



Universidade Católica do Salvador

Curso de Bacharelado em Engenharia de Software

Natália de Lima Conceição

Roberto Nascimento dos Santos

Sara Oliveira Lima Sena

Tatiane Ximenes de Oliveira Gabriel

Thiago de Melo Santos Gomes

Desenvolvimento de um aplicativo gamificado para o ensino de matemática básica para crianças com Síndrome de Down: uma abordagem utilizando elementos de gamificação como estratégia educacional

SALVADOR

2023

Natália de Lima Conceição
Roberto Nascimento dos Santos
Sara Oliveira Lima Sena
Tatiane Ximenes de Oliveira Gabriel
Thiago de Melo Santos Gomes

Desenvolvimento de um Aplicativo Gamificado para o
Ensino de Matemática Básica para Crianças com Síndrome
de Down: uma Abordagem Utilizando Elementos de
Gamificação como Estratégia Educacional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade
Católica do Salvador como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Msc. Fernando Cezar Reis Borges

SALVADOR

2023

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

FOLHA DE APROVAÇÃO

Natália de Lima Conceição
Roberto Nascimento dos Santos
Sara Oliveira Lima Sena
Tatiane Ximenes de Oliveira Gabriel
Thiago de Melo Santos Gomes

Desenvolvimento de um aplicativo gamificado para o ensino de matemática básica para crianças com Síndrome de Down: uma abordagem utilizando elementos de gamificação como estratégia educacional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Católica do Salvador como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Aprovado em: 27 de Junho de 2023 com nota 9,0

Banca Examinadora

Prof . Msc. Fernando Cezar Reis Borges
Orientador

Profa. Msc. Semíramis Ribeiro de Assis

Prof. Msc. Flávio Dusse

Dedicamos este trabalho a nossos familiares e amigos. Aos professores, em especial o Prof. Fernando Borges, além dos entrevistados que se disponibilizaram a avaliar nosso projeto e levantar considerações importantes para que ele pudesse acontecer.

AGRADECIMENTOS

Eu, Natália, gostaria de agradecer a Deus e Nossa Senhora pela minha vida e por ter chegado até aqui, agradeço também ao esforço de cada um nesta jornada, principalmente a minha força de vontade e dedicação durante esses anos no curso. Gostaria de agradecer também aos meus pais, que sempre me apoiaram e me apoiam até hoje, em especial, minha mãe.

Eu, Roberto, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha querida mãe e à minha amiga Natália por seu apoio fundamental durante minha jornada acadêmica. Minha mãe, Cristiane da Silva, com seu amor incondicional e encorajamento, me deu forças para superar desafios. Natália de Lima, com sua disposição em ouvir, compartilhar conhecimentos e oferecer conselhos valiosos, foi um verdadeiro pilar para minha jornada. A presença delas tornou essa experiência acadêmica significativa e especial. Sou eternamente grato por todo o suporte e este projeto reflete o impacto positivo que elas tiveram em minha jornada acadêmica.

Eu, Sara, agradeço primeiramente a Deus, pois toda honra e toda Glória é Dele e foi Ele que me sustentou até aqui. Agradeço aos meus pais, José e Maria Dilma, que são a base para tudo da minha vida e se cheguei até aqui foi pelo esforço de ambos. Ao maior amor do mundo, que são as minhas amadas irmãs Samanta e Samila Sena, minhas maiores referências, por todo incentivo, toda paciência e por todas as lutas que enfrentaram junto comigo, e que não foram poucas. Ao meu amor, companheiro e melhor amigo, Jônatas Melo, que segurou minha mão e lutou as minhas lutas e foi abraço, perseverança, paciência e cuidado. A minha pequena, minha filha Lara que é o combustível da minha vida e depois dela, descobrir a minha força. Aos meus professores, pelo ensino e pela paciência. Aos meus amigos, por todo apoio, por cada troca e por toda compreensão. Agradeço a minha estrela Soraia Sena (em memória), com dor de uma saudade eterna, pois essa conquista também é sua, de onde quer que você esteja.

Eu, Tatiane, agradeço primeiramente a Deus por toda permissão, livramento e bênçãos que me concebeu durante todo o tempo, em especial durante a loucura que é a graduação. A meus familiares, em especial minha mãe, a mulher mais incrível do mundo, Liliana Ximenes, por me ensinar que os estudos e a educação, além de moldarem o caráter de uma pessoa, são as armas mais poderosas que ela pode ter. Se não fosse por te ter como maior exemplo de admiração e amor ao próximo eu não seria metade da mulher que sou. A meu esposo e filha de quatro patas, Lyncon e Meg, por me aturarem diminuir os passeios e aumentar a conta de energia por passar os dias em frente ao computador. Aos meus amigos e professores, não posso deixar de agradecer ao prof. Fernando Borges e ao coordenador Osvaldo Requião Melo por todo o suporte, apoio, comprometimento e confiança.

Eu, Thiago, agradeço a Deus, por permitir essa conquista; a minha família, pelo apoio incondicional e aos amigos que tornaram a jornada mais leve.

Resumo. Esse Trabalho tem como objetivo apresentar um aplicativo gamificado para o ensino de matemática básica para crianças com Síndrome de Down com foco na faixa etária de 7 a 15 anos. O protótipo do aplicativo foi validado junto ao público alvo, a fim de perceber a receptividade desse público com a interface projetada. O projeto foi desenvolvido a partir da ideia da gamificação como mecanismo para o aprendizado da matemática com base nas contribuições do artigo "A identificação, análise e priorização de requisitos de aplicações gamificadas para o ensino de crianças com Síndrome de Down", por Souza *et al.* [36] que afirma que a gamificação é uma possibilidade viável para auxiliar o ensino das crianças com Síndrome de Down. O trabalho aborda ainda a importância da matemática unificada com a gamificação, como uma maneira de tornar o aprendizado mais envolvente e eficiente para o público alvo da pesquisa. Ficou claro, ao final do experimento, que o aplicativo de gamificação ainda tem alguns tópicos para evoluir, mas sua aplicação para apresentar melhorias no desenvolvimento da disciplina de matemática para crianças com Síndrome de Down demonstrou ser possível.

Palavras-chave: *Gamificação, Síndrome de Down, Tecnologia, educação especial, Tecnologia Assistiva na Educação, matemática.*

Abstract. *This Course Completion Work (TCC) aims to present a gamified application for teaching basic mathematics for children with Down Syndrome, focusing on the age group of 7 to 15 years. The prototype of the application was validated with the target audience, in order to perceive the receptiveness of this audience with the designed interface. The project was developed from the idea of gamification as a mechanism for learning mathematics based on the contributions of the article "Identificação, Análise e Priorização de Requisitos de Aplicações Gamificadas para Apoio ao Ensino de Crianças com Síndrome de Down", by Souza et al. [36] who states that gamification is a viable possibility to help teach children with Down Syndrome. This work also addresses the importance of unified mathematics with gamification, as a way to make learning more engaging and efficient for the target audience of the research. It was clear, at the end of the experiment, that the gamification application still has some features to evolve, but that it can be applied to improve the development of the mathematics discipline for children with Down Syndrome.*

Keywords: *Gamification, Down Syndrome, Technology, special education, Assistive Technology in Education.*

FICHA CATALOGRÁFICA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama do canal de fluxo	28
Figura 2	Protótipos de tela da plataforma S.A.M.	33
Figura 3	Telas do aplicativo de jogo Multipli Minute	34
Figura 4	Telas de jogo do aplicativo Rei da matemática	35
Figura 5	Nivelamento Fácil	36
Figura 6	Nivelamento Médio	37
Figura 7	Nivelamento Difícil	37
Figura 8	Palavra destacada em pergunta	39
Figura 9	Feedback e Recompensa	40
Figura 10	Loja	41
Figura 11	Diagrama de caso de uso - Requisitos Funcionais	49
Figura 12	Diagrama de caso de uso - Requisitos Não Funcionais	51
Figura 13	Tela inicial do Protótipo	53
Figura 14	Tela de informações do usuário	54
Figura 15	Tela de informações sobre o jogo	55
Figura 16	Tela de nivelamento 1	56
Figura 17	Tela de nivelamento 2	57
Figura 18	Tela de nivelamento 3	58
Figura 19	Tela de nivelamento 4	59
Figura 20	Tela de nivelamento 5	60
Figura 21	Tela de nivelamento 6	61
Figura 22	Tela de nivelamento 7	62
Figura 23	Tela de nivelamento 8	63
Figura 24	Tela de nivelamento 9	64
Figura 25	Tela de nivelamento 10	65
26	Tela de nivelamento 11	66

27	Tela de nivelamento 12	67
28	Tela de nivelamento 13	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Idade da criança com SD	41
Gráfico 2	Conhecimento dos números	42
Gráfico 3	Desempenho da criança, em matemática, aos olhos dos seus pais.	42
Gráfico 4	Avaliação para saber a opinião sobre aplicativos de jogos matemáticos.	43
Gráfico 5	Opinião sobre a gamificação.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados gerados a partir da análise do jogo pela criança 1.	64
Tabela 2	Resultados gerados a partir da análise do jogo pela criança 2.	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
AEE	Atendimento Educacional Especializado
IA	Inteligência Artificial
SD	Síndrome de Down

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	21
2. Objetivos.....	23
2.1. Objetivo Geral.....	23
2.2. Objetivos Específicos.....	23
3. Metodologia.....	23
4. A pesquisa.....	24
4.1. Características da Síndrome de Down (SD).....	24
4.2. Desafios enfrentados no ensino de matemática para crianças com SD.....	25
4.3. Gamificação como Ferramenta de Aprendizagem.....	26
4.3.1. Definição de gamificação.....	26
4.4. A utilização da gamificação no ensino de matemática.....	30
4.5. Benefícios da gamificação para o aprendizado de matemática para crianças com Síndrome de Down.....	32
5. Trabalhos correlatos.....	32
5.1 Exemplos de aplicativos gamificados para o ensino de matemática e outras áreas do conhecimento.....	32
6. Metodologia utilizada no desenvolvimento do aplicativo.....	35
6.1 Pré-avaliação.....	41
6.2 Escopo do projeto de desenvolvimento.....	47
6.3 Requisitos e Funcionalidades do aplicativo.....	48
6.3.1 Requisitos Funcionais.....	49
6.3.2 Requisitos não Funcionais.....	50
6.4 Fases e desafios do jogo.....	51
6.5 Protótipo.....	52
7.0 Metodologia utilizada na avaliação do aplicativo.....	69
7.1 Participantes da avaliação.....	69
7.2 Procedimentos de avaliação.....	69
7.3 Resultados da avaliação.....	69
7.4 Limitações.....	72
8. Considerações Finais.....	72
8.1 Contribuições do trabalho para a área.....	73
8.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	74
Referências.....	76
Apêndice A - Instrumento de coleta de dados.....	81
Apêndice B - Link para repositório do código do jogo no github.....	82

1. INTRODUÇÃO

"A Síndrome de *Down* também é conhecida como trissomia do cromossomo 21, pois se trata de uma alteração genética causada na divisão embrionária, que faz com que a pessoa tenha três ao invés de dois cromossomos no par 21. Essa alteração genética é marcada por características como olhos oblíquos, rosto arredondado, diminuição do tônus muscular e comprometimento intelectual. Os avanços na área de saúde têm permitido oferecer serviços especializados, proporcionando maior autonomia, e a inclusão escolar, social e profissional às pessoas com Síndrome de *Down*, como acontece nos atendimentos ofertados na APAE." [3].

Esse trabalho tem como objetivo apresentar um aplicativo gamificado, cujo nome é "T-21, Contando com diversão", para o ensino de matemática básica para crianças com Síndrome de *Down* com foco na faixa etária de 7 a 15 anos.

Segundo pesquisadores, as crianças com Síndrome de *Down* costumam ter dificuldades mais acentuadas na área da matemática [1, 21], porém, são totalmente capazes de desenvolver habilidades nessa disciplina e atingir desempenhos satisfatórios quando submetidas à abordagem correta. Cada criança possui dificuldades e ritmos de desenvolvimento individuais, por isso é necessário entender a necessidade de cada uma e auxiliar de maneira específica na aquisição de novos conceitos, especialmente quando se leciona matemática [21].

A matemática é fundamental para o ensino de uma criança, ela proporciona melhorias no desenvolvimento de habilidades cognitivas, por exemplo, raciocínio lógico; resolução de problemas, possibilitando o desenvolvimento de competências necessárias para o dia a dia; organização; pensamento lógico e rápido, e tomada de decisões [35]. Fica evidente a necessidade de se desenvolver estratégias de ensino de matemática lúdicas, capazes de realmente engajar os alunos portadores de SD devido à importância de garantir que as crianças com SD tenham acesso a esses benefícios, visto que os métodos de ensino tradicionais já não têm tanto apelo para as crianças que vivem imersas num mundo de tecnologia, além disso, as metodologias tradicionais têm dificuldade de superar os desafios inerentes ao ensino de matemática [13], como o desinteresse, a desatenção e a perda de foco, que são intensificados pela presença da deficiência intelectual [21].

Diversos trabalhos na área acadêmica já demonstraram o potencial da gamificação na educação. A aplicação de conceitos de games em atividades educacionais auxilia no desenvolvimento cognitivo e mantém o aluno mais envolvido no processo educacional através do conceito de experiência de fluxo, um estado ótimo no qual o aluno no papel de jogador experimenta uma sensação de grande engajamento, concentração e satisfação na realização das atividades [8].

"Em situações e contextos específicos, o jogador pode ser incentivado a uma experiência de fluxo, caracterizada por um estado "ótimo", onde alta motivação, concentração e desempenho estão presentes. O jogador mantém-se em um sentimento de total envolvimento com as tarefas propostas, evocando um bem-estar subjetivo surpreendente." [8].

O tema deste trabalho de conclusão de curso foi escolhido como uma ferramenta de apoio ao ensino personalizado de matemática e ensino personalizado para as crianças que têm Síndrome de *Down*. Além disso, há o objetivo de validar que a união da gamificação com o ensino adaptado de matemática pode proporcionar diversas melhorias no desenvolvimento mental e intelectual dessas crianças em comparação com metodologias tradicionais.

O restante deste trabalho está organizado como se segue. No Capítulo 2 é apresentado o objetivo do trabalho, enquanto que o Capítulo 3 traz a metodologia adotada. No Capítulo 4 está apresentada a pesquisa a partir de estudos sobre a Síndrome de Down, enquanto que nos Capítulos 5 e 6 são apresentadas as metodologias utilizadas para o desenvolvimento e avaliação do aplicativo, respectivamente. Finalmente, no Capítulo 7 é apresentada a conclusão desta monografia.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Esse trabalho de conclusão de curso tem como objetivo desenvolver um aplicativo gamificado voltado ao ensino de matemática básica, contendo níveis, desafios, recompensas, histórias entre cada nível e *feedbacks* imediatos a cada resposta resolvida, o jogo deverá ajudar no desenvolvimento do ensino de matemática para crianças com Síndrome de *Down*, auxiliando-as a evoluir cada vez mais no aprendizado da matemática, a partir da gamificação. Nessa atividade, é importante ter sempre ao lado o responsável pela criança para poder auxiliá-la durante o uso. O aplicativo poderá ser utilizado em sala de aula de forma individual, ficando a critério da instituição se irá utilizar em sala de aula ou não.

Como resultado final é esperado que essas crianças consigam evoluir com a ajuda do jogo, melhorando seu desenvolvimento cognitivo e sua independência na aprendizagem da matemática, influenciando assim em outros fatores do dia a dia.

2.2. Objetivos Específicos

- Melhorar a capacidade de raciocínio lógico de crianças com Síndrome de *Down* por meio da matemática;
- Apoiar no ensino da matemática utilizado por professores que atuam com crianças com Síndrome de *Down*;
- Validar a eficácia de jogos educativos no ensino da matemática para crianças com Síndrome de *Down*;
- Aprimorar o ensino da matemática para as crianças com Síndrome de *Down*, ajudando no desenvolvimento das mesmas.

3. Metodologia

O desenvolvimento deste projeto tem como base o artigo científico “A identificação, análise e priorização de requisitos de aplicações gamificadas para o ensino de crianças com Síndrome de *Down*” [36].

A partir desse artigo, foi feita uma pesquisa com diversos outros autores de trabalhos científicos, que falam sobre a inclusão de crianças com Síndrome de *Down* na rede

regular de ensino, que escreveram sobre o uso de jogos interativos por crianças com Síndrome de *Down* [31, 29].

