UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Análise da relação entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação em crianças através de jogos digitais

Lívia Fares

São Carlos – SP

Análise da relação entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação em crianças através de jogos digitais

Lívia Fares

Orientadora: **Profa. Dra. Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco**

Monografia final de conclusão de curso apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.
Área de Concentração: Jogos digitais educacionais

USP – São Carlos
Junho de 2021

AGRADECIMENTOS

Este projeto só foi possível graças ao apoio de diversas pessoas. Agradeço primeiramente a minha orientadora Kalinka que me auxiliou durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho, me ensinando e ajudando em cada passo, desde antes deste projeto, com parcerias em eventos externos que contribuíram para a ideia deste projeto.

Agradeço aos meus pais, Jaime e Lucinda, e minhas irmãs, Thais e Isadora, por sempre me apoiarem nas minhas decisões, me confortarem quando as coisas estavam difíceis e sempre me mostrarem o melhor caminho a ser seguido.

Agradeço também ao grupo Enactus USP São Carlos por ter sido um lugar de acolhimento e muito aprendizado durante boa parte da minha graduação e, especialmente, a Bruna, Maria, Luana, Beatriz, Camilla, Bruno e Rafael pela parceria maravilhosa que começou com o Enactus e foi muito além disso.

Por último eu agradeço muito aos meus colegas de curso, Carlos, João Pedro, Leonardo, Mateus, Guilherme e Tiago por todos os dias e noites estudando, pela parceria em trabalhos e por tornarem os momentos difíceis da graduação muito melhores, me ajudando a chegar até aqui.

RESUMO

FARES, L.. **Análise da relação entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação em crianças através de jogos digitais**. 2021. 43 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

A computação está cada vez mais presente em diversas áreas do nosso cotidiano e, com isso, o estudo de programação com crianças tem aumentado também. Atualmente, existem diversas plataformas e empresas que buscam levar esta área para as crianças de uma forma simples e interessante e entender quais habilidades são necessárias para aprender os conceitos de ciência da computação. Desta forma, este projeto propõe uma análise da relação entre raciocínio lógico e interesse na área de computação em crianças. Para isto, foi utilizado o jogo Sokoban e uma atividade da plataforma Hora do Código com estudantes de 6 a 13 anos, com a intenção de obter dados e entusiasmá-los com a área. Os dados foram obtidos a partir de métricas do jogo e respostas de um questionário sobre as atividades realizadas e comparados com a finalidade de compreender a relação mencionada. Através dos testes realizados neste projeto não foi possível concluir se a capacidade lógica está diretamente ligada ao interesse em computação. Para isto, é preciso expandir o número e a diversidade dos participantes.

Palavras-chave: Aprendizado de computação; Jogos educacionais; Jogos digitais; Raciocínio lógico; Sokoban.

ABSTRACT

FARES, L.. **Análise da relação entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação em crianças através de jogos digitais**. 2021. 43 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

Computing is increasingly present in several areas of our daily activities and, with this, the study of programming with children has also increased. Currently, there are several platforms and companies that seek to bring this area to children in a simple and interesting way, and understand what skills are needed to learn computer science concepts. Thus, this project proposes an analysis of the relationship between logical thinking and interest in computing in children. For this, the game Sokoban and an activity from Hour of Code platform were used on students from 6 to 13 years old, with the intention of obtaining data and making them enthusiastic about the area. These data were obtained from Sokoban's metrics and answers from a forms about the activities performed, and compared them in order to understand the relationship mentioned. Through the tests carried out in this project, it was not possible to conclude whether logical thinking is directly linked to interest in computing. For that purpose, it is necessary to expand the number and diversity of participants.

Key-words: Computer learning; Digital games; Educational games, Logical thinking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo do jogo *Sokoban* 18
Figura 2 – Interface de atividades da Hora do Código 21
Figura 3 – Interface do questionário do Google Forms 22
Figura 4 – Diagrama de Classes da implementação do jogo Sokoban 24
Figura 5 – Desenho inicial das fases implementadas no jogo *Sokoban* enumeradas de 1 a 6. 26
Figura 6 – Página de apresentação do Sokoban, com as regras, espaço para inserir o nome do jogador e inicializar. 28
Figura 7 – Interface do jogo *Flappy Bird*. 29
Figura 8 – Exemplo de desafio da Hora do Código, com a interface completa, incluindo as instruções, blocos de programação e teste do jogo. 30
Figura 9 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de fases passadas por cada participante. 31
Figura 10 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de *resets* por fase. 32
Figura 11 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de movimentos por fase. 33
Figura 12 – Gráfico em colunas mostrando a tempo levado por cada participante para passar de fase. 33
Figura 13 – Gráfico em formato pizza mostrando a porcentagem de sexo feminino e masculino dos participantes. 34
Figura 14 – Gráfico em colunas mostrando a idade dos participantes. 34
Figura 15 – Gráfico em colunas mostrando o ano escolar dos participantes. 35
Figura 16 – Gráfico em colunas mostrando a nota (de 1 a 5) para o jogo *Sokoban*. 35
Figura 17 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas sobre a dificuldade encontrada pelos participantes para o jogo *Sokoban*. 36
Figura 18 – Gráfico em colunas mostrando a nota (de 1 a 5) para a atividade da Hora do Código. 36
Figura 19 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas sobre a dificuldade encontrada pelos participantes para a atividade da Hora do Código. 37
Figura 20 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas dos participantes sobre o interesse em aprender mais sobre computação. 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela com os valores mínimos de quantidade de movimentos por fase. . . . 32
Tabela 2 – Tabela com os dados do *Sokoban* e questionário por participante. 39
Tabela 3 – Tabela com os dados pessoais dos participantes (idade, sexo e ano escolar). . 40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO . . . 15
1.1 Motivação e Contextualização . . . 15
1.2 Objetivos . . . 15
1.3 Organização . . . 16

2 MÉTODOS, TÉCNICAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS . . . 17
2.1 Considerações iniciais . . . 17
2.2 *Sokoban* . . . 17
2.3 As ferramentas utilizadas . . . 19
2.3.1 As linguagens JavaScript, HTML e CSS . . . *19*
2.3.2 A ferramenta Azure para aplicativos Web . . . *20*
2.3.3 A ferramenta Firebase . . . *20*
2.3.4 A plataforma Hora do Código . . . *21*
2.3.5 A ferramenta Google Forms . . . *21*
2.4 Considerações finais . . . 22

3 DESENVOLVIMENTO . . . 23
3.1 Considerações iniciais . . . 23
3.2 Atividades realizadas . . . 23
3.2.1 Desenvolvimento computacional do jogo Sokoban . . . *23*
3.2.2 Teste com as crianças . . . *27*
3.2.2.1 Apresentação da área de computação . . . *27*
3.2.2.2 Jogo Sokoban . . . *28*
3.2.2.3 Hora do Código com Flappy Bird . . . *28*
3.2.2.4 Questionário . . . *29*
3.3 Resultados obtidos . . . 30
3.3.1 Dados gerais do jogo Sokoban . . . *30*
3.3.2 Dados gerais do questionário . . . *33*
3.3.3 Dados específicos por participante . . . *36*
3.4 Considerações finais . . . 38

4 CONCLUSÃO . . . 41
4.1 Contribuições . . . 41
4.2 Trabalhos futuros . . . 41

REFERÊNCIAS 43

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação e Contextualização

A habilidade de resolver problemas e executar o pensamento lógico está presente quando se quer atingir determinado objetivo, mas a solução não se apresenta imediatamente. Esta habilidade cognitiva, está muito presente dentro de um jogo, onde o jogador precisa resolver problemas em todas as fases, explorando e interpretando-os (RAMOS; ANASTÁCIO, 2018).

