizar jogos para auxiliar no aprendizado da matemática?					
02	Não é importante o uso do jogo para o aprendizado da Matemática?					
03	É possível usar o conhecimento adquirido no jogo em uma situação prática?					
04	O jogo não ensina como ele deve ser utilizá-lo?					
05	A atividade é apropriada e o uso do jogo facilitou a sua compreensão sobre conceitos matemáticos					
06	Não conseguiu transitar entre as telas do jogo com facilidade?					
07	Muitas pessoas aprenderiam usar rapidamente?					
08	O jogo é de difícil manuseio?					
09	Você se sente seguro quanto aos resultados obtidos no jogo?					
10	Não foi fácil aprender a usar o jogo?					

Legenda: DF – Discordo Fortemente; DP – Discordo Parcialmente; N – Neutro; CP - Concordo Parcialmente; e CF – Concordo Fortemente.

Fonte: Elaborado pelo autor.