Com a pesquisa, foi observado a possibilidade de construir um aplicativo para disponibilizar um jogo que favoreça o desenvolvimento de habilidades cognitivas com o uso da matemática e, com isso, foram definidos os primeiros requisitos para o desenvolvimento da aplicação.

Complementando o levantamento, foram feitas visitas à Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Salvador onde foram levantados mais insumos importantes para auxiliar na construção do aplicativo.

4. A pesquisa

4.1. Características da Síndrome de *Down* (SD)

Os primeiros trabalhos científicos sobre a SD datam do século XIX, embora existam indícios de que esteve sempre presente na humanidade. A condição genética que desencadeia a SD ocorre durante a concepção, com a formação da célula zigoto ou imediatamente após a concepção. Essa condição genética ocorre na espécie humana uma vez a cada 700/900 indivíduos nascidos vivos, sendo que esse número não apresenta variações relevantes no que diz respeito a região geográfica, classe social, raça, credo ou clima [23].

Segundo estudos, a incidência da SD está mais associada à idade da mãe e à presença de alterações cromossômicas nos pais. Esse quadro clínico, de modo global, se traduz por atraso mental, fenótipo característico, atrasos em diversos planos do desenvolvimento, além de uma variedade de condições médicas associadas [7].

A SD foi a primeira condição clínica que se acompanha por graus variáveis de Deficiência Mental identificada como tendo por causa primária uma anormalidade cromossômica, a presença adicional de um autossomo 21, chamada de trissomia do autossomo 21 [23].

Existem complicações que a maioria das crianças portadoras podem apresentar, sendo elas a dificuldade para sugar, engolir, manter a firmeza em sustentar a cabeça e os membros, dentre outros pontos que são observados nas crianças de formas variáveis, pois nem todos costumam ter as mesmas características. A SD não tem cura, trata-se de uma

anomalia das próprias células, no entanto, é possível trabalhar no desenvolvimento motor e intelectual dos portadores dessa condição por meio de terapia e acompanhamento profissional adequado [7].

4.2. Desafios enfrentados no ensino de matemática para crianças com SD

O ensino da matemática para crianças com Síndrome de *Down* pode apresentar diversos desafios [21]. As crianças apresentam um certo atraso no desenvolvimento cognitivo, nas funções mentais e motoras, sendo elas a atenção, percepção, linguagem, pensamento, memória, resolução de problemas, raciocínio lógico, equilíbrio, coordenação motora e habilidades motoras visuais [21]. A falta dessas funções podem gerar mais dificuldades no aprendizado em diversas áreas, incluindo o da matemática.

A falta de recursos pedagógicos para o ensino da matemática para essas crianças também vem a ser um desafio enfrentado pelas crianças e pelos próprios pais, já que muitos materiais didáticos não são adaptados às necessidades específicas e às dificuldades individuais que cada uma delas enfrentam. Cada criança com Síndrome de *Down* possui um ritmo de aprendizagem diferente [25], com isso vem a necessidade de criar um ensino personalizado e otimizado para cada uma delas, prestando atenção em todos os pontos necessários.

No artigo de Silva *et al.* é discutido as dificuldades que os professores enfrentam ao ensinar a matemática para as crianças com Síndrome de *Down* e os desafios que as crianças enfrentam, levando em conta a memória de curto prazo, lentidão na compreensão e nas habilidades de leitura e interpretação dos problemas. Com isso estabelece recursos visuais e manipulativos, como a repetição que ajuda a deixar os conceitos mais compreensíveis para os alunos com a Síndrome de *Down* [37].

Em outro artigo *Yokoyama*, também discute a abordagem de ensino na matemática para alunos com Síndrome de *Down*, que vem a ser por meios de objetos físicos, desenhos, esquemas e símbolos matemáticos, deixando de forma mais clara e compreensiva os conceitos. No artigo foi discutido pesquisas existentes sobre a abordagem de ensino e traz relatos de experiências em sala de aula, tendo resultados significativos em vários pontos [47].

De acordo com Costa *et al.*, os alunos com Síndrome de *Down* enfrentam sérias dificuldades com a própria linguagem matemática, com raciocínio abstrato, com memória de curto prazo, atenção e foco, processamento visual e espacial que acabam

afetando a capacidade desses alunos de aprender matemática de uma forma tradicional, sendo necessário a aplicação de abordagens adaptativas as necessidades apresentadas por cada criança. No artigo de Costa et al. foi feita uma pesquisa para conseguir avaliar as habilidades de onze crianças com Síndrome de *Down* na área da matemática e dez crianças com desenvolvimento típico, com idades de seis e dez anos, indicando resultados mais baixos para os participantes com Síndrome de *Down*, onde esse desempenho pode estar ligado nas dificuldades do desempenho da memória, raciocínio e abstração [45].

4.3. Gamificação como Ferramenta de Aprendizagem

Para que seja possível entender o papel da gamificação na educação, é importante conhecer o conceito de game que é justamente a raiz da palavra gamificação. *Kapp* define *game* como “um sistema nos quais jogadores são engajados em desafios abstratos definidos por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em um bônus quantificável que geralmente provoca uma reação emocional” [20]. Entende-se por esta definição, que um jogador joga um jogo devido ao constante *feedback* e interatividade presentes, que trabalham junto com o sistema para provocar uma reação emocional, geralmente positiva e atrelada à diversão, por meio da entrega de um bônus quantificável ao fim do jogo ou sessão de jogo.

A gamificação consiste em usar elementos de games em situações da vida real de modo a aproveitar os seus efeitos benéficos no ser humano, como a potencialização da concentração, o engajamento, a sensação de prazer e satisfação [8]. A utilização de jogos na educação, por exemplo, proporciona uma aprendizagem de forma divertida, tornando o processo mais leve, aumentando a participação dos alunos, extraindo os elementos agradáveis e divertidos de forma adaptada ao ensino. A ideia de novos desafios e recompensas, advindas da gamificação, faz com que esta seja uma das mais eficazes ferramentas para estimular a aprendizagem [27].

4.3.1. Definição de gamificação

Atualmente existe um fenômeno na indústria de *software* que consiste no surgimento em massa de produtos que agregam em sua construção diversas características inspiradas nos *videogames*. Os produtos de *software* que consolidam essas características são ditos "gamificados" e se apresentam como soluções para situações reais que utilizam conceitos de games, como níveis, emblemas, recompensas, bônus, placar de líderes,

entre outros; como fator motivacional e potencializador de performance, interesse e produtividade dos usuários [20]. Ao longo do tempo, o fenômeno da gamificação chamou a atenção de muitos pesquisadores que buscaram criar uma definição geral para o termo que pudesse ser academicamente aceito.

Acredita-se que o termo gamificação foi primeiramente cunhado pelo programador britânico Nick Pelling em 2002, que afirma que a sua aplicação está voltada para o mundo real, para situações que lidamos no nosso dia a dia, utilizando de elementos, mecanismos, dinâmicas e técnicas de jogos para alcançar objetivos profissionais, escolares ou sociais do indivíduo. Como por exemplo, cooperação; resolução de problemas; cumprimento de metas; estudar e ganhar prêmios [2].

"Ela não envolve necessariamente a participação em um jogo, mas aproveita, dos jogos, os elementos que produzem os benefícios. A gamificação usa a estética, a estrutura, a forma de raciocinar presente nos games, tendo como resultado tanto motivar ações como promover aprendizagens ou resolver problemas, utilizando as estratégias que tornam o *game* interessante. Estas são as mesmas usadas para resolver problemas internos ao jogo, mas em situações reais." [24].

Navarro define que o objetivo principal da gamificação é criar envolvimento entre o indivíduo em determinada situação, aumentando o interesse, o engajamento e a eficiência na realização de uma tarefa específica, buscando mudar o comportamento desse indivíduo [25].

Ainda segundo Caroline e Gabriel [24], "existe uma lista de elementos que podem ser usados para gamificar uma atividade qualquer:

- estabelecer um desafio;
- definir uma condição de vitória;
- criar um sistema de pontos;
- oferecer recompensas de Status, Acesso, Poder e Coisas;
- atualizar o quadro de líderes (globais ou parciais);
- fornecer emblemas para motivar os jogadores;
- favorecer a visibilidade em redes sociais e mudança de status;
- estabelecer um novo desafio."

Segundo Deterding *et al.*, gamificação é o uso de elementos de *game design* em

contextos que não são de jogos. Alguns dos principais elementos de *game design* responsáveis por tornar um *videogame* bom são: autorrepresentação através de avatares; ambientes tridimensionais; contexto narrativo; *feedback*; medidores de reputação, ranques e níveis; marketplace e economia; competição sob regras explícitas; sistemas de comunicação simples e pressão por tempo. Todos esses elementos podem ser encontrados também fora dos jogos eletrônicos e se analisados isoladamente não se pode dizer que são conceitos específicos dos jogos. Isso abre espaço para a criação de sistemas gamificados na vida real ao se utilizar desses elementos em sua construção [8].

É também um ponto chave compreender que a entidade (processo/coisa) sendo gamificada precisa já possuir valor intrínseco, caso contrário, puramente adicionar elementos de *game design* em algo não estimado pelo usuário, não vai estimular o consumo e o engajamento [8].

"Se você tem um site de notícias que não tem notícias novas a cada dia, adicionar gamificação não ajuda, e você terá grandes problemas de negócios. Mas se a sua oferta tem um valor intrínseco central que os usuários desejam, então aplicar a gamificação pode aprofundar seu engajamento e desejo de participar. [...] Como qualquer outra coisa, a gamificação pode ser bem feita e pode ser mal feita. As empresas que veem o sucesso de aplicações como o Foursquare ou Farmville e apenas tentam copiar o que eles veem, sem entender as partes interessadas e suas necessidades, são destinadas ao fracasso - assim como aqueles que acham que podem oferecer recompensas, pontos, insígnias e incentivos vazios para manipular os usuários a fazerem coisas que não querem fazer." [8].

É interessante notar na abordagem de Deterding que existem cuidados importantes a se tomar quando se propõe um sistema gamificado. Primeiramente deve-se atentar para se utilizar de forma adequada e bem implementada os elementos de *game design*, segundo, deve-se compreender que isso, somente, não garante o sucesso da entidade gamificada se esta não tiver valor intrínseco a oferecer para o usuário [8]. Tecendo um paralelo com o desafio de desenvolver uma aplicação gamificada para o ensino de matemática para crianças com Síndrome de *Down*, fica claro o compromisso que o time de desenvolvimento deve ter com a boa implementação dos elementos de *game design* citados na literatura revisada, de modo que corroborem para que o valor da ferramenta,

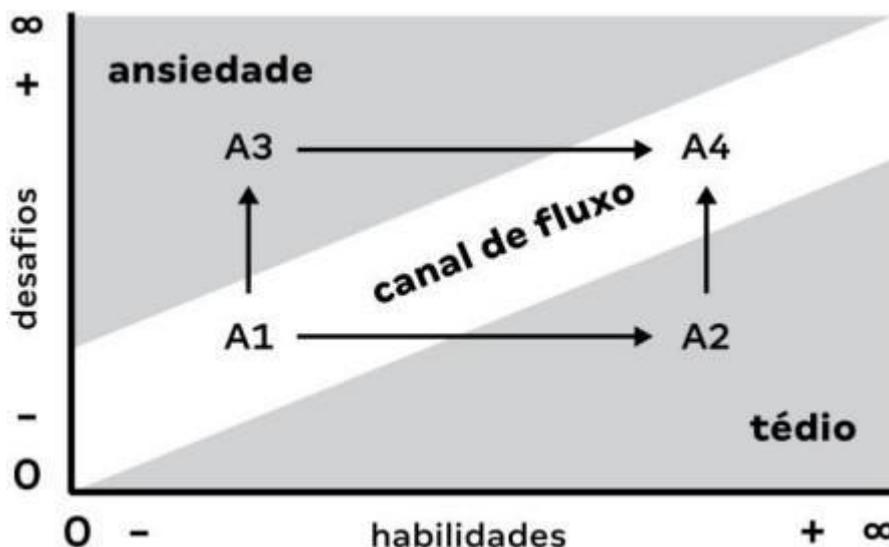
que é o apoio ao aprendizado de competências matemáticas de forma lúdica, seja sentido em plenitude pelos usuários diretos (crianças com SD) e indiretos (pais, professores, terapeutas) .

Segundo *Kapp*, gamificação é utilizar mecânicas, estética e raciocínio de jogo para engajar pessoas, motivar ações, promover aprendizagem e resolver problemas [20]. A definição proposta por *Kapp* é consciente do papel que a gamificação desempenha na promoção da aprendizagem. Visto que, nos dias atuais, grande parte das crianças na idade alvo deste trabalho já tiveram contato com jogos eletrônicos durante anos e são facilmente entediadas pelas metodologias tradicionais, é inegável o papel crucial que a gamificação tem a desempenhar nos processos educacionais.

De acordo com *Deterding et al.*, nas aplicações gamificadas, são empregados diversos elementos de design de jogos. O que diferencia a gamificação dos *serious game* é a intenção de construir um sistema que inclua esses elementos dos jogos, ao invés de um jogo completo [12]. Dessa forma, é entendido que a gamificação é um recurso que utiliza formatos, mecânicas e funcionalidades essenciais que são encontradas nos jogos, tornando-se um recurso fundamental no contexto na qual estamos inseridos.

Através da análise de estudos acadêmicos primários e secundários sobre gamificação e jogos, é natural surgir a necessidade de entender de onde vem o potencial dos games e contextos gamificados em engajar usuários a completar tarefas e cumprir objetivos. A explicação é psicológica. *Csikszentmihalyi* e posteriormente *Souza et al.*, apresentaram o conceito de "experiência de fluxo" que pode ser entendido como um estado de perfeita harmonia entre mente e corpo, no qual o indivíduo encontra-se imerso em uma atividade com alta concentração, energia e desempenho com senso diferenciado do tempo e sensação de pleno controle de suas ações e do ambiente. Para que a experiência de fluxo ocorra, certas condições precisam acontecer: metas e objetivos claros, estruturados e de escopo fechado, com pouco ou nenhum espaço para múltiplas interpretações; *feedbacks* imediatos; equilíbrio entre os desafios e a habilidade exigida para superá-los [10, 36].

Figura 1. Diagrama do canal de fluxo



Fonte: Souza *et al.* apud Csikszentmihalyi [36].

"O estado de fluxo é permeado por outros estados indesejáveis: o estado de tédio, no qual a habilidade do indivíduo é superior ao desafio proposto, produzindo falta de interesse na tarefa; e o estado de ansiedade, no qual a dificuldade do desafio é maior que a habilidade do indivíduo, o que causa sofrimento e desconforto." [36].

O poder dos games e processos gamificados em gerar engajamento, vem da premissa de manter o usuário no canal de fluxo durante o cumprimento de uma tarefa enquanto satisfaz necessidades humanas básicas de conquista e reconhecimento [36].

4.4. A utilização da gamificação no ensino de matemática

Um dos âmbitos que a gamificação alcança é o educacional. Com a evolução de tudo que existe ao nosso redor, a educação não poderia permanecer a mesma. Se antes os estudantes estavam desmotivados para ir à escola, com a gamificação o interesse tende a voltar [24].

O documento (BRASIL, 1997) aponta que, para as crianças, os jogos possuem sentidos funcionais como: jogos de exercício, simbólicos, de regras e de grupo [35].

“(…) Os jogos de exercício são fontes de significados e, portanto, possibilitam compreensão, geram satisfação, formam hábitos que se estruturam num sistema. Essa repetição funcional também deve estar presente na atividade escolar, pois é importante no sentido de ajudar a criança a perceber regularidades. Os chamados jogos simbólicos são aqueles em que os significados das coisas passam a ser imaginados pelas crianças. Ao criarem analogias, tornam-se produtoras de linguagens, criadoras de convenções, capacitando-se para se submeterem a regras e dar explicações. Além disso, passam a compreender e a utilizar convenções e regras que serão empregadas no processo de ensino e aprendizagem. Quanto aos jogos com regras, são fundamentais, pois as crianças passam a compreender que as regras podem ser combinações arbitrárias que os jogadores definem; percebem também que só podem jogar em função da jogada do outro (ou da jogada anterior, se o jogo for solitário). E os jogos de grupo representam tanto uma conquista cognitiva, emocional, moral e social para a criança, quanto um estímulo para o desenvolvimento do seu raciocínio lógico.” [35].