O estudo e aplicação da lógica também é importante para o processo de aprendizagem e visa auxiliar estudantes a raciocinar, compreender conceitos básicos e prepará-los melhor para o entendimento de tópicos avançados (SANTOS; CRISTIANO; NETO, 2015).

A partir de 2013, com o surgimento da campanha *Code.org*, que visa estimular o ensino de linguagens de programação nas escolas fundamentais, diversas escolas estão disponibilizando para seus alunos disciplinas de ensino a programação de computadores. Entre as vantagens desse tipo de disciplina pode ser citado o desenvolvimento de habilidades em raciocínio lógico, matemático, linguístico e sua relação causa-efeito (VARGAS, 2014).

Além do ensino de programação, a aprendizagem baseada em jogos também se mostra uma tendência e, usar recursos interativos faz com que os alunos se atentem ao conteúdo (SENA SARAH SCHMITHAUSEN SCHMIEGELOW, 2016).

Desta forma, a proposta deste trabalho é estudar o uso de jogos de lógica, mais especificamente o *Sokoban*, para analisar a capacidade lógica de crianças e a relação desta habilidade com o interesse e facilidade para aprender programação.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é estudar e analisar qual a relação, se existente, entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação. Para isto é utilizado o jogo *Sokoban* para compreensão da lógica e uma atividade de Hora do Código, uma plataforma da campanha *Code.org*, para aprendizagem básica de programação e para despertar o interesse das crianças pela área.

Espera-se, como resultado, entender melhor a relação descrita acima, baseado em estudos de caso com crianças, aplicando as atividades desenvolvidas.

1.3 Organização

Este trabalho está dividido em 4 capítulos. No Capítulo 2 é apresentado alguns trabalhos relacionados, uma introdução ao jogo *Sokoban* e as respectivas métricas obtidas, além das tecnologias utilizadas no desenvolvimento das atividades. O Capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do trabalho, descrevendo a parte computacional do jogo e a execução das atividades com as crianças no estudo de caso. Este capítulo também apresenta uma análise dos resultados obtidos no estudo, com gráficos e tabelas. Por fim, no Capítulo 4 são apresentadas as conclusões, síntese do trabalho desenvolvido e uma apresentação dos trabalhos futuros.

Capítulo 2

MÉTODOS, TÉCNICAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

2.1 Considerações iniciais

As atividades desenvolvidas nos testes com os estudantes deste projeto foram divididas em 4 partes: uma breve apresentação sobre a área de computação, o jogo de raciocínio lógico *Sokoban*, a criação do jogo *Flappy Bird* pela plataforma da Hora do Código e um questionário sobre as atividades realizadas. O motivo da escolha para cada uma das atividades mencionadas é melhor explicada neste capítulo, bem como os conceitos relacionados a raciocínio lógico e computação envolvidos na escolha e desenvolvimento.

A apresentação inicial sobre a área de computação foi feita com o auxílio da ferramenta *Google Slides*[1], com a finalidade de entusiasmar as crianças com a área e contextualizar sobre as atividades que seriam realizadas a seguir.

O jogo foi feito utilizando desenvolvimento web por meio das linguagens de programação *JavaScript*, *HTML* e *CSS*. Além disso, foi utilizada a ferramenta Firebase, da Google, para a criação da base de dados e a ferramenta Azure, da Microsoft, de computação na nuvem para disponibilizar o jogo *online*.

Para a criação do jogo *Flappy Bird* foi utilizado a ferramenta Hora do Código, uma plataforma da empresa CODE.org, que possui diversas atividades para ensinamento de programação a crianças.

Por fim, o questionário sobre as atividades foi projetado por meio da ferramenta da Google para desenvolvimento de formulários, o *Google Forms*.

2.2 *Sokoban*

Para entender melhor a capacidade lógica das crianças de uma forma interativa e interessante foi escolhida a utilização de um jogo digital de raciocínio lógico que fornecesse métricas avaliativas.

[1] https://www.google.com/slides/about/

O jogo *Sokoban* se destaca por ser um jogo com regras simples e visualmente intuitivo, com muitos recursos disponíveis, tanto jogos *online* quanto estudos sobre ele, além de a maioria das pessoas achar o jogo interessante e desafiador e, portanto, gostar de jogá-lo (JARUŠEK; PELÁNEK, 2010a).

Sokoban é um jogo criado por volta de 1980 no Japão para um único jogador. Um exemplo do jogo pode ser observado na Figura 1. O jogo consiste em um labirinto simples com uma ou várias caixas e um personagem. O objetivo do quebra-cabeça é colocar as caixas nos quadrados de destino. A única operação permitida é empurrar caixa, apenas uma por vez (JARUŠEK; PELÁNEK, 2010b).

Figura 1 – Exemplo do jogo *Sokoban*

Fonte: Elaborado pelo autor

A definição das métricas a serem coletados do jogo foi feita baseado nas avaliações realizadas nos artigos de Radek Pelánek (JARUŠEK; PELÁNEK, 2010a) e (JARUŠEK; PELÁNEK, 2010b), onde ele concluiu estudos sobre a resolução de problemas e dificuldade das fases utilizando o jogo *Sokoban*. A seguir são apresentadas as métricas escolhidas:

- **Quantidade de fases concluídas**

  Esse dado fornece o número de fases que cada pessoa concluiu durante o tempo jogado.

- **Número de *resets***

  No jogo Sokoban, pode acontecer de não existir movimentos possíveis para finalizar a fase, e, nesses casos, o jogador deve apertar o botão "Reiniciar"para começar a fase novamente tentando movimentos diferentes para concluí-la.

  Este valor indica quantas vezes o jogador ficou preso antes de encontrar o caminho correto para passar de fase.

- **Quantidade de movimentos**

  O jogo fornece um contador de movimentos e a cada vez que o jogador aperta o botão "Reiniciar"ou passa para a próxima fase, é salva a quantidade de movimentos que ele ou ela executou.

  Esse número indica se o jogador levou mais movimentos que o necessário para passar de fase ou o quanto ele tentou antes de reiniciar.

- **Tempo por fase**

  Ao começar o jogo, incia-se também um relógio regressivo (do tipo *timer*) indicando ao jogador quanto tempo ele ainda tem para jogar o máximo de fases possível.

  Ao final de cada fase, é salvo o tempo que o jogador levou na fase em questão.

2.3 As ferramentas utilizadas

O projeto foi desenvolvido para que todas as partes fossem acessadas via Web por qualquer pessoa na Internet. Para isso, foi utilizado linguagens de programação, *frameworks* e plataformas que estão disponíveis gratuitamente na internet e são conhecidas da área de desenvolvimento e educação computacional. Nesta seção é apresentada uma introdução de cada uma dessas ferramentas e o respectivo motivo para sua escolha.

2.3.1 As linguagens JavaScript, HTML e CSS

Para desenvolver o jogo em plataforma Web de forma dinâmica e visualmente interessante para os jogadores, foram utilizadas as seguintes linguagens:

- ***Hypertext Markup Language* (HTML)**[2]: linguagem de marcação utilizada na construção de páginas Web com sinais e códigos que são interpretados pelo navegador. HTML é a linguagem padrão para desenvolvimento Web e, portanto, possui muitos materiais disponíveis, além de tecnologias que facilitam a integração com outras linguagens, por isso foi escolhida para este projeto.

[2] https://www.w3schools.com/html/

- ***Cascading Style Sheets* (CSS)**[3]: linguagem de estilo utilizada para dar uma representação visual dos elementos descritos em uma linguagem de marcação. CSS é utilizado para formatar uma página Web e estilizar os elementos presentes no documento HTML. Essa linguagem, assim como o HTML, também é padrão para desenvolvimento Web e, neste projeto, foi utilizada para organizar e dar cores para o jogo *Sokoban*.

- ***JavaScript***[4]: linguagem de programação de alto nível interpretada, ou seja, é uma linguagem próxima à humana executada por um interpretador. Ela é responsável pelo controle dinâmico dos elementos das páginas web. JavaScript, junto com o HTML e CSS, completa o combo de linguagens padrão para o desenvolvimento Web e possui integração para diversas ferramentas que auxiliam no desenvolvimento Web, especialmente para jogos digitais.

2.3.2 A ferramenta Azure para aplicativos Web

Para disponibilizar o jogo Sokoban *online*, foi utilizada a plataforma de computação em nuvem da Microsoft, Azure (MICROSOFT, 2021). A plataforma disponibiliza diversos recursos de computação, armazenamento, monitoramento e inteligência artificial para execução de aplicativos e serviços, como máquinas virtuais, *SQL server*, aplicativos web, gerenciamento de APIs entre outros.

A escolha pela plataforma Azure, dentre as opções de computação em nuvem, foi devido a fácil integração para *deploy* de aplicativos Web com o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), *Visual Studio Code*, que foi utilizado na implementação do jogo. Com isso, foi possível disponibilizar o jogo de forma simples e prática em um link público acessível por qualquer pessoa na Internet.

2.3.3 A ferramenta Firebase

Como mencionado na Seção 2.2, foram utilizadas algumas métricas do jogo para compreender a capacidade de raciocínio lógico das crianças analisadas. Para guardar os dados coletados foi necessário utilizar uma ferramenta de base de dados que disponibilizasse esses dados de forma simples e prática.

Firebase (GOOGLE, 2021) é uma plataforma desenvolvida pelo Google para criação de aplicativos Web e móveis. Ela conta com uma funcionalidade de *Realtime Database* (Base de Dados em Tempo Real), que disponibiliza os dados da base de dados implementada de forma rápida e gratuita em um console de fácil usabilidade. Por esses motivos, ela foi escolhida para este projeto.

[3] https://www.w3schools.com/css/
[4] https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript

2.3.4 A plataforma Hora do Código

Hour of Code[5] (Hora do Código) é uma plataforma com diversas atividades de uma hora para introdução a ciência da computação. Ela foi projetada para desmistificar a escrita de "códigos", mostrando que qualquer pessoa pode aprender os conceitos básicos de computação e, assim, expandir a participação de pessoas, principalmente crianças, na área de ciência da computação. Na Figura 2 é ilustrada a interface da página principal de atividades da plataforma.

Figura 2 – Interface de atividades da Hora do Código

Fonte: Elaborado pelo autor

Esta plataforma está disponível em 45 idiomas (incluindo português do Brasil) e possui atividades bem interativas, com instruções claras e atualizada com os interesses da nova geração de crianças. Além disso, ela é facilmente acessível por qualquer navegador web e, por isso, foi escolhida para desenvolver a atividade introdutória de computação.

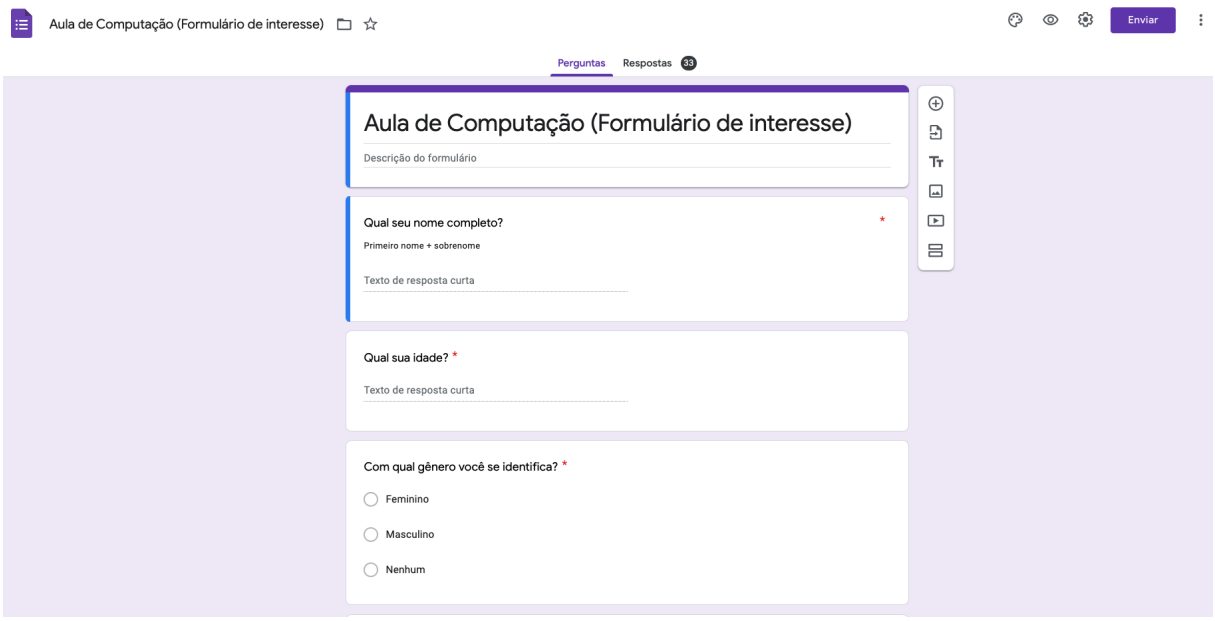
2.3.5 A ferramenta Google Forms

A última parte deste projeto, como já mencionado, envolve a realização de um questionário sobre as atividades realizadas previamente e o interesse das pessoas envolvidas em aprender mais sobre a área de computação.