Segundo Alves *et al.*, compreender a importância dos jogos para o desenvolvimento da aprendizagem matemática é reconhecer que os alunos conseguem aprender de forma satisfatória os conceitos inseridos nessa metodologia de ensino, desde que as atividades sejam planejadas de acordo com os componentes curriculares e o nível da turma e que serão executadas [2]. Quando se fala de matemática a situação fica ainda mais complicada, visto que é uma matéria que muitos estudantes se queixam de não conseguirem aprender e é a disciplina escolar com um dos índices mais baixos de aprovação.

”Os jogos aparecem como sugestões em diversas publicações na área da Matemática, cabendo ao professor organizar a utilização e manipulação adequada desses instrumentos, assim visando explorar junto com seus alunos todos os aspectos lógico matemáticos presentes nessas atividades. A partir dessa organização, o professor propõe alcançar o objetivo no seu planejamento de ensino, fazendo uma contextualização das etapas

presentes no jogo." [2].

É grande o desafio por trás da gamificação no âmbito educacional, e ela se dá pela dificuldade de unir os jogos aos componentes curriculares [24].

4.5. Benefícios da gamificação para o aprendizado de matemática para crianças com Síndrome de *Down*

Os benefícios da gamificação na aprendizagem de matemática está atrelada às possibilidades de intervenção educativa, que podem acontecer nas salas de aulas ou em casa. Para isso, se faz necessário a preparação ou especialização dos profissionais que trabalham com crianças com SD (professores, tutores, médicos), os pais ou responsáveis. Eles precisam ter um certo conhecimento sobre informática e afinidade com os recursos tecnológicos existentes.

A própria gamificação já traz benefícios para a criança com SD, como o estímulo à aprendizagem, diminuição do estresse, desenvolvimento da lógica e concentração. As atividades gamificadas ainda geram o estímulo do trabalho em equipe, tornam o ensino mais atrativo, permitem a segmentação do conteúdo, contribuem para o desenvolvimento da habilidade analítica, promovem o desenvolvimento de competências socioemocionais, além de colaborar com a fixação do conhecimento por meio de canais multissensoriais [19].

Esses benefícios estão ligados a melhora em habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas, coordenação visomotora, atenção, compreensão de conceitos abstratos, realização de cálculos mentais, contagem, reconhecimento de padrões, resolução de problemas matemáticos e compreensão dos diferentes campos de aplicação da matemática [19].

5. Trabalhos correlatos

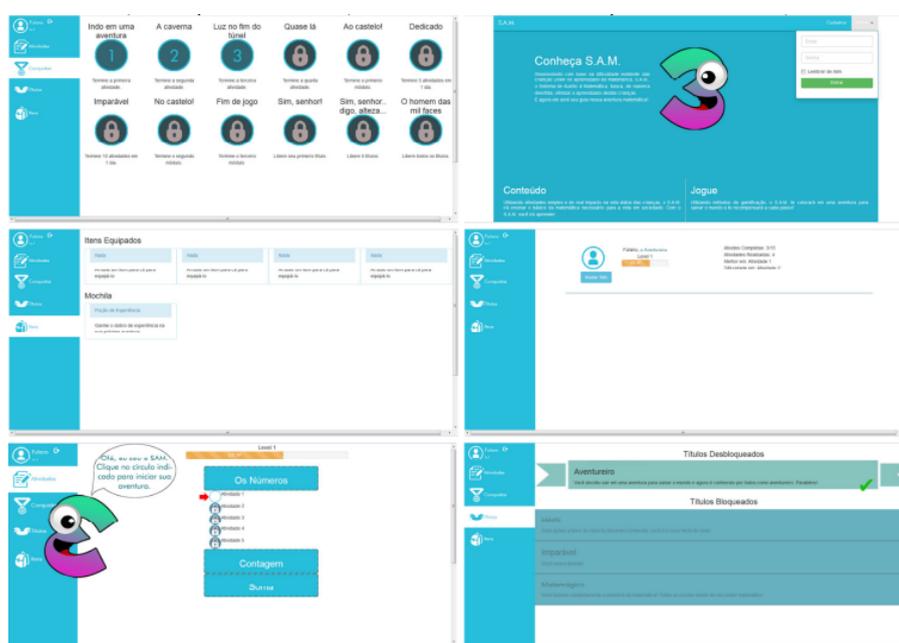
5.1 Exemplos de aplicativos gamificados para o ensino de matemática e outras áreas do conhecimento

Nesta seção será detalhado os aplicativos gamificados que são utilizados nos dias atuais:

- Plataforma SAM: É uma plataforma de aprendizado *web*, gamificada e colaborativa voltada ao ensino da matemática para jovens e crianças portadoras
-

de Síndrome de *Down*. Seus criadores, Antônio Lundgren e Zildomar Félix, utilizam um mascote e mostrou em seu artigo (Plataforma SAM: a gamificação e a colaboração em uma plataforma de aprendizagem para o ensino da matemática em crianças portadoras de Síndrome de *Down*”) ter potencial e bons resultados para o objetivo em que foi lançado. Para chegar a tal resultado foram feitas comparações de características entre ele e outros dois jogos: o programa Somar e a aplicação móvel MathDS [14];

Figura 2: Protótipos de tela da plataforma S.A.M.



Fonte: Artigo “S.A.M.: Uma plataforma gamificada de ensino da matemática voltada a crianças com Síndrome de Down”, 2015 [22].

- **Multipli Minute:** É um jogo que apresenta a tabuada ao contrário. Que permite treiná-la de forma divertida, fazendo com que o jogador raciocine e exercite sua memória. Considerado livre para todas as idades, foi desenvolvido pela empresa Afiii - que cria produtos e serviços inovadores com diversos graus e níveis de complexidade, combinando as dimensões pedagógica e lúdica [4];

Figura 3: Telas do aplicativo de jogo Multipli Minute.



Fonte: Afiii, Play Store - Multipli Minute, 2023.

- *StudyGe*: É um aplicativo que traz um quiz para ajudá-lo a lembrar a localização dos países, suas capitais e bandeiras. O usuário é recompensado pelas respostas corretas e pode competir com outros jogadores. Tendo em seu histórico de alterações a primeira no dia 10 de março de 2021. Desenvolvido pela Lev Mitrofanov com indicação para crianças a partir de 4 anos de idade. Sua classificação é de 4.8 contando com 520 avaliações [4];
- *Balloons*: Desenvolvido por *Samer Kassem* é um jogo que requer muito reflexo, memorização, estratégia e tomada de decisão instantânea. O aplicativo é *puzzle* de balões para estimular movimentos lógicos e treinar o raciocínio lógico. Sua classificação é livre para todos e sua última atualização foi no ano de 2015 [4];
- *Rei da matemática*: É um aplicativo que transforma o aprendizado da disciplina em jogo e organiza cada tema em seções que precisam ser vencidas. A recompensa é a evolução do seu personagem. Foi lançado no dia 22 de março de 2013 pela *Oddrobo Software* com indicação para crianças a partir de 4 anos de idade. Contando com mais de 3 mil avaliações, em sua grande maioria com *feedbacks* positivos [20];

Figura 4: Telas de jogo do aplicativo Rei da matemática.



Fonte: Oddrobo Software AB, Play Store - Rei da matemática, 2023.

6. Metodologia utilizada no desenvolvimento do aplicativo

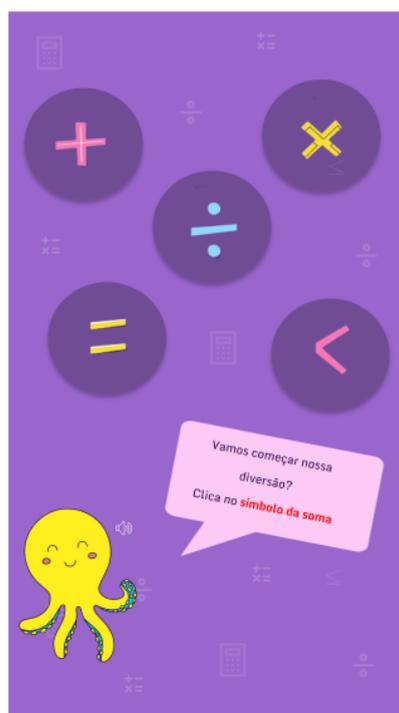
O jogo “Contando com diversão” tem como objetivo ensinar matemática básica para crianças com Síndrome de *Down* entre sete e quinze anos de idade, fazendo com que esse ensino seja divertido, didático e acessível, adequando-se às necessidades conforme a idade da criança e seu progresso nos níveis do aplicativo, retornando *feedbacks* constantes aos seus usuários.

A metodologia empregada na concepção do aplicativo foi utilizar os insumos da pesquisa exploratória realizada acerca do tema, bem como a coleta da opinião das partes interessadas e público-alvo, como pais e educadores, por meio de questionário, com o objetivo de elicitare e refinar os requisitos do sistema, visando implementar o jogo de forma a entregar o máximo de valor no que diz respeito ao ensino de matemática para crianças com deficiência intelectual, em especial Síndrome de *Down*. Dessa forma, foi feita uma pesquisa bibliográfica, buscando maior conhecimento sobre o assunto. Todas as fontes de livros e artigos utilizados estão identificados nas referências bibliográficas deste artigo.

Jogos educacionais precisam ser muito bem projetados para causar engajamento, que é um dos componentes fundamentais para atingir a eficiência educacional [16]. Uma das formas de manter jogadores engajados é por meio da experiência de fluxo, um estado de completa imersão e absorção numa atividade [10], também denominado como Experiência Ótima pela Teoria de Fluxo. O jogo Contando com Diversão, é composto por *minigames*, pequenos desafios individuais e em sequência que apresentam uma pergunta ou problema matemático para o usuário responder.

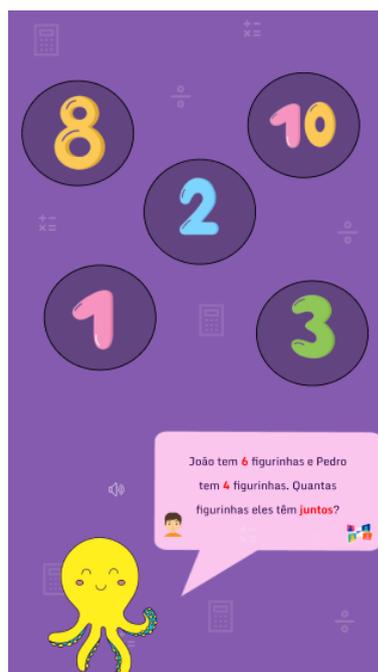
Para evitar os estados indesejáveis de tédio e ansiedade que tangenciam a experiência de fluxo, abrangidos por *Csikszentmihalyi* [10], foi implementado um sistema de dificuldade adaptativa por meio de perguntas de nivelamento no qual a quantidade de acertos, bem como a dificuldade das questões acertadas e erradas, inferem o nível de habilidade inicial do jogador para proporcionar a melhor experiência de usuário possível de modo que a Experiência Ótima seja favorecida e não sejam apresentadas questões muito fáceis, causando tédio e desinteresse. ou muito difíceis, causando ansiedade, sofrimento e aflição. As figuras 2, 3 , e 4 mostram perguntas de nivelamento dos níveis fácil, médio e difícil.

Figura 5. Nivelamento Fácil



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 6. Nivelamento Médio



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 6. Nivelamento Difícil



Fonte: elaborada pelos autores.

Segundo Wang [44], existem diversos tipos de sistemas de recompensa e estes podem ser vistos como motivadores dos jogadores, sendo as Mensagens de *Feedback*, o tipo

mais utilizado para conceder recompensas instantâneas. O *feedback* positivo instantâneo que jogadores recebem após completar ações com sucesso tem o propósito de criar emoções positivas e não é limitado a jogos casuais [16]. Diversos estudos, como Reeves *et al.* [26] e Bracken *et al.* [6] demonstram que elogios e criticismo gerados por computador têm o poder de afetar as emoções e o comportamento humano. Wang [44] ainda descreve outros tipos de sistema de recompensa, como Recursos Coletáveis de valor, como moedas e itens, e Conteúdo Desbloqueável. Jogadores tendem a empregar bastante esforço na coleta de recursos virtuais em jogos bem projetados Yee [46]. Já no caso do Conteúdo Desbloqueável, os mecanismos de desbloqueio são pensados para manter a curiosidade do jogador sobre o que pode ser disponibilizado dentro do jogo no futuro e para fazer os jogadores sentirem que sempre há algo novo para conquistar Gee [16].

O aplicativo Contando com Diversão implementa os três tipos de recompensa citados no parágrafo anterior:

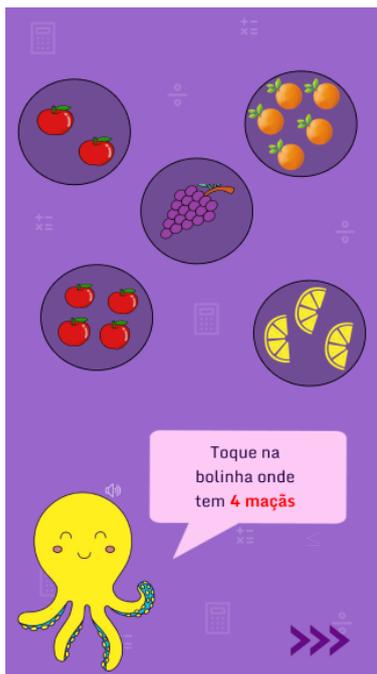
- Mensagem de *Feedback*: sempre que o usuário resolve um *minigame* corretamente, é exibida uma tela com uma mensagem motivacional e um elogio com o intuito de gerar reforço positivo por recompensa instantânea;
- Recursos Coletáveis: quando o usuário resolve corretamente um *minigame*, ele ganha uma estrela. Estrelas são recompensas quantificáveis e funcionam no jogo como moeda. O saldo de estrelas pode ser visto na Loja;
- Conteúdo Desbloqueável: O jogo possui uma loja de itens virtuais cosméticos que os jogadores podem desbloquear ao custo de estrelas. Os itens da loja incluem novos mascotes e roupas para os mascotes.

É esperado que o sistema de recompensas do aplicativo proposto neste trabalho contribua para criar um ambiente de jogo motivador, divertido e com alto fator de *replay*, fazendo com que os jogadores joguem várias vezes para coletar itens e desbloquear conteúdo. Embora o objetivo principal de um *serious game* seja fornecer um benefício funcional em vez de entreter o jogador, o prazer é um componente crucial nesse processo, uma vez que jogos sérios divertidos e agradáveis proporcionam um melhor resultado funcional Noemi e Pelasos [25, 27] e têm um maior fator *replay* Giannakkos [9].

Até então nesta seção foram citadas referências utilizadas para conceber o aplicativo “Contando com Diversão” no que diz respeito principalmente a *game-design*, mas para concebê-lo como uma ferramenta de ensino adaptativa para crianças com Síndrome de Down, as contribuições do artigo *Identificação, Análise e Priorização de Requisitos de Aplicações Gamificadas para Apoio ao Ensino de Crianças com Síndrome de Down* [36], foram fundamentais para a idealização das telas e navegabilidade do sistema de forma acessível e inclusiva.

Vários dos requisitos apresentados no trabalho citado foram implementados no aplicativo, em especial os requisitos de interface e navegação, a exemplo de: “Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases” e “Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados, tais como: estrelas no fundo, setas, elementos coloridos”. Na figura 5, pode-se observar uma tela do jogo Contando com Diversão, onde foram incorporados os elementos citados ao destacar em negrito e em tom de vermelho o termo chave da sentença como recurso de acessibilidade a fim de favorecer uma melhor compreensão da pergunta. Na figura 6, é mostrada a implementação do requisito “Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.”. Na tela da figura 7, são implementados os requisitos “Criar um sistema monetário que permita que os jogadores recebam dinheiro fictício dentro da aplicação e possam comprar itens para customizar seus avatares.” e “Criar uma loja dentro do próprio aplicativo que possibilite aos jogadores gastarem o dinheiro recebido nas missões/atividades.”

Figura 8. Palavra destacada em pergunta



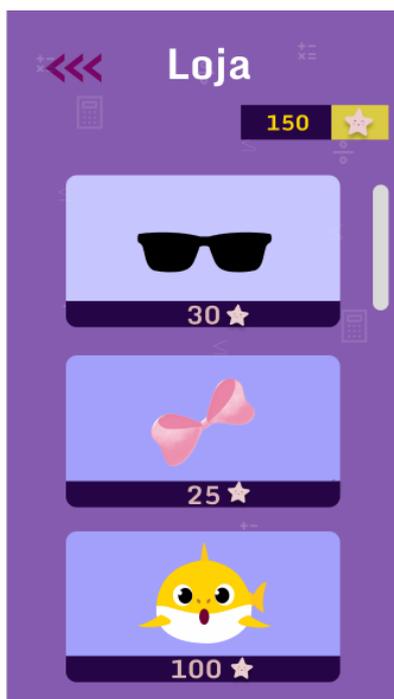
Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 9. Feedback e Recompensa



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 10. Loja



Fonte: elaborada pelos autores.

6.1 Pré-avaliação

Para complementar o conjunto de conhecimentos adquirido na pesquisa, foram feitos contatos com a instituição APAE de Salvador e com as mães que frequentam essa instituição a fim de ampliar, enriquecer e validar o trabalho aqui apresentado, foi criado um formulário, onde foi disponibilizado para coleta de informações de mães ou pais de crianças com Síndrome de *Down*. Esse formulário foi acessado por 14 mães, onde foram registradas informações relevantes que foram usadas como suporte para o segmento do desenvolvimento do jogo.

O retorno por parte dos educadores foi bastante positivo, eles acharam a ideia muito interessante e até inovadora. Comentaram bastante sobre acreditar que a gamificação traz muito benefício para as crianças com Síndrome de *Down*, e exatamente por isso acharam a iniciativa tão boa assim. Todos parabenizaram demais a equipe como um todo, pela atitude, pelo projeto e pelo desenvolvimento em que ele se encontra. Esperam que a implementação ajude e auxilie não só as crianças mas também suas mães.

Foi apresentado o projeto e enviado o protótipo para avaliação dos profissionais. O primeiro a trazer um retorno sobre o projeto foi Emmerson de Araújo, que trabalha com crianças com SD há alguns anos e uma de suas especializações é a informática educativa. Ele sempre costuma jogar antes de apresentar o jogo ou softwares para seus educandos e pessoas que atende no individual, como o *software* não foi concluído ele

analisou as telas prototipadas. Sua primeira observação é voltada para a cor das telas, lilás claro, ele afirma que é uma cor que acalma “mas para um *software* ou aplicativo essa cor acaba impedindo que acessem os conteúdos a olho nu, de uma forma mais objetiva, eu creio que uma cor mais escura até o próprio lilás mais escuro funcionaria melhor”. Seu comentário está voltado para a preocupação e inclusão de crianças com baixa visão, o que acabaria dificultando o aprendizado. A ideia de um animalzinho, neste caso o polvo, ganhou pontos positivos por oferecer ao inconsciente um tom de possibilidades por meio de seus tentáculos. Emmerson também percebe e cita que as cores muito misturadas em algumas telas pode ser algo a se alterar, pois, com seus educandos, ele nota que elas se sentem mais à vontade e o retorno é mais positivo quando as 'telas/jogos' são mais neutros e práticos.

Elisângela Cardoso é professora do AEE (Atendimento Educacional Especializado) e também comentou sobre o protótipo. Ela comentou que logo na primeira tela o game parece ser de fácil acesso, comenta que “alunos com deficiência intelectual que já possuem habilidades de cálculo mental simples de adição, ou com suporte de um adulto do lado realizando leitura e mediando o processo”. Voltando o *game* para área que mais atua, alunos com deficiência intelectual, ela sente a necessidade de que as crianças aprendam cálculo mental, leitura e escrita. Uma de suas sugestões é que o game “poderia iniciar com um jogo da memória de cores e/ou de números e aos poucos mudar de fase e aumentar o grau de dificuldade. Tipo somar ganhos”. A segunda de suas sugestões é implementar áudio nas telas de pontos ganhos: “você marcou ponto, mudou de fase, parabéns!”, citando como um reforço positivo, como diz *Skinner*. Sua terceira sugestão é que palavras que vão trazer retorno satisfatório para as crianças como ‘parabéns, você ganhou!’ seja escrita em caixa alta. Sua quarta sugestão é criar um clima mais desafiador para a criança: ao invés de fornecer a resposta correta após a criança errar, é dá oportunidades para a criança refletir e realizar testes sobre o assunto. Sua quinta e última sugestão é que seria mais prático se existisse um menu ou alguma forma de mudança de jogos.

Elisângela reforça que na sua prática pedagógica de AEE percebe que pouquíssimos dos seus alunos sabem ler ou escrever em letras cursivas, são adeptos a letra bastão. Da mesma forma que o Emmerson, Elisângela reforça que a utilização de áudio durante todas as telas é essencial para que crianças com dificuldade de interpretação de texto e alunos que ainda não estão alfabetizados possam jogar.

Tathiana Sanches tem sua graduação em pedagogia, curso do Magisterio, graduação em Letras com Espanhol e duas pós graduações sendo uma em Psicopedagogia com Ênfase em Educação Especial e outra em Atendimento Escolar Especializado, atua hoje como professora na Educação Infantil na Rede Pública Municipal com vínculo efetivo nas cidades de Petrolina, Pernambuco e Alagoinhas, também já atuou no AEE, fez algumas considerações importantes sobre o protótipo desenvolvido, ela relatou que gostou bastante do jogo, que as cores escolhidas para o design do jogo foram muito bem pensadas pois não cansam visualmente, fazendo com que o amarelo contraste bastante com o lilás que foi aplicado no fundo, falou da importância de ter áudios nas etapas, através, as crianças com Síndrome de *Down*, na maioria das vezes possuem deficiência intelectual e acabam tendo grandes dificuldades com a leitura, então o áudio é de extrema importância nas perguntas, nos incentivos, com as frases negativas quando o usuário do jogo vier a errar alguma das perguntas propostas, deu como sugestão o exemplo de ser uma voz adequada para o público, como as vozes dos personagens de desenhos animados, já que a interação no aplicativo fica entre o usuário e o mascote que é o polvo. Tathiana ressaltou que o aplicativo é muito útil para a área de educação, pois é compreensível o avanço da tecnologia e as recompensas que estão sendo geradas por meio desse crescimento, pois a tecnologia passou a ser uma grande aliada para o ensino de crianças, principalmente de crianças que necessitam de atenção maior, que são as crianças que apresentam algum tipo de deficiência. Finalizou suas observações informando que faria o uso do material que à foi disponibilizado para análise e aplicaria nos seus alunos, pois acredita que trará muitos impactos positivos na vida das crianças no âmbito educacional.

Marcele Dias é pedagoga, psicopedagoga, neuropsicopedagoga e especialista em Educação especial e inclusiva. Marcelle ressaltou, por meio de suas observações a respeito do projeto e protótipo, que as letras das telas estavam pequenas para crianças com SD, assim como também sugeriu que o fundo lilás fosse em um tom mais frio.

No contato com as mães, foi aplicado um questionário para identificar a percepção delas sobre seus filhos. As informações coletadas seguem abaixo.

Qual a idade de seu filho (a)?

13 respostas

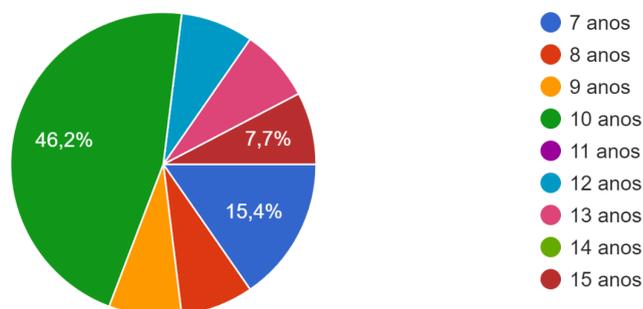


Gráfico 1 - Idade da criança com SD

No gráfico 1 coletamos a idade das crianças de acordo com a proposta do projeto apresentado, de sete a quinze anos de idade. É perceptível que a maioria das mães que responderam o questionário tem filhos com 10, 7 e 15 anos. Algumas das entrevistadas não informaram a idade de seu filho(a).

Seu filho conhece bem os números?

14 respostas

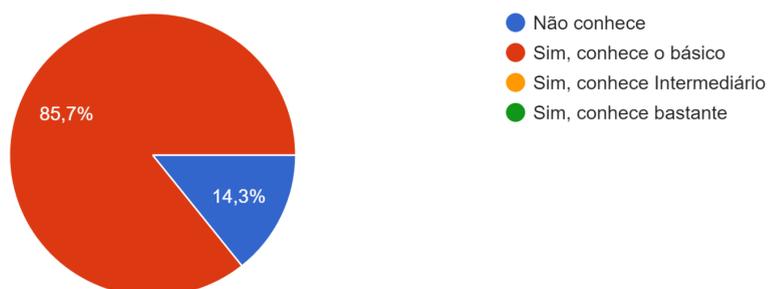


Gráfico 2 - Conhecimento dos números

No gráfico 2 temos as informações sobre a afinidade das crianças com os números/matemática, onde tem-se que mais de 85% dos pais que responderam alegam que os filhos conhecem o básico quanto aos números e 14% não conhecem. Em uma das perguntas do questionário foi perguntado até que número a criança sabe contar, as respostas variaram entre 3, 10, 20, 30 e 100. Uma única mãe respondeu que seu filho (a) sabe contar até 100 enquanto 6 pessoas alegam que seu filho sabe contar até 10.

Como você avalia o desempenho do seu filho (a) com síndrome de Down na disciplina de matemática?

14 respostas

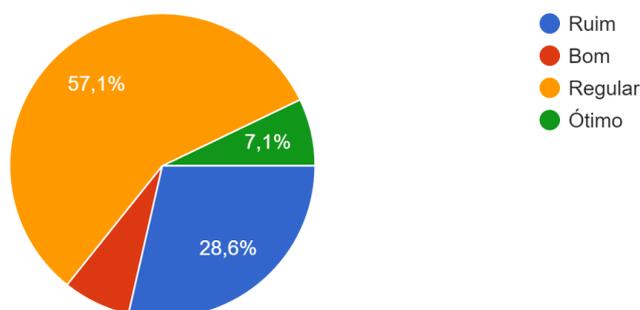


Gráfico 3 - Desempenho da criança, em matemática, aos olhos dos seus pais.

No gráfico 3 observamos as informações sobre a avaliação dos próprios pais quanto a seu filho na disciplina de matemática, 57% deles avaliam o desempenho como regular e 28% como ruim. Levando em consideração outras perguntas abertas, as mães afirmaram também que os filhos têm dificuldade de conhecer os numerais e não conseguem fazer contas matemáticas como soma, subtração, multiplicação e divisão.

Você acha que o uso de um aplicativo de jogos matemáticos pode ajudar a melhorar a autoestima e a confiança das crianças com síndrome de Down em relação a essa disciplina?

14 respostas

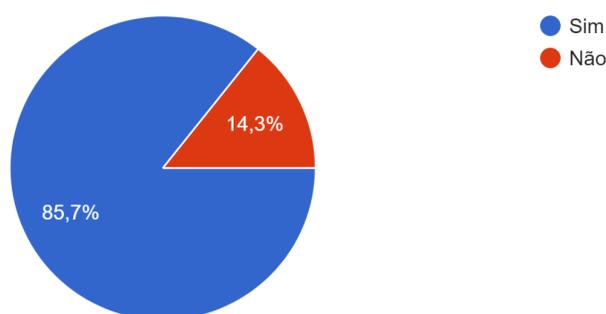


Gráfico 4 - Avaliação para saber a opinião sobre aplicativos de jogos matemáticos.

No gráfico 4 a coleta das informações nos trás que mais de 85% dos pais apostam que sim, os aplicativos de jogos matemáticos ajudam a melhorar a autoestima e confiança das crianças com relação a disciplina. Quando perguntadas sobre já usar ou ter usado algum tipo de gamificação para ajudar o ensino, metade das entrevistadas dizem já ter

usado ou utiliza, enquanto a outra metade não.

Você acredita que a gamificação pode ser uma ferramenta útil para tornar o ensino da matemática mais atrativo e eficaz para essas crianças?

14 respostas

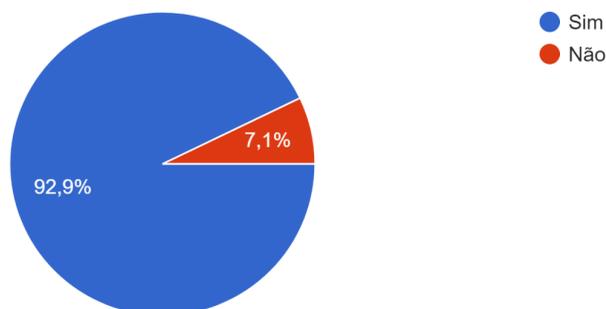


Gráfico 5 - Opinião sobre a gamificação.

No gráfico 5 a grande maioria das mães (93%) acreditam que a gamificação pode ser útil para tornar o ensino de matemática mais atrativo para a criança, contra 7% que dizem preferir os livros e métodos tradicionais de ensino nas escolas e dentro de casa.

Dessa forma, no desenvolvimento do aplicativo buscamos abordagens adaptativas ao ensino de cada criança, de acordo com suas habilidades nos níveis especificados: Fácil, Médio e Difícil. A avaliação de nivelamentos é feita a partir da geração de perguntas em diferentes níveis de dificuldades, tendo o resultado baseado na quantidade de respostas acertadas.

As perguntas são feitas com base em histórias para que as crianças tenham uma experiência melhor no aprendizado. Além disso, a concepção do aplicativo também inclui:

1. *Feedbacks* e incentivos instantâneos;
 2. Níveis compostos por vinte, trinta e quarenta perguntas;
 3. Intervalos regulares para para pausas, ajudando a manter o foco e a atenção durante o jogo;
 4. Oferta de recompensas por acertos consecutivos buscando a manutenção do foco
-

no incentivo à progressão nos níveis.

Com base na pesquisa realizada foi possível observar, por meio das respostas que agregam maior valor para o aplicativo proposto, que muitas das entrevistadas não conhecem profundamente a gamificação mas acreditam que as crianças podem se beneficiar do uso de aplicativos gamificados voltados para a educação. Algumas das entrevistas ainda citam que os benefícios podem ser conquistados por meio de jogos coloridos, lúdicos, interativos e com imagens. Considerando tudo que foi visto no questionário e nas pesquisas bibliográficas foi definido o escopo do projeto conforme segue.

6.2 Escopo do projeto de desenvolvimento

O aplicativo foi desenvolvido com a identificação preliminar apenas da idade e o nome do criança, não haverá uma autenticação com *login*. A informação da idade é importante para direcionar as atividades que serão apresentadas e o nome da criança para personalizar a interação entre o jogo e a criança.

Depois de avançar nessa etapa, uma tela de nivelamento de habilidades será exibida contendo dez questões com histórias e perguntas apresentadas em ordem aleatória, que seguem em níveis que irão de fáceis a difíceis sobre assuntos de matemática básica.

Se a criança acertar mais questões fáceis, o jogo vai direcionar perguntas com um maior nível de dificuldade sobre as questões com acertos, caso contrário, irá direcionar em perguntas com base nas habilidades que a criança precisa desenvolver. Essas habilidades são identificadas de acordo com as respostas erradas.

Serão definidos três níveis, o básico, médio e avançado, os níveis serão compostos de vinte, trinta e quarenta perguntas respectivamente, a cada resposta correta é gerado um feedback positivo, se a resposta for errada, também será gerado um *feedback* de incentivo.

Caso a criança seja direcionada para o nível básico, serão elaboradas perguntas simples sobre soma e subtração, a partir de historinhas independentes a cada pergunta. Se a criança conseguir acertar quinze perguntas, seu prêmio será desbloqueado, seus pontos serão contabilizados e seu feedback será retornado com uma mensagem informando que ele acabou de avançar para o próximo nível. Todos os níveis terão as mesmas características em termos de mecânica de jogo, o que altera é a quantidade de perguntas,

a complexidade e os assuntos abordados.

No nível médio serão trinta perguntas com assuntos voltados para subtração, adição e multiplicação, sendo que a criança deve acertar pelo menos vinte e cinco perguntas para que possa passar para o próximo nível.

No nível difícil serão quarenta perguntas, permitindo que a criança conclua este nível com trinta e cinco perguntas acertadas, os assuntos abordados serão subtração, adição, multiplicação e divisão, após concluir essas fases, serão geradas perguntas bônus com assuntos mais avançados da matemática, por exemplo, expressões matemáticas simples.