[5] https://hourofcode.com/br/learn

Para a realização deste questionário foi utilizada a ferramenta *Google Forms*, ilustrada na Figura 3. Este formulário está disponível *online* pelo Google e possui uma ótima usabilidade para criar as questões e receber as respostas de forma prática por meio de uma planilha.

Figura 3 – Interface do questionário do Google Forms



Fonte: Elaborado pelo autor

2.4 Considerações finais

Neste capítulo foi apresentado uma introdução das ferramentas utilizadas para a realização das atividades necessárias para o projeto, bem como o motivo para escolha de cada uma delas.

Todas as ferramentas, linguagens e plataformas apresentadas exigiram um estudo prévio de suas funcionalidades, bem como de outras ferramentas concorrentes para análise e decisão.

No próximo capítulo é explicado com maior profundidade como cada uma das ferramentas foi utilizada e como foi feito o desenvolvimento e aplicação das atividades com as crianças envolvidas no projeto.

Capítulo 3

DESENVOLVIMENTO

3.1 Considerações iniciais

Este capítulo tem por objetivo apresentar o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos. Para isso, ele foi dividido em três seções.

Primeiro são apresentadas as atividades realizadas durante o projeto com mais detalhes, explicando o processo de desenvolvimento e execução de cada uma delas, incluindo o desenvolvimento computacional do jogo e as atividades realizadas nos testes com as crianças.

A segunda parte contém os resultados quantitativos obtidos pelas métricas do jogo *Sokoban* bem como os resultados qualitativos retirados do questionário. Por fim, é feita uma análise destes resultados de forma a entender a relação entre raciocínio lógico e interesse em computação das crianças envolvidas no projeto.

3.2 Atividades realizadas

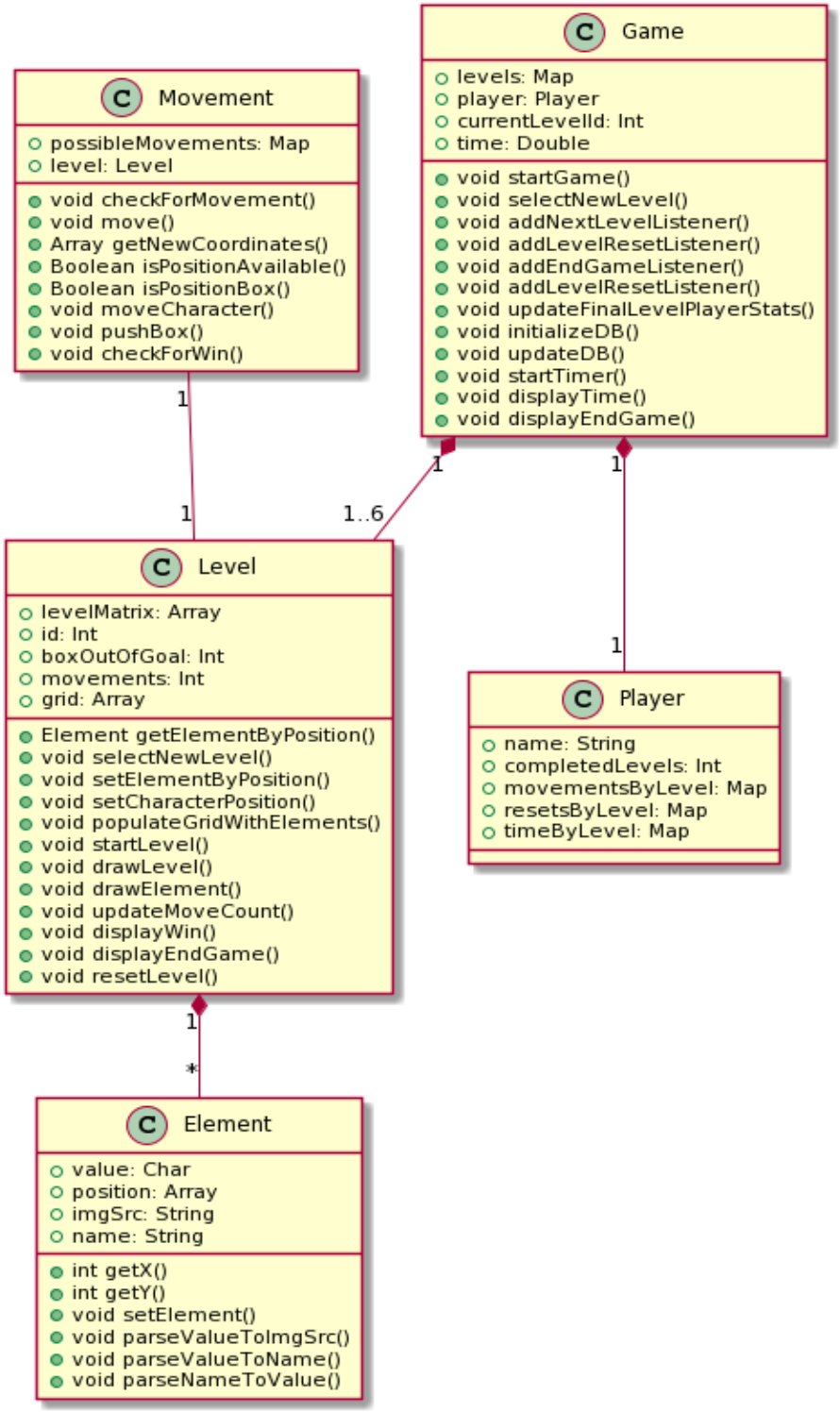
3.2.1 Desenvolvimento computacional do jogo Sokoban

O jogo, como apresentado, foi escolhido devido à diversos motivos, sendo um deles por ser um jogo relativamente simples em termos computacionais de desenvolvimento. É um jogo que possui uma movimentação pouco dinâmica, personagens simples e fases bem definidas com extensa documentação disponível. Assim, foi possível desenvolvê-lo em plataforma Web para que ele pudesse ser executado de qualquer computador com acesso à Internet.

Para este projeto foi necessário desenvolver o jogo do zero uma vez que os jogos do estilo *Sokoban* já disponíveis *online* não possuíam a funcionalidade de extração e armazenamento das métricas em uma base de dados própria. Além disso, boa parte dos jogos possuem uma dificuldade elevada para crianças mais novas e com tempo limitado para jogar.

O código do jogo foi desenvolvido em um formato orientado a objetos, ou seja, separado em classes, com métodos e atributos, deixando-o organizado e sustentável para qualquer mudança que possa ser feita no futuro. Para isso, foi construído o Diagrama de Classes ilustrado na Figura 4 e o código completo pode ser encontrado pela plataforma Github (FARES, 2021a).

Figura 4 – Diagrama de Classes da implementação do jogo Sokoban



Fonte: Elaborado pelo autor

A implementação, como pode ser observado na Figura 4, consiste em 5 classes: *Game* (Jogo), *Level* (Fase), *Element* (Elemento), *Movement* (Movimento) e *Player* (Jogador).

A descrição de cada uma das classes é dada a seguir:

- ***Game***

  Esta classe contém as principais funções do jogo, como inicialização do jogo e aguardar ações do jogador por eventos HTML, pelos botões de próxima fase e reiniciar. Além disso, esta classe também é responsável pela criação e atualização da base de dados com as métricas do jogador.

- ***Level***

  Esta classe é responsável por popular as fases, interpretando a matriz da fase em questão e adicionando as imagens. Além disso, nesta classe também é tratado a opção de reiniciar a fase e mostrar os *canvas* de vitória por fase e do jogo em si.

- ***Element***

  A matriz de fase é composta por elementos (objetos desta classe). Portanto, esta fase é responsável por fazer as transformações de ID de cada elemento para um nome prático e a referência da respectiva imagem.

- ***Movement***

  Nesta classe é feito toda a movimentação do jogo, atentando-se a ação do jogador pelas setas do teclado e verificando a posição atual e prevista de cada um dos elementos (parede, personagem, caixa, objetivo e caixa no objetivo). Os movimentos envolvem mexer o personagem em todas as direções empurrando as caixas, sem puxá-las, até o objetivo, sendo que a caixa não pode atravessar a parede e não é possível empurrar duas caixas de uma vez.

- ***Player***

  Esta classe é responsável por guardar as métricas do jogador em atributos.

Com a implementação do jogo pronta e devidamente testada localmente pelo navegador, foi feito a introdução da base de dados para guardar as métricas mencionadas na seção 2.2. Para estruturar isso, foi utilizado um objeto JSON (*JavaScript Object Notaiton*), ou seja, um modelo de transmissão de informação em formato de texto, contendo o nome do jogador, inserido por ele no inicio do jogo, e os valores das métricas até a fase alcançada pelo jogador.

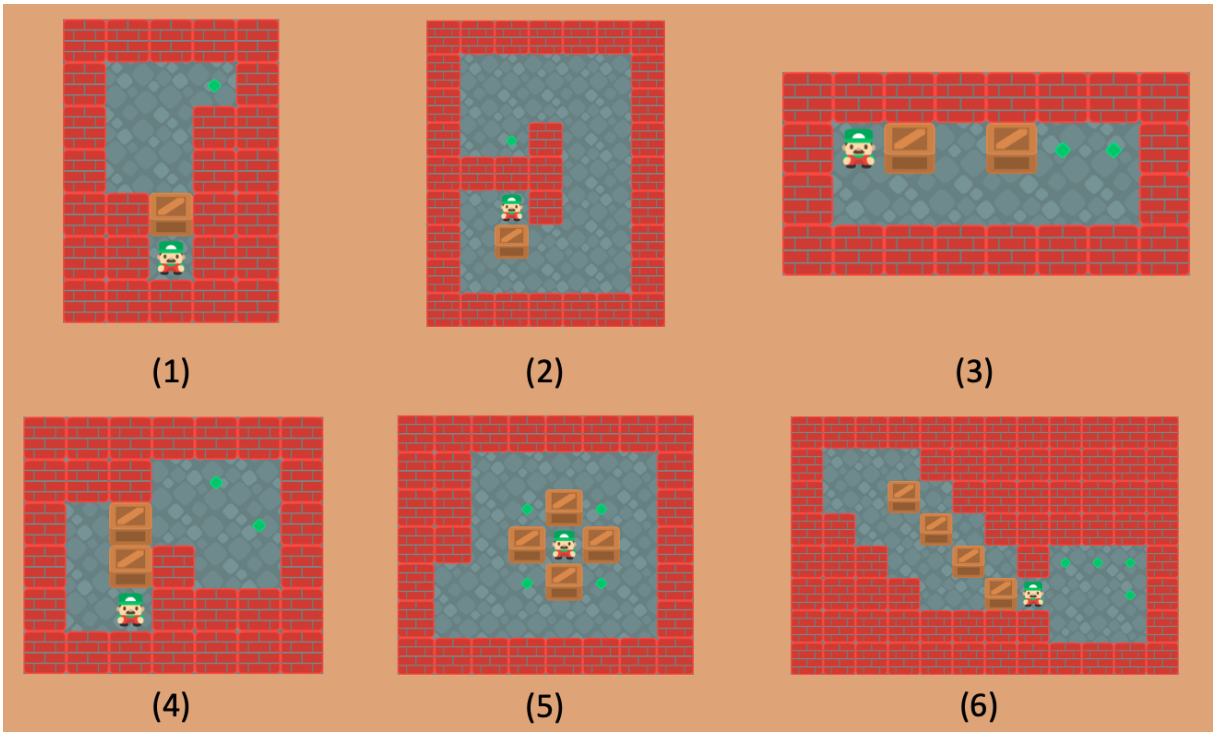
O último passo da implementação foi criar um servidor web na nuvem para que o jogo ficasse disponível publicamente na Internet em qualquer momento. Para isso, foi utilizado a

plataforma Azure que fornece de forma gratuita um serviço de *deploy* para aplicações web, disponibilizando um link próprio para a implementação.

O jogo foi planejado para ser executado durante 7 minutos por uma questão de logística das atividades, uma vez que os testes foram realizados durante o período de aula dos estudantes, limitado a cerca de 1 hora. Este tempo foi dividido da seguinte forma: 40 minutos para a Hora do Código, 5 minutos para apresentação, 5 minutos para o questionário e o restante como garantia de possíveis atrasos. Além disso, este período foi o suficiente para as crianças praticarem seu raciocínio lógico e manter o interesse pelo jogo e seus desafios.

Dado este período, o jogo foi composto por 6 fases, definidas a partir do jogo da plataforma Racha Cuca, muito utilizada em testes com crianças (PEREIRA, 2011) (FLORET, 2013) e, portanto, com uma ordem didática de fases para compreensão do jogo e, ao mesmo tempo, aumentando o nível de dificuldade. Cada uma destas fases é ilustrada na Figura 5.

Figura 5 – Desenho inicial das fases implementadas no jogo *Sokoban* enumeradas de 1 a 6.



Fonte: Elaborado pelo autor

A primeira fase é bastante simples, apenas para introduzir o jogador ao *Sokoban*, onde com poucos movimentos já é possível completá-la. A segunda fase exige que o jogador entenda uma das principais regras do jogo, que não é possível puxar a caixa, uma vez que a caixa fica facilmente travada com as paredes se não houver um pensamento lógico nos movimentos. Na terceira fase outra regra é exigida: a de que não é possível movimentar duas caixas simultaneamente e, portanto, o jogador deve levar a caixa que está mais distante do personagem primeiro.