A cada 10 perguntas o aplicativo irá retornar uma mensagem informando que será necessário fazer uma pausa. Antes de cada pergunta, o aplicativo irá repetir a identificação dos símbolos que serão utilizados ao decorrer dos níveis, assim como os números de um a dez.

As perguntas podem ser misturadas utilizando operações de soma e subtração, multiplicação e divisão, dentre outras possibilidades.

As mecânicas apresentadas no jogo que serão utilizadas para o ensino da matemática para crianças com Síndrome de *Down*, com o propósito de tornar o processo de aprendizado mais envolvente e eficiente, são os níveis de dificuldades evolutivos, *feedbacks* imediatos, pontuação e compensar por progresso, desafios e estratégias apresentadas, entre outras mecânicas. O objetivo é utilizar essas mecânicas de jogo para criar uma experiência de aprendizado mais engajadora e motivadora para as crianças com Síndrome de *Down*.

6.3 Requisitos e Funcionalidades do aplicativo

A coleta de requisitos é um dos papéis mais importantes na etapa de um projeto, pois, conforme Mendonça, “é o início para toda a atividade de desenvolvimento de um *software*. O analista faz as primeiras reuniões com os clientes e/ou usuários para conhecer as funcionalidades do sistema que será desenvolvido” [11].

Segundo Figueiredo [15], temos as seguintes descrições para os requisitos funcionais e não funcionais, como são conhecidos:

“Os requisitos funcionais descrevem explicitamente as funcionalidades e serviços do sistema. Ele documenta como o sistema deve reagir a entradas específicas, como deve se comportar em determinadas situações e o que o

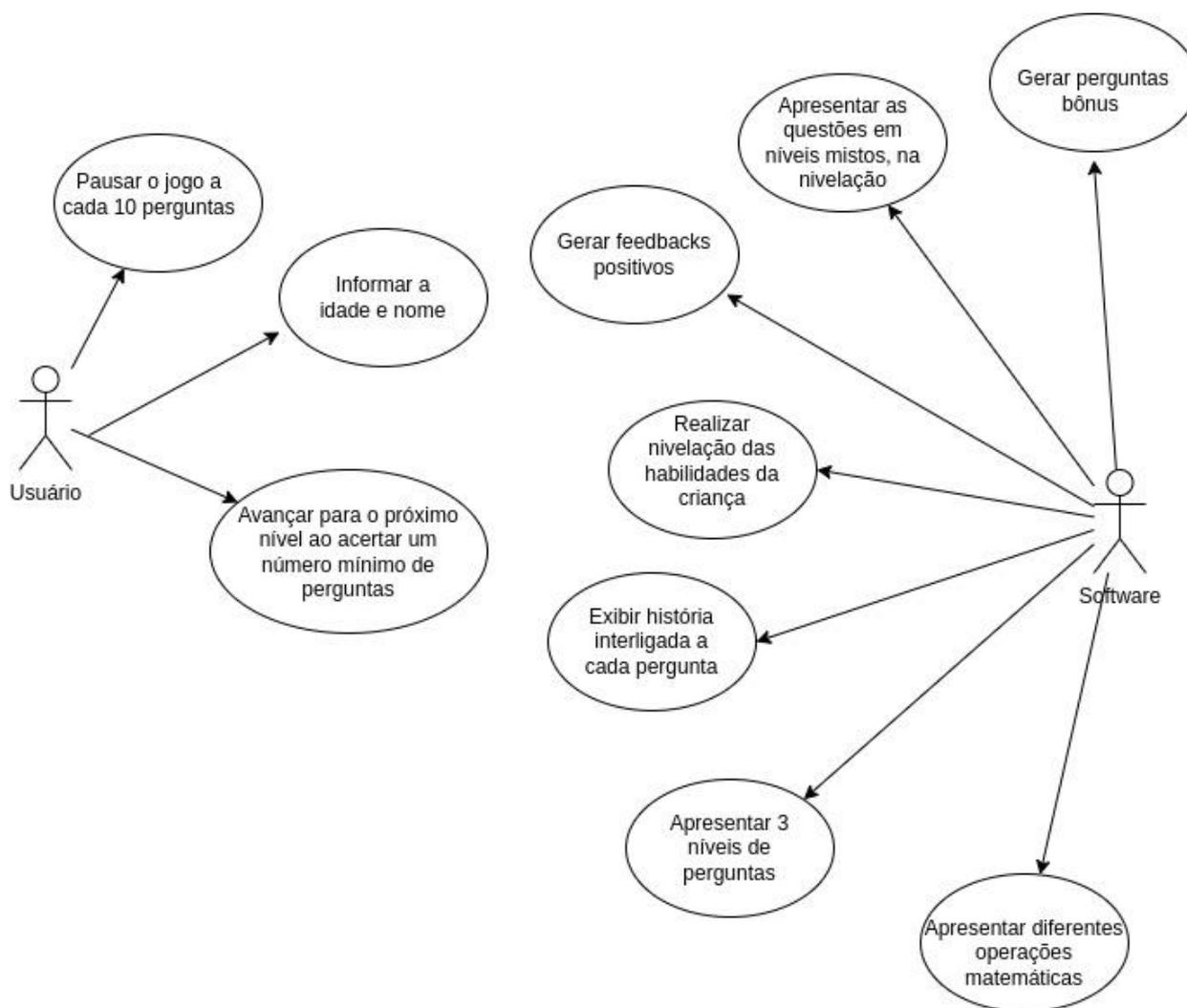
sistema não deve fazer (...).

Os requisitos não funcionais definem propriedades e restrições do sistema. Podem ser do sistema todo ou de partes do sistema. Eles podem ser mais críticos que requisitos funcionais.” [15].

6.3.1 Requisitos Funcionais

- O usuário deve poder informar a idade e o nome da criança;
- O sistema deve realizar a nivelção das habilidades da criança com base nas respostas dadas;
- As questões devem ser apresentadas em níveis mistos, de fácil a difícil na nivelção;
- Cada pergunta deve ser acompanhada por uma história interligada;
- O sistema deve gerar *feedbacks* positivos e incentivar as respostas dadas;
- O usuário deve poder pausar o jogo a cada 10 perguntas;
- As perguntas devem ser misturadas com diferentes operações matemáticas;
- Devem ser definidos três níveis (básico, médio e avançado) com diferentes quantidades de perguntas;
- A criança deve poder avançar para o próximo nível se acertar um número mínimo de perguntas;
- O sistema deve gerar perguntas bônus com assuntos mais avançados da matemática.

Figura 11: Diagrama de caso de uso - Requisitos Funcionais

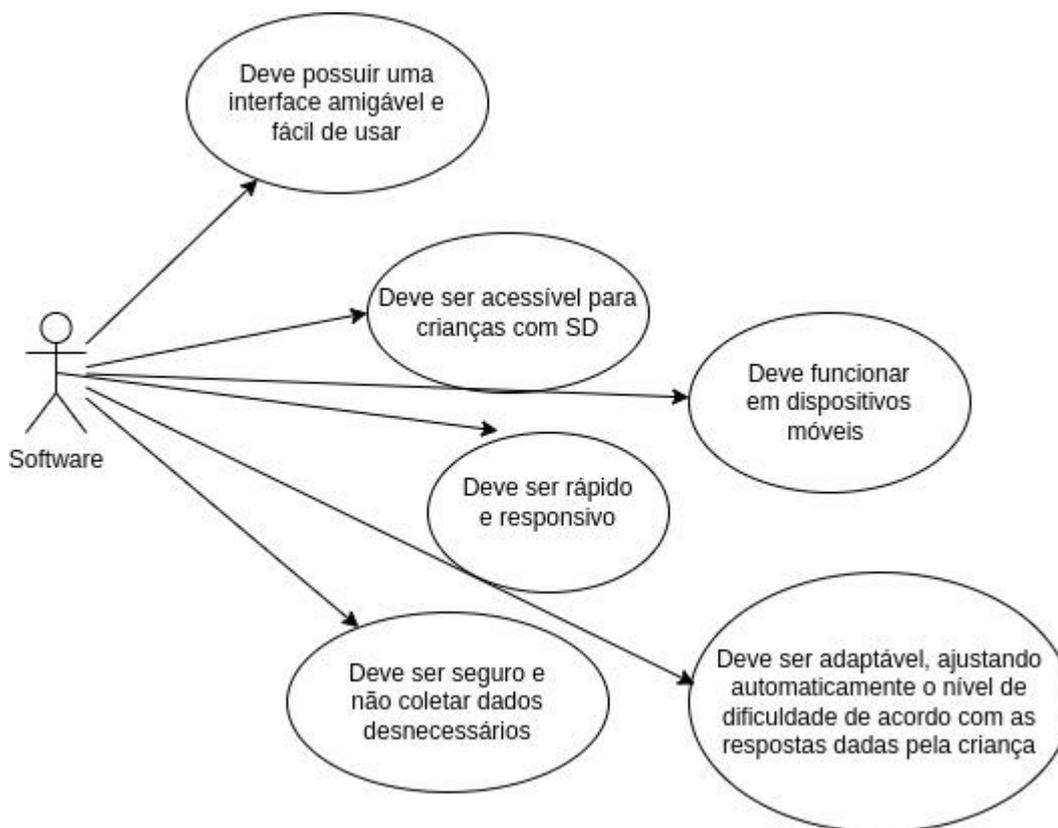


Fonte: elaborada pelos autores.

6.3.2 Requisitos não Funcionais

- O sistema deve ser acessível para crianças com Síndrome de *Down*;
- O sistema deve possuir uma interface amigável e fácil de usar;
- O sistema deve ser adaptável, ajustando automaticamente o nível de dificuldade de acordo com as respostas dadas pela criança;
- O sistema deve ser rápido e responsivo;
- O sistema deve ser seguro e não coletar dados desnecessários;
- O sistema deve funcionar em dispositivos móveis (celulares e *tablets*).

Figura 12: Diagrama de caso de uso - Requisitos Não Funcionais



Fonte: elaborada pelos autores.

6.4 Fases e desafios do jogo

Fases do jogo:

- Etapa de cadastro: informação da idade e nome da criança;
- Tela de nivelção de habilidades: dez questões misturadas de fácil a difícil com assuntos da matemática básica;
- Três níveis: básico, médio e avançado;
- Cada nível é composto de 20, 30 e 40 perguntas, respectivamente;
- Perguntas bônus com assuntos mais avançados da matemática após concluir as fases;
- Identificação dos símbolos que serão utilizados ao decorrer dos níveis e dos números de um a dez antes de cada pergunta.

Desafios do jogo:

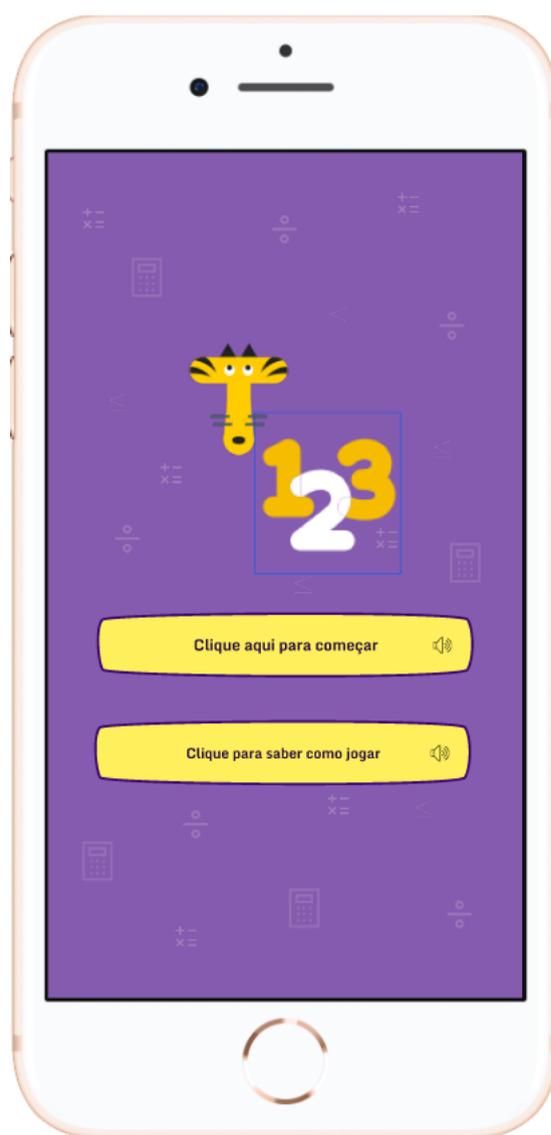
- Dificuldades relacionadas ao ensino da matemática que as crianças com Síndrome de *Down* apresentam, tais como memória de curto prazo, raciocínio lógico, foco e atenção;
- Utilização de repetição, associação de imagens e problemas lógicos para trabalhar a memória curta;
- Utilização de questões que trabalham a estratégia da criança para aplicar o raciocínio lógico;
- Gerenciamento do foco e atenção com *feedbacks* positivos para ajudar a manter a motivação durante o jogo;
- Adequação dos *feedbacks* conforme a idade e habilidades da criança;
- Nivelção de habilidades com questões misturadas de fácil a difícil para adequar o jogo às habilidades da criança;
- Foco em perguntas com base nas habilidades que estão em falta na criança de acordo com as respostas para melhorar o desempenho;
- Pausas a cada 10 perguntas para prevenir cansaço ou sobrecarga mental.

6.5 Protótipo

Com base nos requisitos levantados, foi elaborado um protótipo do aplicativo “Contando com diversão” a de ser validado junto aos educadores da APAE, utilizando a ferramenta Figma¹, um editor gráfico de vetor e prototipagem de projetos de design baseado principalmente no navegador web. Posteriormente, com base nesse protótipo, foi desenvolvido o aplicativo do jogo, utilizando React Native, um framework para desenvolvimento de aplicativos mobile. O link para o repositório do código no Github pode ser encontrado na seção de apêndice deste trabalho. Na figura 8 apresentada a seguir, observa-se a tela inicial do protótipo, solicitando a idade e nome da criança que está executando o jogo.

¹ Link do protótipo: <https://www.figma.com/file/8pEWLqAvby8ceTpIJcgYq3/Untitled?node-id=0-1&t=IESpIZ9zTsedpuCW-0>

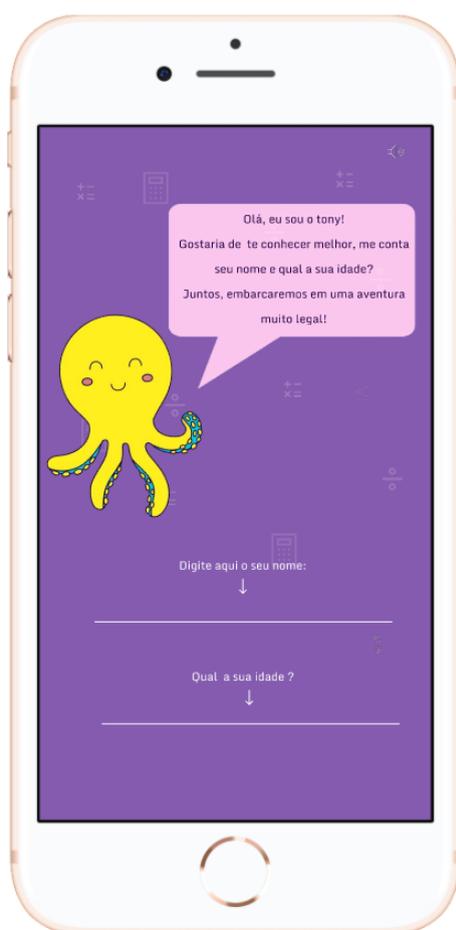
Figura 13. Tela inicial do Protótipo



Fonte: elaborada pelos autores.

Tela inicial, contendo dois botões, um dá início ao jogo e o outro informa as instruções do jogo. Os botões contém áudio para deixar o jogo mais acessível.