As últimas 3 fases exigem uma estratégia um pouco maior, uma vez que já foi comprovado

que o jogador compreendeu as regras do jogo claramente. A quarta fase, apesar de simples, exige que o jogador leve a primeira caixa no local demarcado de cima, ou seja, não é a opção mais óbvia e, portanto, exige um pensamento prévio. A quinta e sexta fase exigem maiores níveis de raciocínio lógico, uma vez que elas possuem mais caixas e muitas possibilidades de movimentação que levam as caixas a se juntarem entre si ou com a parede e, consequentemente, o jogador deve reiniciar a fase e tentar novamente.

3.2.2 Teste com as crianças

Para entender a relação entre raciocínio lógico, avaliado pelas métricas do jogo *Sokoban*, e interesse na área de computação, foi planejado uma série de atividades a serem realizadas com estudantes de 6 a 13 anos. Neste projeto, o teste contou com 33 participantes que frequentam uma entidade assistencial extra escolar com aulas de diversos assuntos, incluindo uma aula de informática básica. Como este projeto foi realizado durante a pandemia de Covid-19, a realização dos testes presenciais foi impactada e, desta forma, não foi possível alcançar um maior número de participantes.

As atividades estão aqui apresentadas na ordem em que foram realizadas com as turmas. Primeiro, foi realizada uma apresentação introdutória sobre a área de computação, seguido do jogo *Sokoban*, onde as crianças foram desafiadas a passar do máximo de níveis possível em 7 minutos, para praticar um pouco o pensamento lógico. Em seguida, foi realizado a atividade da Hora do Código, criar o jogo *Flappy Bird*, e, por fim, o questionário de interesse e dificuldade sobre as atividades.

Cada uma destas atividades é apresentada com mais detalhe nas seções que seguem.

3.2.2.1 Apresentação da área de computação

Para fins de contextualização, a primeira atividade foi uma breve apresentação sobre a área de computação utilizando *Google Slides*, incluindo o que é computação, alguns exemplos de onde ela está presente e como as aplicações computacionais são construídas em alto nível.

Além de contextualizar as crianças das próximas atividades que viriam em seguida, esta apresentação serviu para despertar o interesse deles com a área de computação, apresentando exemplos muito próximos ao dia a dia deles, como os aplicativos móveis, *TikTok* e *Instagram*, *videogames* e outros jogos digitais populares como o *Minecraft* e *League of Legends*.

Por fim, foi pedido às crianças um exemplo de algo novo que elas gostariam de criar para explicar de uma maneira bem simples e em alto nível o processo de criação de uma solução computacional. Este processo incluía desenhar a solução para o problema, pensando na estrutura e em ferramentas, e escrever o código, que seria a "receita de bolo"do aplicativo.

3.2.2.2 Jogo Sokoban

Durante a apresentação introdutória, foi explicado às crianças presentes como funciona um jogo de raciocínio lógico, deixando claro que para passar de fase eles deveriam pensar em uma estratégia para evitar ficar travado e ter que reiniciar a fase e, assim, incentivá-los a jogar o seu melhor. Em seguida, foi feito a apresentação das regras do Sokoban que também estão presentes na página inicial do jogo, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Página de apresentação do Sokoban, com as regras, espaço para inserir o nome do jogador e inicializar.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com isso, as crianças começaram a jogar, passando pelas fases ilustradas na Figura 5 nos 7 minutos delimitados para esta atividade.

3.2.2.3 Hora do Código com Flappy Bird

Esta é a atividade principal de computação para entender a relação de cada criança com a área de computação, seja de interesse ou dificuldade. A atividade consiste em criar o jogo *Flappy Bird* pela plataforma Hora do Código, que apresenta uma programação em blocos, ou seja, utiliza uma metodologia visualmente amigável com blocos para substituir as linhas de código, com o objetivo de mostrar os conceitos iniciais de lógica de programação de forma simples e divertida para as crianças.

O jogo *Flappy Bird* foi escolhido por ser uma das atividades mais simples da plataforma e por ser um jogo com bastante reconhecimento e com poucas regras. O jogo consiste em voar um pássaro (ou outro personagem escolhido) passando pelo máximo de obstáculos possível, ou seja, passar no meio dos dois tubos sem encostar nos mesmos ou deixar o personagem cair. Na Figura 7 é ilustrado um exemplo do jogo.

Figura 7 – Interface do jogo *Flappy Bird*.

Fonte: Techtudo (https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/02/jogos-para-ios-flappy-bird-the-room-two-e-outros-tops-da-semana.html)

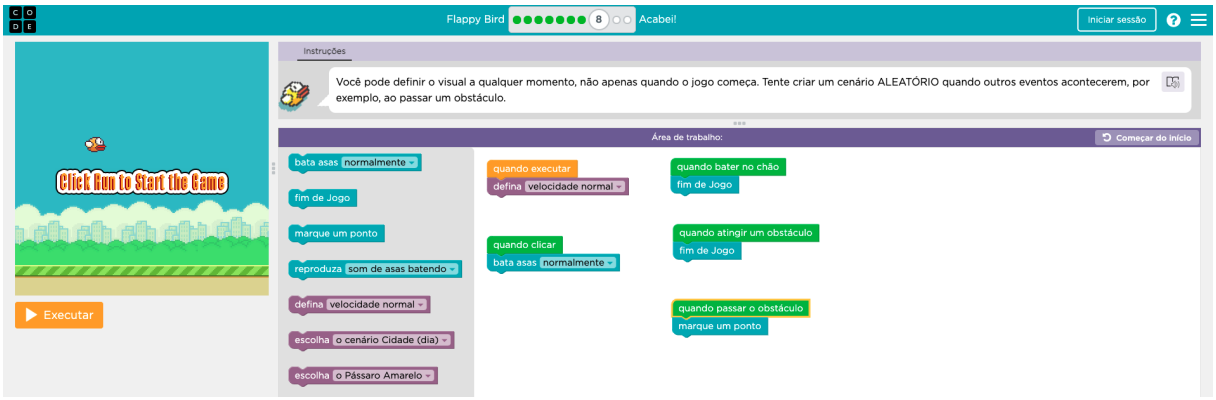
A atividade, então, consiste em 10 desafios, sendo os 9 primeiros um passo a passo de como construir o jogo e o décimo uma oportunidade para ser criativo e criar o jogo com suas próprias regras. A plataforma fornece instruções para cada desafio e uma interface para testar o jogo em tempo real. Um exemplo dos desafios é ilustrado na Figura 8.

3.2.2.4 Questionário

A última atividade foi a realização do questionário, que pode ser encontrado em (FARES, 2021b). A primeira parte contém algumas perguntas pessoais como nome, idade, sexo e ano escolar, para que estes parâmetros pudessem ser analisados nos resultados.