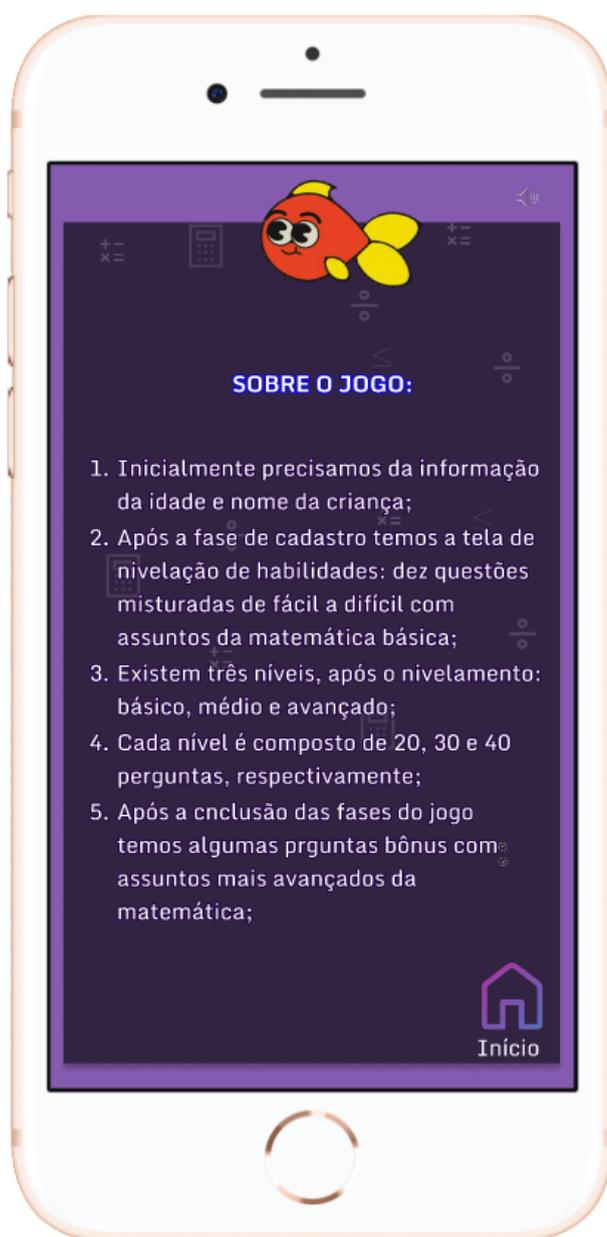
Figura 14. Tela de informações do usuário



Fonte: elaborada pelos autores.

O objetivo da informação solicitada sobre a idade da criança, é ajustar as questões para que sejam adequadas a criança que está executando o jogo.

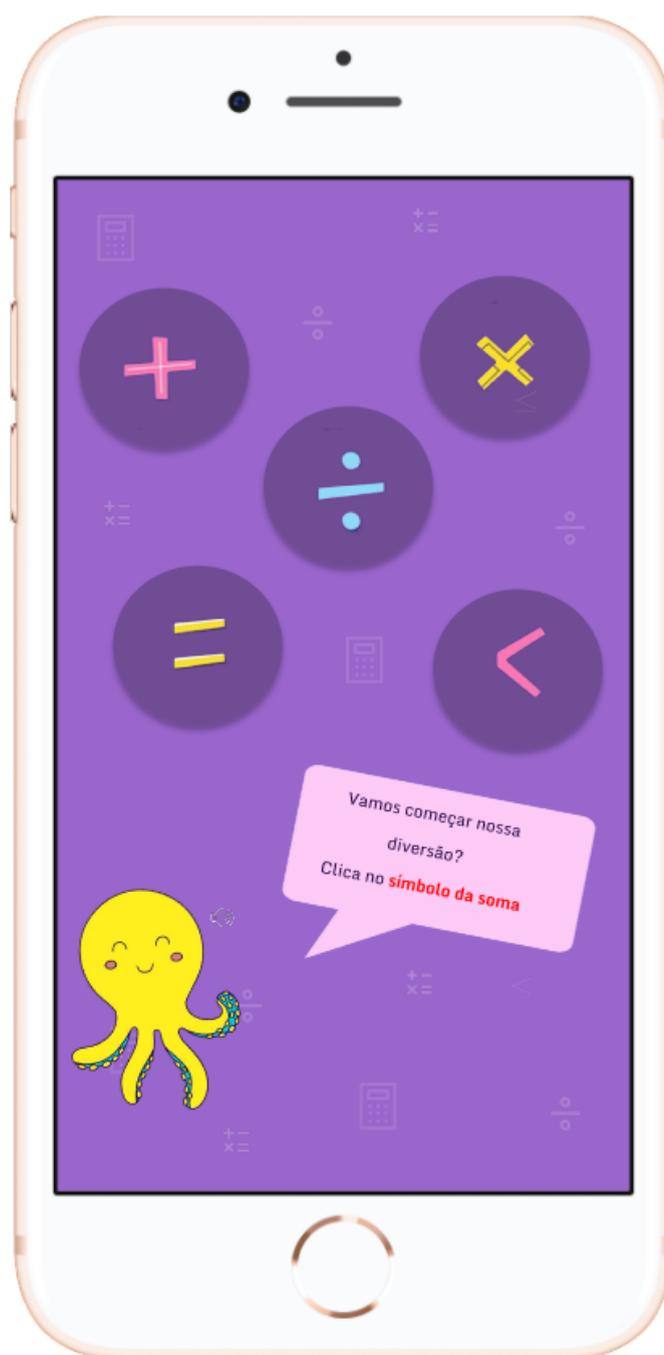
Figura 15. Tela de informações sobre o jogo



Fonte: elaborada pelos autores.

Informações sobre o jogo e pontos iniciais.

Figura 16. Tela de nivelamento 1



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

Figura 17. Tela de nivelamento 2



Fonte: elaborada pelos autores.

Mensagem de incentivo ao usuário.

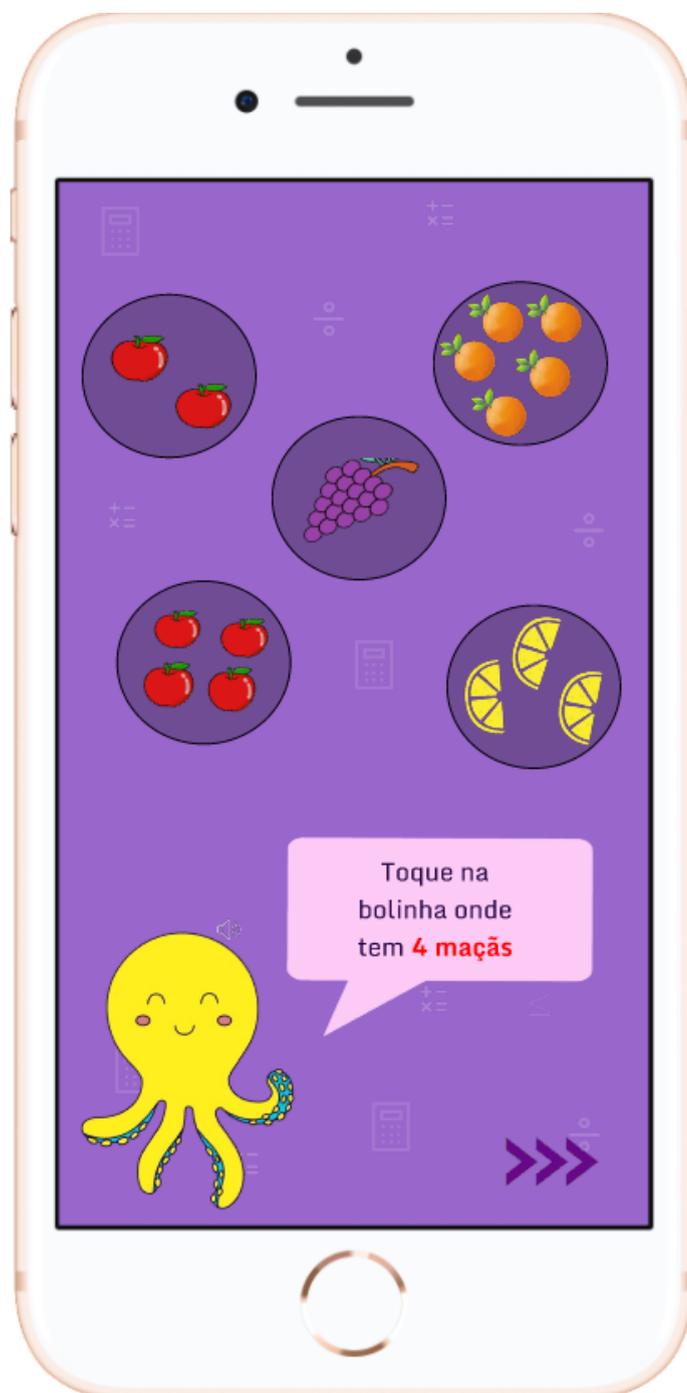
Figura 18. Tela de nivelamento 3



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

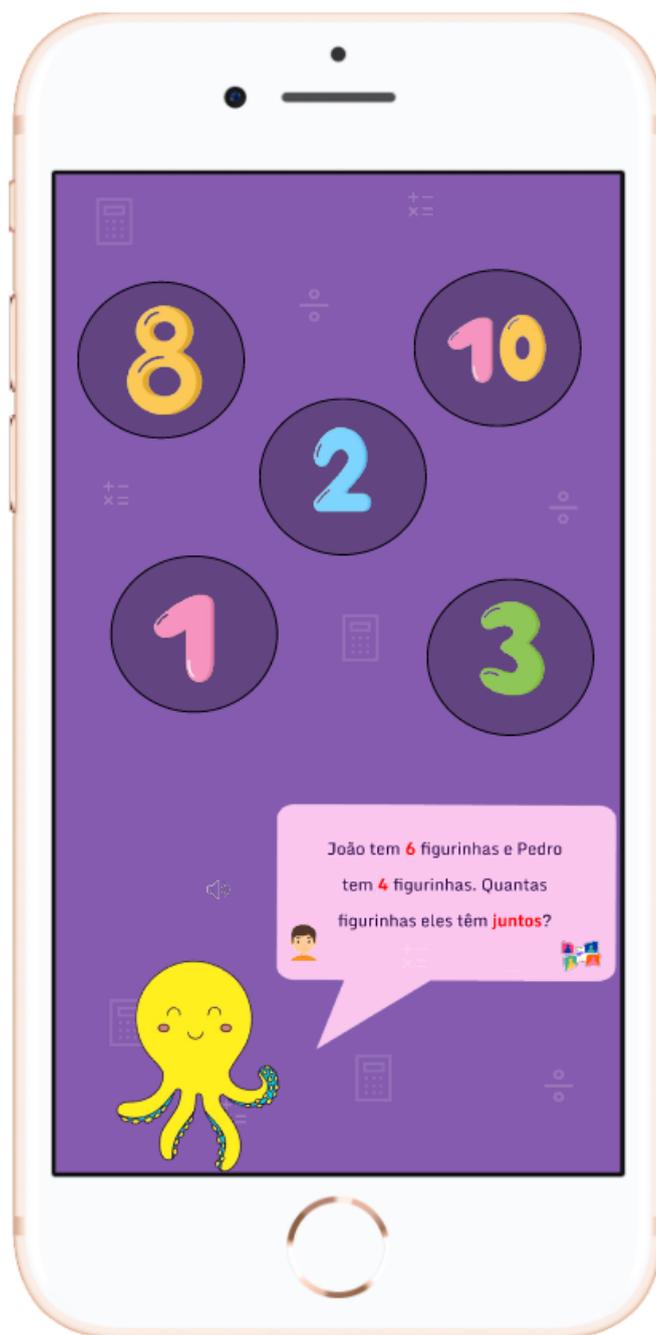
Figura 19. Tela de nivelamento 4



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

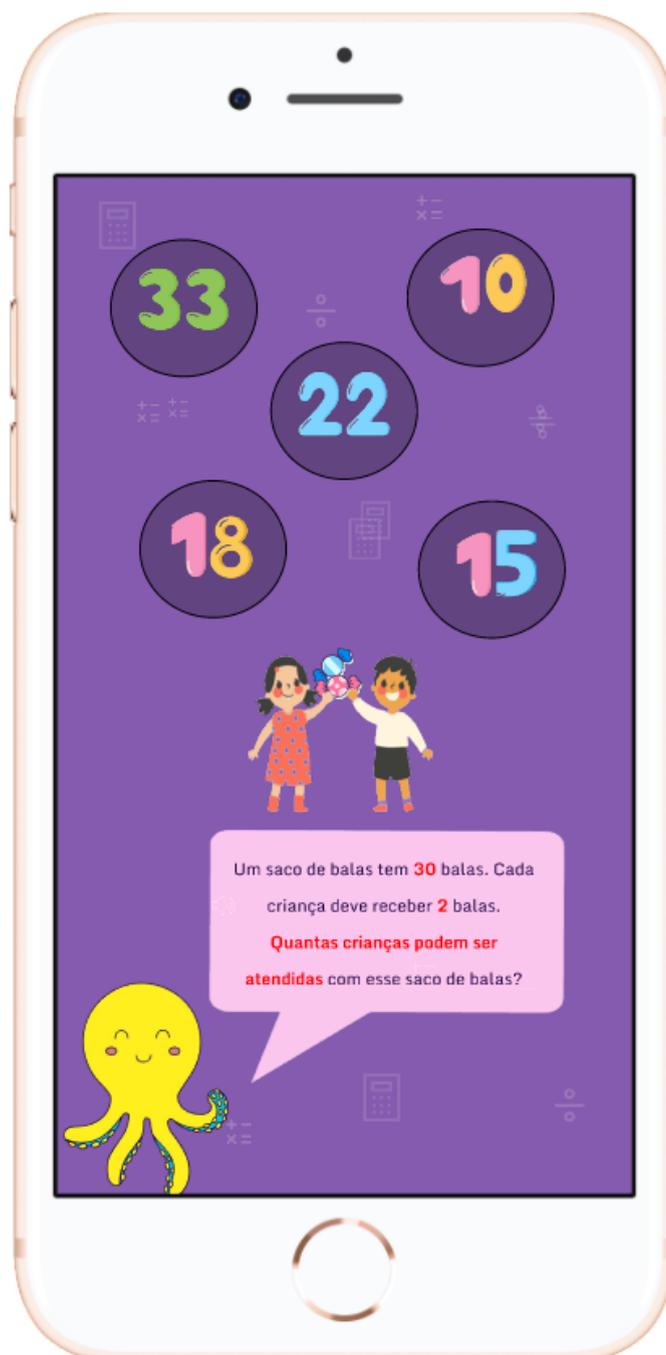
Figura 20. Tela de nivelamento 5



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

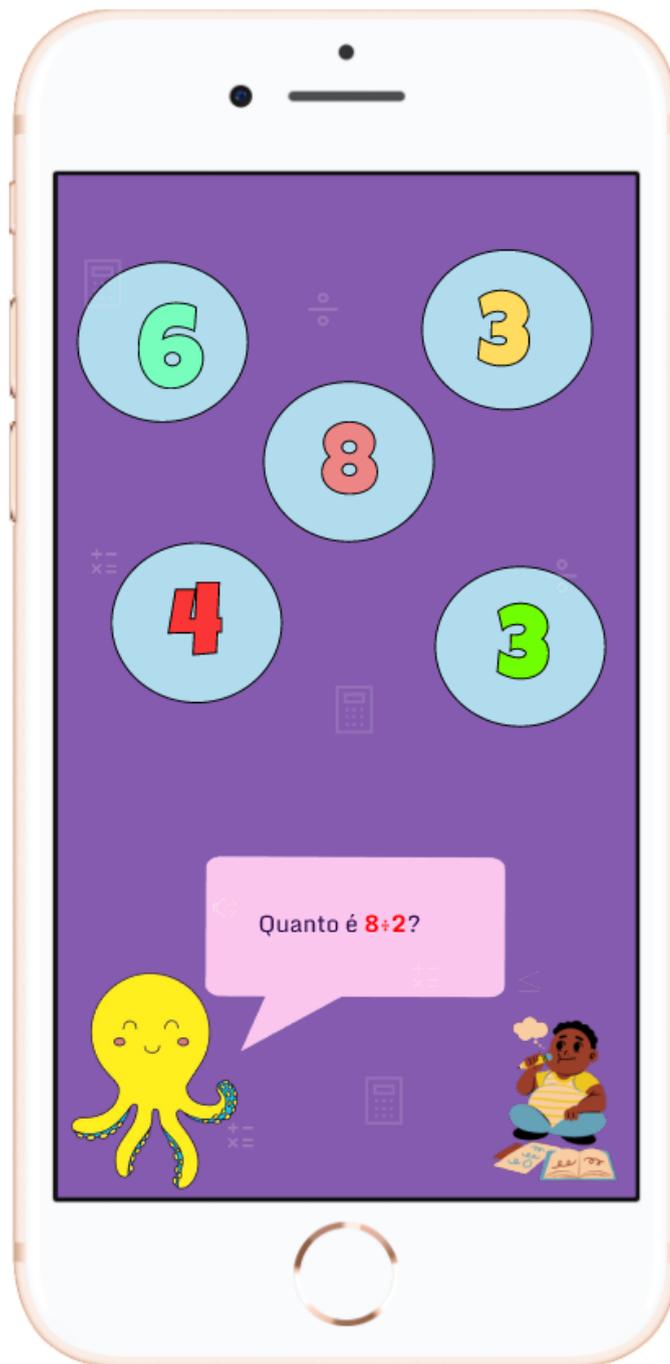
Figura 21. Tela de nivelamento 6



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

Figura 22. Tela de nivelamento 7



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

Figura 23. Tela de nivelamento 8



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

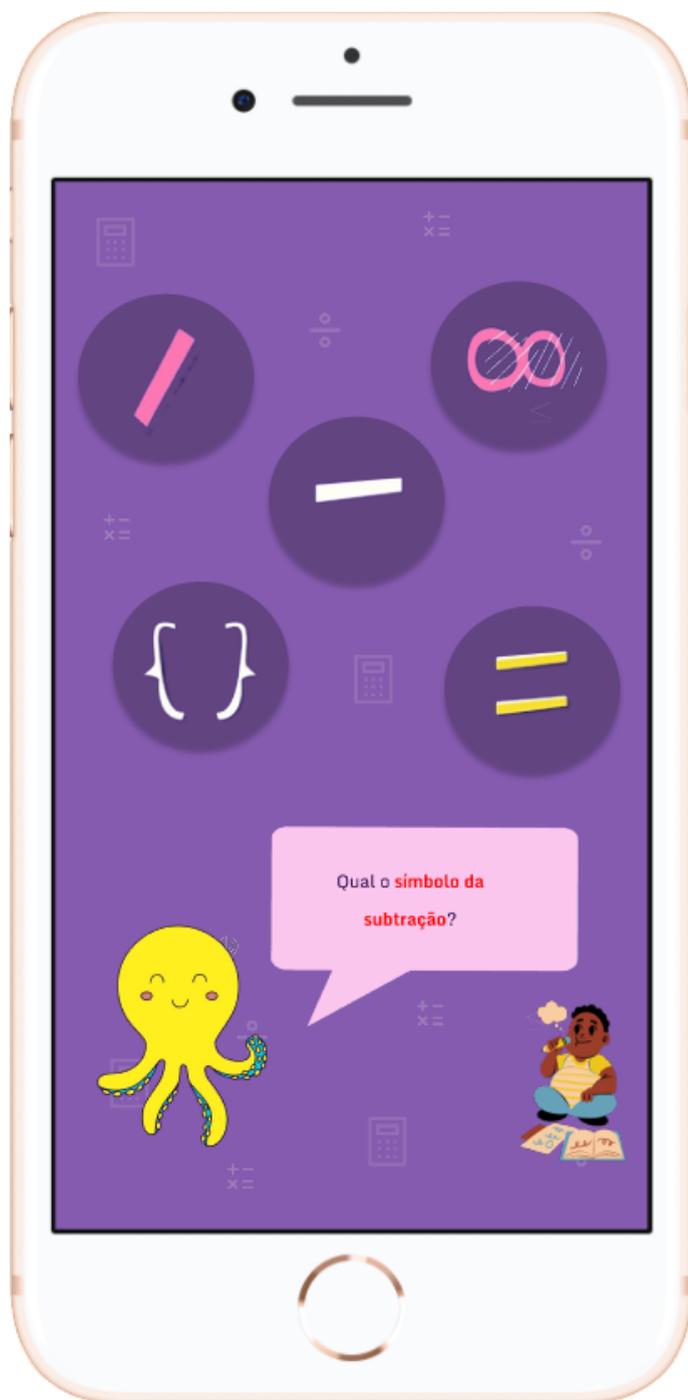
Figura 24. Tela de nivelamento 9



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

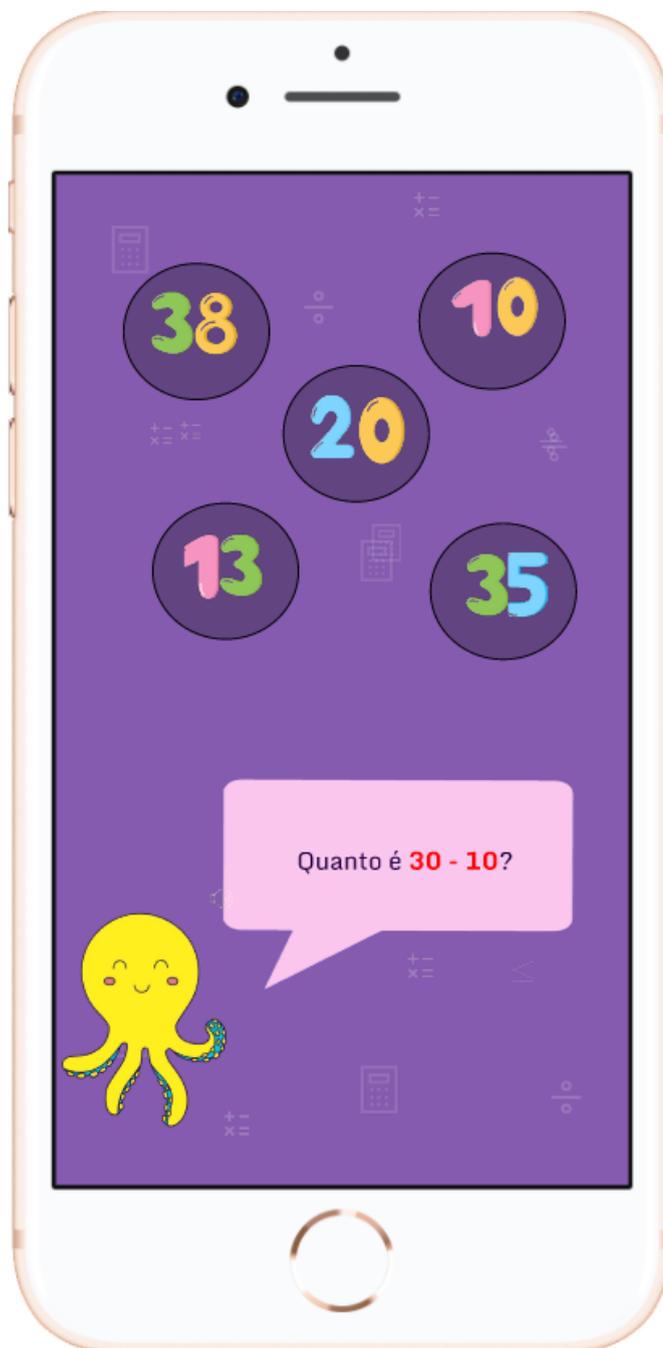
Figura 25. Tela de nivelamento 10



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

Figura 26. Tela de nivelamento 11



Fonte: elaborada pelos autores.

Perguntas aleatórias do nivelamento.

Figura 27. Tela de nivelamento 12

Fonte: elaborada pelos autores.

Tela para lembrar que precisa descansar um pouco depois de algumas perguntas.

Figura 28. Tela de nivelamento 13



Fonte: elaborada pelos autores.

Tela de conclusão de nível.

7.0 Metodologia utilizada na avaliação do aplicativo

7.1 Participantes da avaliação

Duas meninas com seus respectivos 10 anos de idade participaram da avaliação do aplicativo.

7.2 Procedimentos de avaliação

Foi levado em consideração a idade em que as crianças com SD possuem, o quão bem elas sabem ler, escrever e sua familiaridade com aparelhos tecnológicos (celular, *tablet*, *notebook*). Assim como as séries em que se encontram na escola.

7.3 Resultados da avaliação

O software não foi testado pois não terminou sua implementação, não sendo possível coletar informações relevantes quanto a melhora no desenvolvimento educacional das crianças em questão. As análises foram realizadas a partir do protótipo funcional e foi levado em consideração as observações do comportamento das crianças submetidas ao experimento. Foram feitas perguntas gerais sobre as imagens, o texto e as cores. Assim como as respostas assertivas para perguntas específicas. Perguntas essas selecionadas levando em consideração a idade e o desenvolvimento escolar.

1ª criança submetida:

- Idade: 10 anos;
- Principais dificuldades: Não alfabetizada, dificuldade em desenvolver as contas, dificuldades em gravar símbolos de matemática, dificuldade em concentração, problemas na dicção;
- Teste de aplicativo: Acompanhada pela mãe.

Tabela 1: Resultados gerados a partir da análise do jogo pela 1ª criança.

Avaliação	Status	Observações
Cor do aplicativo	Ótimo	Não deixou as vistas cansadas.
Nível de concentração	Ótimo	As figuras, as imagens e os tons coloridos trouxeram a facilidade de concentração, que aconteceu de forma rápida.
Clareza nas perguntas	Bom	Não teve dificuldade em entender o que se era perguntado no aplicativo.
Dificuldade nas respostas	Regular	Dificuldade em algumas perguntas do nível mais avançado
Animação	Ótimo	Se empolgava com cada acerto e se sentia confortável para continuar no jogo e adquirir mais estrelas.
Imagens do aplicativo	Ótimo	Chamou atenção cada detalhe que surgia na tela, despertando a curiosidade da criança.
Associação com rotinas	Ótimo	Associação entre as frutas com as que são ingeridas durante o dia a dia.

- **Feedback da mãe da 1ª criança:**

A mãe da primeira criança, relatou que, sua maior dificuldade com ela é a concentração, durante o experimento pode notar que a filha ficou conectada com o aplicativo e obteve respostas de forma precisa, a cor do jogo, segundo a mesma também, as figuras e a interação entre o mascote do aplicativo que é o polvo e o usuário é uma forma muito intuitiva de o trazer para o mundo dos números, ela notou que o comportamento da filha perante o jogo foi muito positivo, visto que, ela precisa fazer exercícios de repetição com sua filha para conseguir alcançar certos objetivos no momento do ensino o que foi diferente, com a gamificação voltada para a matemática, ela sentiu que a filha se concentrou, se divertiu e pôde absorver conteúdos que são importantes para seu desenvolvimento, tanto em questões de aprendizado tanto nas questões cognitivas.

2ª criança submetida:

- Idade: 10 anos;
- Principais dificuldades: Dificuldade em desenvolver as contas, onde só consegue realizar as contas de soma, com muito esforço, dificuldade em concentração, problemas na visão;
- Teste de aplicativo: Acompanhada pela mãe.

Tabela 2 : Resultados gerados a partir da análise do jogo pela 2ª criança.

Avaliação	Status	Observações
Cor do aplicativo	Ótimo	Não deixou as vistas cansadas.
Nível de concentração	Ótimo	Ficou totalmente focada e disposta a seguir nas perguntas que foram propostas na aplicação.
Clareza nas perguntas	Ótimo	Não teve dificuldade em entender o que se era perguntado no aplicativo.
Dificuldade nas respostas	Bom	Não apresentou dificuldade nas respostas, e se esforçou para alcançar as respostas.
Animação	Ótimo	Ficou animada com as questões das estrelas que colecionava cada vez que acertava as perguntas.
Imagens do aplicativo	Ótimo	Se sentiu atraída pelas imagens que existiam no aplicativo e sinalizava para a mãe as suas preferidas.
Associação com rotinas	Bom	Fez associações em algumas telas com o que convive durante o dia.

- **Feedback da mãe da 2ª criança:**

A mãe da segunda criança relatou que se sentiu muito confortável ao acompanhar a filha durante o jogo, detalhe que chamou a sua atenção, pois ela tem dificuldade de se concentrar quando a mãe tenta ensiná-la por meios de caderno e caneta que se torna algo um tanto custoso. A mãe afirma que a sua filha gostou muito do jogo e ficou animada, ela ressaltou que a parte de maior importância foi em questão as cores do

aplicativo, já que a filha tem uma certa dificuldade na visão e percebeu que a criança não ficou com a cansaço visual, nem olhos lacrimejando o que fez ela ficar muito tempo concentrada no jogo.

7.4 Limitações

Uma das limitações se deu pelo *software* não estar pronto a tempo para ser de fato testado, além da necessidade de uma possível comparação da avaliação do *game* em crianças que não possuem a Síndrome de *Down*.

8. Considerações Finais

A avaliação do protótipo do aplicativo contou com a participação de 8 pessoas, sendo: mães, profissionais de saúde, profissionais do âmbito educacional e crianças com Síndrome de *Down*. O *feedback* gerado por meio de toda a análise é que alguns elementos precisam ser modificadas para que a criança possa ter maior desenvoltura com o jogo, como nos quesitos: aumento de tamanho das letras, cores mais fortes no fundo da tela, textos em caixa alta, permitir que a criança tente responder mais vezes a mesma pergunta antes de mostrar a correta;

O *software* não foi testado pois não terminou sua implementação a tempo para que houvesse avaliações, não sendo possível coletar informações relevantes quanto a melhora no desenvolvimento educacional das crianças em questão.

Ao longo do desenvolvimento da aplicação, foram encontradas algumas dificuldades pela equipe. Uma das principais questões foi a adaptação do funcionamento do jogo, especialmente em relação à lógica a ser aplicada. Era necessário encontrar uma abordagem que permitisse unir todos os requisitos necessários para suprir o desejo das crianças de aprenderem matemática de forma prática e divertida.

Outro desafio foi conseguir nivelar cada etapa do jogo de acordo com as habilidades e progresso de cada criança. Era essencial encontrar um equilíbrio entre desafio e acessibilidade, de modo a garantir que o jogo fosse estimulante o suficiente para motivar o aprendizado, mas ao mesmo tempo não se tornasse frustrante ou desencorajadora.

Além disso, a equipe também enfrentou a dificuldade de tornar o jogo mais intuitivo,

buscando meios de tornar as interações e as instruções claras e compreensíveis para as crianças. Isso exigiu um trabalho cuidadoso na *interface* do usuário, na seleção de cores, ícones e elementos visuais adequados, de forma a facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos abordados.

Em resumo, o desenvolvimento da aplicação enfrentou desafios relacionados à adaptação da lógica do jogo, à criação de um sistema de nivelamento adequado e à busca por uma interface intuitiva. Superar essas dificuldades foi fundamental para garantir que o jogo atendesse às necessidades das crianças, proporcionando uma experiência de aprendizado eficaz e agradável.

Cumprindo com o que foi estipulado como objetivo, esse TCC apresenta o passo a passo para criação do aplicativo gamificado, a descrição de toda a pesquisa exploratória e aplicada.

8.1 Contribuições do trabalho para a área

É de suma importância que se realize pesquisas que abordem o tema acessibilidade em *software*, visto que tecnologia e vida humana são cada vez mais conceitos indissociáveis e as pessoas com algum tipo de deficiência não podem ser deixadas para trás na era de revolução tecnológica em que se vive, em especial na área da educação. Esse trabalho contribui para a área de Engenharia de *Software* à medida que descreve o processo de desenvolvimento de uma aplicação mobile gamificada voltada para o ensino de crianças com deficiência intelectual, desde a elicitação de requisitos até o teste de validação do usuário via versão protótipo. Acreditamos que através da análise qualitativa realizada, essa pesquisa pode refinar o entendimento da comunidade que estuda e compõe a indústria de *software* sobre o que é desenvolver *software* acessível e gamificado para crianças com Síndrome de *Down*, tornando possível entregar aplicações com alto valor agregado para esse público e contribuir com a realização de trabalhos futuros.

A contribuição desta monografia não se restringe à Engenharia de *Software*, mas se expande para a área educacional da matemática na busca pela igualdade entre crianças com e sem Síndrome de *Down* (SD), que se manifesta em todo o trabalho por meio dos testes e funcionalidades implementados no *software* com o objetivo de reduzir as dificuldades específicas no ensino de matemática das crianças com SD. Além disso, apesar das limitações citadas na seção anterior, foi possível validar que as crianças com SD submetidas ao uso do protótipo se mantiveram extremamente engajadas durante o

processo de aprendizagem lúdico de matemática, e que os elementos de jogos empregados no aplicativo, como *feedback* constante, mascotes e bônus quantificável, cumpriram o papel esperado de motivar o usuário e conectá-lo com o processo de aprendizagem de forma mais eficaz que os métodos tradicionais, o que é um forte indício do potencial da gamificação no ensino às crianças com essa deficiência intelectual.