A segunda parte do questionário consiste em questões de interesse e dificuldade nas duas atividades realizadas, o jogo *Sokoban* e a Hora do Código. Para entender o interesse na atividade foi solicitada uma nota de 1 a 5 para o quanto a atividade foi legal por meio da seguinte questão: *"Dê uma nota de 1 a 5 para o quanto você gostou da atividade (sendo 1 muito chato e 5 muito*

Figura 8 – Exemplo de desafio da Hora do Código, com a interface completa, incluindo as instruções, blocos de programação e teste do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor

legal).". A questão de dificuldade, com enunciado *"Qual foi o nível de dificuldade que você teve durante a atividade?"*), apresenta um formato de múltipla escolha com as opções "Muito fácil", "Ok, nem fácil nem difícil", "Tive um pouco de dificuldade"e "Muito difícil".

A última parte consiste em uma questão de múltipla escolha para entender o interesse em aprender mais sobre a área de computação e possui as seguintes alternativas: "Com certeza!", "Sim", "Talvez"e "Não".

3.3 Resultados obtidos

A partir da base de dados do *Sokoban* foi possível obter resultados gerais de desempenho de raciocínio lógico, considerando as métricas descritas na seção 2.2. Pelas respostas do questionário, foi possível entender melhor o grupo amostral por meio dos parâmetros pessoais (idade, ano escolar e sexo) e o interesse e dificuldade geral das crianças nas atividades realizadas e em aprender mais sobre computação.

Além disso, foi possível fazer uma análise comparativa dos resultados obtidos no jogo e no questionário, comparando o nome de cada criança para entender de fato a relação entre os dados de raciocínio lógico e o interesse na área de computação.

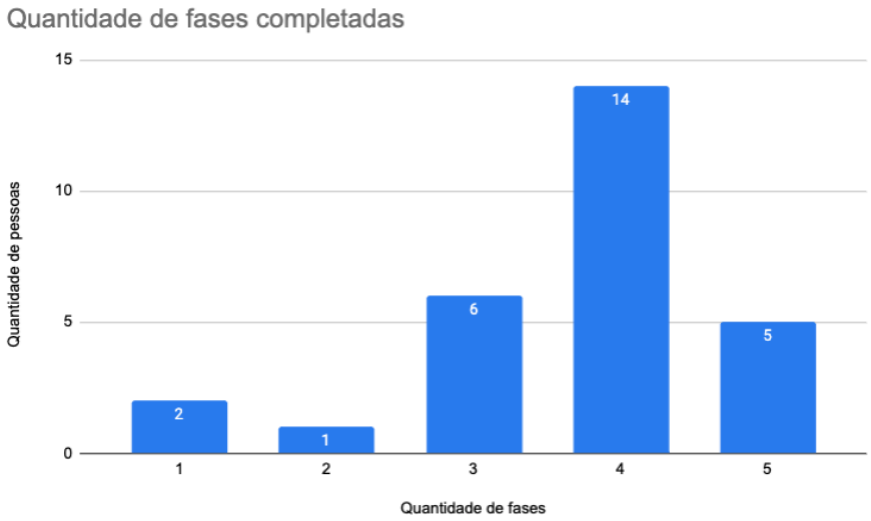
3.3.1 Dados gerais do jogo Sokoban

Jogos de raciocínio lógico, como diz o nome, oferecem dados que podem ser utilizados para entender a capacidade lógica apresentada pelo jogador. No caso do *Sokoban*, podem ser observadas algumas métricas por fase passada: a quantidade de vezes que o jogador reiniciou a fase (*resets*), quantidade de movimentos e o tempo necessário para passá-la. Além disso, também é possível obter uma métrica geral, que consiste no número de fases completadas.

Com os testes realizados, foram obtidos dados de 28 crianças. Este número difere das

33 respostas do questionário porque ocorreram problemas técnicos com alguns computadores e algumas crianças tiveram que jogar em dupla. Primeiro, tem-se a métrica de quantidade de fases completadas, na Figura 9. Pelo gráfico pode-se observar que a maioria das crianças chegou até a fase 5 (4 fases completadas), porém poucas avançaram para a sexta fase (5 fases completadas). Também pode-se observar que apenas 3 participantes não chegaram a terceira fase, sendo que as primeiras duas fases eram simples, exigindo um pensamento lógico básico e o simples entendimento das regras do jogo.

Figura 9 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de fases passadas por cada participante.



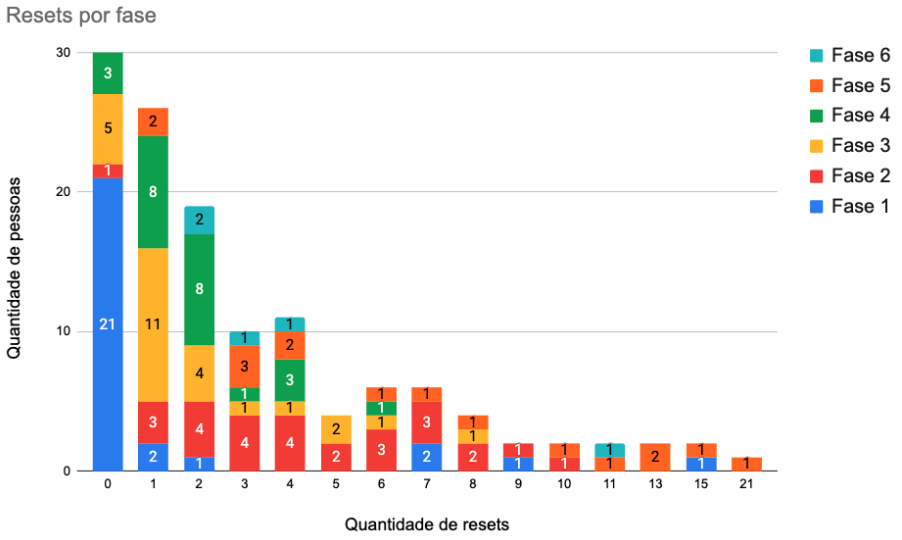
Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, tem-se a quantidade de *resets* por fase, ilustrado na Figura 10. Esta métrica é uma das mais relevantes em termos de compreensão do pensamento lógico utilizado pelo participante, uma vez que ela indica que o participante ficou preso e, portanto, não teve uma estratégia efetiva para passar da fase.

A partir do gráfico pode ser feita um análise das fases apresentadas. A primeira não apresentou grandes dificuldades para a maioria dos participantes, sendo que a maioria deles não precisou reiniciá-la nenhuma vez. A segunda fase exige um compreendimento de uma das principais regras do jogo, não é possível puxar uma caixa, apenas empurrá-la, e pode ser observado que a maioria dos participantes precisou de pelo menos um *reset* para avançar de fase. A terceira e quarta fases, apesar de teoricamente apresentarem uma dificuldade maior que a segunda, apresentaram resultados melhores. A quinta e sexta fases, que possuem um nível maior de complexidade, apresentaram altas taxas de *resets* pelo maioria dos participantes que de fato chegaram nelas.