Jogos podem ter uma maior flexibilização com relação às necessidades individuais de uma criança, podendo ofertar um espaço mais personalizado e operativo para essas crianças dentro e fora da sala de aula, mas sempre com o auxílio de um responsável ou educador. De acordo com Maria Antonieta Voivodic, é essencial que a escola seja um ambiente inclusivo e acolhedor, valorizando as diferenças e as habilidades de cada criança. A família deve participar ativamente desse processo, contribuindo com informações sobre a criança e colaborando nas decisões relacionadas ao seu desenvolvimento. Além disso, é necessário que a sociedade seja sensibilizada quanto à importância da inclusão, promovendo a inclusão social e profissional de pessoas com Síndrome de *Down* e outras deficiências [43].

8.2 Sugestões para trabalhos futuros

Durante o experimento, concluímos que seria necessário realizar a aplicação com um número maior de crianças com Síndrome de *Down*, a fim de obter resultados mais abrangentes e representativos, não apenas trazendo uma análise qualitativa da pesquisa. A inclusão de um maior número de participantes permitiria uma análise mais precisa dos benefícios e desafios enfrentados pelas crianças durante a utilização do jogo. Portanto, há espaço para a realização de pesquisas de viés quantitativo com um maior número de indivíduos e validação das hipóteses por meio de notação matemática, a fim de conferir alta confiabilidade aos dados e maior aceitação científica das conclusões obtidas.

Além disso, seria extremamente útil explorar o potencial da inteligência artificial (IA), especialmente do aprendizado de máquina para aprimorar a gamificação e transformá-la em uma abordagem padrão em todas as escolas. Com a utilização dessas tecnologias, é possível implementar um sistema de dificuldade adaptativo mais eficiente que as fases de nivelamento utilizadas neste trabalho, além de fornecer um *feedback* mais imediato, personalizado e estimulante, tornando o processo de aprendizagem ainda mais eficaz e

motivador para as crianças.

A implementação da inteligência artificial (IA) poderia permitir a adaptação personalizada do jogo às necessidades individuais de cada criança, oferecendo desafios e atividades adequadas ao seu nível de habilidade e progresso. Além disso, ela poderia analisar o desempenho das crianças e identificar áreas específicas em que elas possam precisar de mais apoio ou reforço, fornecendo sugestões e estratégias de aprendizado adaptadas.

Outro aspecto importante a ser considerado é a criação de logins individuais para salvar as etapas do jogo. Cada criança teria seu próprio *login*, dessa forma, os progressos dentro do jogo poderiam ser salvos de forma individual, facilitando um retorno ao jogo em qualquer fase, sem que fosse necessário recomeçar do zero. Essa funcionalidade também seria benéfica para os auxiliares e responsáveis no processo de aprendizado, permitindo que eles acompanhem e conduzam o progresso de cada criança de maneira mais direcionada, compreendendo suas preferências e dificuldades específicas.

Além disso, a expansão do escopo do jogo poderia incluir diferentes áreas da matemática, abordando conceitos como geometria, estatística e probabilidade, de acordo com o nível de desenvolvimento e interesse das crianças. Isso proporciona uma variedade de desafios e experiências, estimulando a exploração e o aprendizado contínuo.

Referências

- [1] ABDELAHMEED, Hala. *Do Children with Down Syndrome Have Difficulty in Counting and Why?*. *International Journal of special education*, v. 22, n. 2, p. 129-139, 2007.
- [2] ALVES, Dieime Machado; DOS SANTOS CARNEIRO, Raylson; DOS SANTOS CARNEIRO, Rogério. **GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA**. *Revista Docência e Cibercultura*, v. 6, n. 3, p. 146-164, 2022.
- [3] **APAE de Franca tem turmas específicas de judô para Down e objetivo é chegar às Olimpíadas**. APAE de Franca. Disponível em: https://www.apae Franca.org.br/blog/apae-de-franca-tem-turmas-especificas-de-judo-para-down-e-objetivo-e-chegar-as-olimpiadas?gclid=Cj0KCQjwu-KiBhCsARIsAPztUF2ZV0S3bnbcxY-DPFKEV6Pn2qagmXyE8IVtl6eUHMKRf6D8XtLO2MMaAlZyEALw_wcB. Acesso em: 08 de maio de 2023.
- [4] **APPS PARA EDUCAÇÃO**. Gamificação. Disponível em: <https://appseducacao.rbe.mec.pt/category/gamificacao/>. Acesso em: 28 de abril de 2023.
- [5] BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAUDE. Ministério da saúde. **“Não deixe ninguém para trás”**: Dia Internacional da Síndrome de Down 2019. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/nao-deixe-ninguem-para-tras-dia-internacional-da-sindrom-e-de-down-2020/> Acesso em: 05 out. 2022.
- [6] BRACKEN, Cheryl Campanella, Leo W. Jeffres, and Kimberly A. Neuendorf. *"Criticism or praise? The impact of verbal versus text-only computer feedback on social presence, intrinsic motivation, and recall."* *Cyberpsychology & behavior* 7.3 (2004): 349-357.
- [7] CARRO, Rosa M., et al. **"A methodology for developing adaptive educational-game environments."**.AH 2002 Málaga, Spain, May 29–31, 2002 Proceedings 2. Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [8] CECCON, D. L., and J. B. Porto. *"Playing with the sounds: digital games in Down syndrome children's language development."* *Braz J Develop* 7.1 (2021): 1718-40.
- [9] COELHO, Charlotte. **"A Síndrome de Down."** *Psicologia. pt* (2016): 1-14. Disponível
-

em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0963.pdf>> Acesso em: 25 set. 2022.

- [10] CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. *Beyond boredom and anxiety*. Jossey-bass, 2000.
- [11] DE MENDONÇA, R. A. R. (2014). **Levantamento de requisitos no desenvolvimento ágil de software**. Semana da Ciência e Tecnologia da PUC Goiás, 12.
- [12] DETERDING, Sebastian, *et al.* "*From game design elements to gamefulness: defining gamification*." *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. 2011.
- [13] ESQUIVEL, Hugo Carlos da Rosa *et al.* **Gamificação no ensino da matemática: uma experiência no ensino fundamental**. 2017.
- [14] FARAGHER, Rhonda *et al.* **Children with Down syndrome learning mathematics: Can they do it? Yes they can!**. Australian primary mathematics classroom, v. 13, n. 4, p. 10-15, 2008.
- [15] FIGUEIREDO, Eduardo. "**Requisitos funcionais e requisitos não funcionais**." Icx, Dcc/Ufmg (2011).
- [16] GEE, J. P. "*What video games have to teach us about learning and literacy* . *New York, NY: St.*" Martin's Griffin (2007).
- [17] GIANNAKOS, Michail N., *et al.* "*“This game is girly!” Perceived enjoyment and student acceptance of edutainment*." E-Learning and Games for Training, Education, Health and Sports: 7th International Conference, Edutainment 2012 and 3rd International Conference, GameDays 2012, Darmstadt, Germany, September 18-20, 2012. Proceedings. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [18] GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559771653. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- [19] JUUL, Jesper, and Jason Scott Begy. "*Good Feedback for bad Players? A preliminary Study of ‘juicy’Interface feedback*." Proceedings of first joint FDG/DiGRA Conference, Dundee. 2016.
- [20] KAPP, Karl M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods*
-

and strategies for training and education. John Wiley & Sons, 2012.

- [21] KIILI, Kristian, *et al.* "**The design principles for flow experience in educational games.**" *Procedia Computer Science* 15 (2012): 78-91.
- [22] LUNDGREN, A. V., *et al.* "**SAM: Uma plataforma gamificada de ensino a matemática voltada a crianças com Síndrome de Down.**" *Simp. de Ex.ª em Gestão e Tecnol.(XII SEGeT)* (2015).
- [23] LUNDGREN, Antonio, and Zildomar Felix. "**Plataforma SAM: a gamificação e a colaboração em uma plataforma de aprendizagem para o ensino da matemática em crianças portadoras de Síndrome de Down.**". Vol. 28. No. 1. 2017.
- [24] MURR, C.; FERRARI, G. **Entendendo e Aplicando a Gamificação.** 2020.
- [25] NAVARRO, Gabrielle. "**Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade.**" *Biblioteca Latino-Americana de Cultura e Comunicação* 1.1 (2013): 1-26.
- [26] NETO, Amaury; DA SILVA, Alan Pedro; BITTENCOURT, Ig Ibert. **Uma análise do impacto da utilização de técnicas de gamificação como estratégia didática no aprendizado dos alunos.** 2015. p. 667.
- [27] NOEMI, Debora. **12 benefícios de introduzir a gamificação na aprendizagem.** Disponível em: <https://escolasdisruptivas.com.br/steam/gamificacao-na-aprendizagem/>. Acesso em: 30 de abril de 2023.
- [28] POSITIVO do seu jeito. **Reforço escolar: 11 apps e serviços que vão ajudar seus alunos a aprender Matemática.** Disponível em: <https://www.meupositivo.com.br/doseujeito/dicas/apps-para-aprender-matematica/>. Acesso em: 28 de abril de 2023.
- [29] PELOSI, M. B., Teixeira, P. de O., & Nascimento, J. S.. (2019). **O uso de jogos interativos por crianças com Síndrome de Down.** *Cadernos Brasileiros De Terapia Ocupacional*, 27(4), 718–733. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoAO1869>
- [30] REEVES, Byron, and Clifford Nass. "**The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people.**" Cambridge, UK 10 (1996): 236605.
-

- [31] ROSA, F. M., De Bortoli, L. P. S., Flória-Santos, M., & Nascimento, L. C. (2008). **A inclusão da criança com Síndrome de Down na rede regular de ensino: desafios e possibilidades**. Revista Brasileira de Educação Especial, 14(3), 395-410.
- [32] SANTOS, Teresinha Maria dos. **O aluno com Síndrome de Down nas aulas de matemática: desafios e perspectivas**. 2018.
- [33] SCHWARTZMAN, José Salomão. **Síndrome de Down**. 2 ed. São Paulo: Ed. Memnon: Mackenzie, 2003.
- [34] SENADO. Institucional - SIS/SAUDE. **Brasil tem 300 mil pessoas com Síndrome de Down**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/institucional/sis/noticias-comum/brasil-tem-270-mil-pessoas-com-a-sindrome-de-down>> Acesso em: 05 out. 2022.
- [35] SILVA, Mônica de Faria. **"O ensino de matemática para crianças com Síndrome de Down: saberes teóricos e práticos nas séries iniciais do ensino fundamental"** (2020).
- [36] SOUZA, I. V., Moura, J. A. B., Honório, J. J. C.M., Ghirello-Pires, C. S. A. & Terton, U. (2019). *Identification, Analysis and Prioritization of Requirements for Gamified Applications to Support the Teaching of Children with Down's Syndrome*. 27(1), 154-174. DOI: 10.5753/RBIE.2019.27.01.154
- [37] SILVA, R. T. da., De-Carvalho, P. S., Miranda, S. C., & Santos, S. X. (2019). **Matemática, Síndrome de Down e os Desafios do Ensino Aprendizagem**. ResearchGate. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334279854_Matematica_Sindrome_de_Down_e_os_Desafios_do_Ensino_Aprendizagem_Mathematics_Down's_Syndrome_and_the_Teaching-Learning_Challenges. Acesso em: 18 fev. 2023.
- [38] SILVA, A. R., Sousa, J. L., de Vasconcelos, P., & Rabelo, J. (2023). **MPS. Br Game: Proposta de Jogo Educacional**. Anais do Computer on the Beach, 14, 495-497.
- [39] TACHINARDI, Bruno. **As crianças com Síndrome de Down não possuem impedimento algum para atingirem os mesmos objetivos das crianças típicas**. Disponível em: <<https://fofuuu.com/blog/criancas-com-sindrome-de-down/>> Acesso em: 13 mar. 2023.
-

- [40] TELFORD, C. W., Sawrey, J. M. O indivíduo Excepcional - **5ª Edição Síndrome de Down e a matemática.** Disponível em: <https://site.livrariacultura.com.br/imagem/capitulo/42196899.pdf> Acesso em: 20 de fev 2023
- [41] TOLOMEI, Bianca Vargas. **"A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação."** *EAD em foco* 7.2 (2017).
- [42] VIEIRA, Antônia Maíra Emelly Cabral da Silva. **UM OLHAR SOBRE O PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CRIANÇAS COM Síndrome de Down.** Revista Includere, UFERSA, Rio Grande do Norte, n.1, março de 2015.
- [43] VOIVODIC, Maria Antonieta, and Márcia Regina Souza Storer. **"O desenvolvimento cognitivo das crianças com síndrome de Down à luz das relações familiares."** Revista Psicologia: Teoria e Prática 4.2 (2002): 31-40.
- [44] WANG, Hao, and Chuen-Tsai Sun. **"Game reward systems: Gaming experiences and social meanings."** *DiGRA conference*. Vol. 114. 2011.
- [45] COSTA, A. B. da ., Picharillo, A. D. M., & Elias, N. C... (2017). **Avaliação de habilidades matemáticas em crianças com Síndrome de Down e com desenvolvimento típico.** *Ciência & Educação (bauru)*, 23(1), 255–272. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170010015>
- [46] YEE, Nick. **"Motivations for play in online games."** *CyberPsychology & behavior* 9.6 (2006): 772-775.
- [47] YOKOYAMA, L. A. (2017). **Atividades de Matemática para crianças com Síndrome de Down.** *Revista Educação Pública*. Disponível em <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/17/2/atividades-de-matematica-para-crianca-com-sndrome-de-down>. Acesso em: 03 Novembro de 2022.
-

Apêndice A - Instrumento de coleta de dados

QUESTIONÁRIO		
Nome:		
Nome do filho:		
Idade do filho:		
<input type="checkbox"/> 7 anos	<input type="checkbox"/> 10 anos	<input type="checkbox"/> 13 anos
<input type="checkbox"/> 8 anos	<input type="checkbox"/> 11 anos	<input type="checkbox"/> 14 anos
<input type="checkbox"/> 9 anos	<input type="checkbox"/> 12 anos	<input type="checkbox"/> 15 anos
Seu filho conhece bem os números?		
<input type="checkbox"/> Não conhece	<input type="checkbox"/> Sim, conhece intermediário	
<input type="checkbox"/> Sim, conhece o básico	<input type="checkbox"/> Sim, conhece bastante	
Até que número seu filho sabe contar?		
Seu filho tem dificuldade de entender os numerais?		
Seu filho consegue fazer contas básicas de matemática (somar, subtrair, multiplicar e dividir)?		
Como você avalia o desenvolvimento do seu filho na disciplina de matemática?		
<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	
<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Ótimo	
Outros:		
Quais são os principais desafios que você enfrenta ao ensinar matemática para seu filho?		
Você já utilizou alguma estratégia de gamificação para ensinar matemática para seu filho? Se sim, qual foi a experiência?		
Qual é a sua opinião sobre o uso de tecnologias como aplicativos de jogos no ensino de matemática para crianças com Síndrome de Down?		
Você acredita que a gamificação pode ser uma ferramenta útil para tornar o ensino da matemática mais atrativo e eficaz para essas crianças?		
<input type="checkbox"/> Sim		
<input type="checkbox"/> Não		
Como você acha que as crianças com Síndrome de Down podem se beneficiar do uso de um aplicativo de jogo onde se use a matemática?		
Qual é a sua opinião sobre o papel dos jogos e desafios em um aplicativo que ensina matemática para crianças com Síndrome de Down?		

Você acha que o uso de um aplicativo de jogos matemáticos pode ajudar a melhorar a autoestima e a confiança das crianças com Síndrome de Down em relação a essa disciplina?

Sim

Não

Na sua opinião, o que pode ser acrescentado em um aplicativo de jogo que ensina matemática para crianças com Síndrome de Down?

Como você avalia a importância de avaliar a eficácia de um aplicativo gamificado de matemática para crianças com Síndrome de Down?

São dados pessoais sensíveis aqueles relativos à origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a um indivíduo. Dessa forma, ciente do formulário, você autoriza que seja usado o seu nome e o nome de seu filho neste estudo?

Sim

Não

Apêndice B - Link para repositório do código do jogo no github

<https://github.com/Natalialimac/Tcc>