O terceiro dado consiste na quantidade de movimentos por fase, ilustrado na Figura 11. Através desta métrica é possível entender se o participante utilizou o caminho mais rápido possível até o objetivo ou se houve divergências. Além disso, é importante destacar que esta

Figura 10 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de *resets* por fase.



Fonte: Elaborado pelo autor

métrica é apenas para os participantes que passaram pela fase questão e, por esse motivo, não há dados da fase 6.

Os valores de movimentos mínimos por fase podem ser encontrados na Tabela 1. A partir disso pode-se observar que até a fase 3, a maioria dos participantes passou de fase com o número mínimo de movimentos, ou seja, obteve o melhor caminho. Já nas fases 4 e 5 há uma maior divergência dos números, uma vez que elas apresentam uma necessidade maior de estratégia e possibilidades de caminhos.

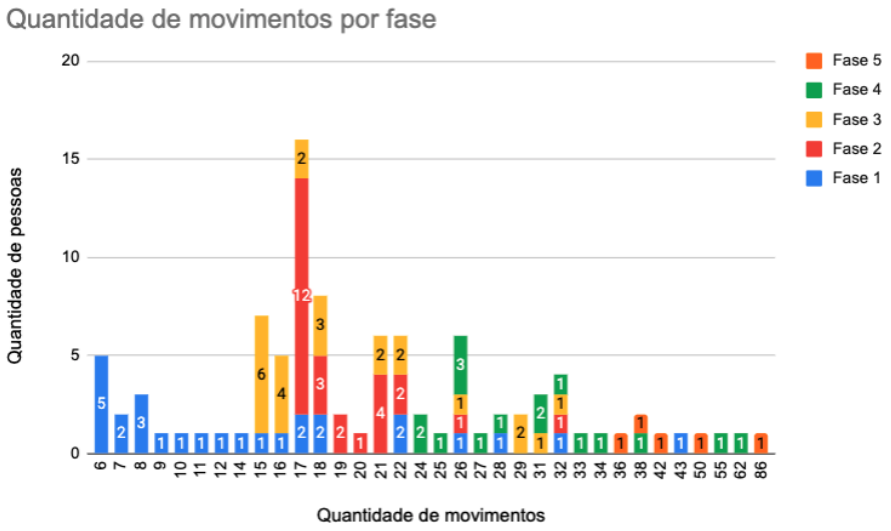
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
6	17	15	24	27

Tabela 1 – Tabela com os valores mínimos de quantidade de movimentos por fase.

O último dado aqui apresentado é referente ao tempo levado para passar de cada fase. Estes valores estão aproximados por um questão de clareza no gráfico da Figura 12. Assim como o gráfico anterior, ele não apresenta dados para a fase 6 já que nenhum participante conseguiu finalizá-la.

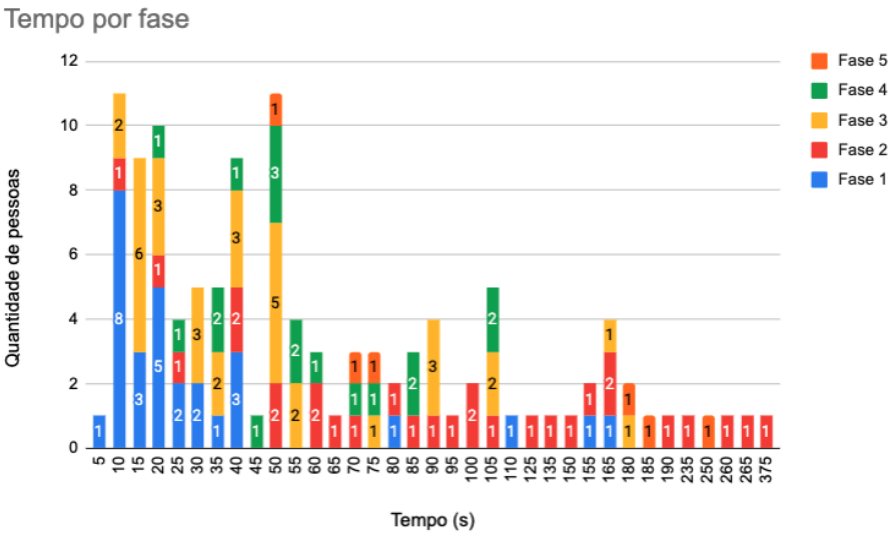
Esta métrica mostra, assim com outros dados, que a fase 2 foi uma das que os participantes mais demoraram para concluir, apesar de ser considerada de menor dificuldade. Isso se deve ao fato que muitos não tinham se atentado às regras do jogo e precisou tirar dúvidas ou entender por tentativa e erro. As outras fases possuem dados claros, sendo a primeira fase com menores tempos seguida das fases 3 e 4 e, por fim, a fase 5.

Figura 11 – Gráfico em colunas mostrando a quantidade de movimentos por fase.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 – Gráfico em colunas mostrando a tempo levado por cada participante para passar de fase.



Fonte: Elaborado pelo autor

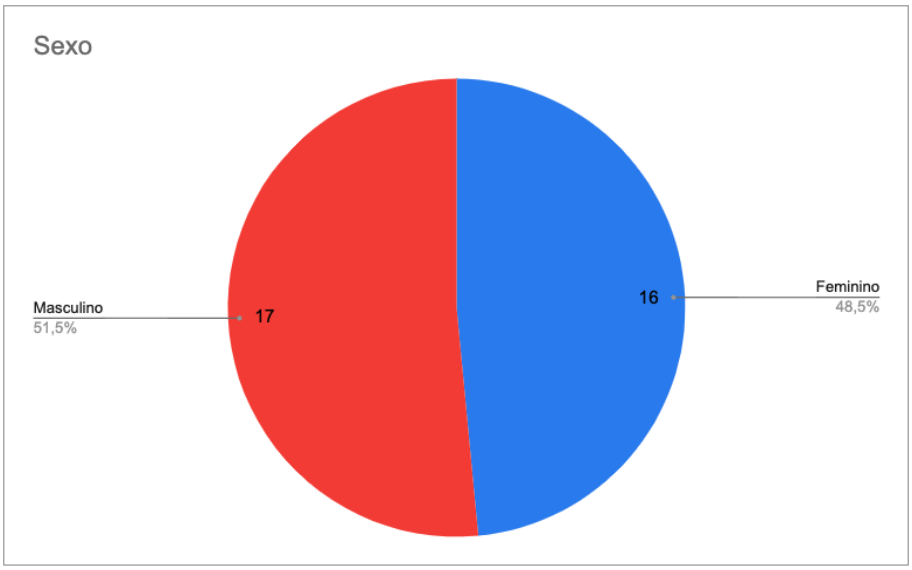
3.3.2 Dados gerais do questionário

Por meio dos testes realizados, foram obtidas 33 respostas do questionário. Como mencionado na seção 3.2.2.4, a primeira parte do questionário possui perguntas pessoais relacionadas a idade, sexo e ano escolar do participante. Esses dados são importantes para entender o grupo amostral presente para ajudar a tirar conclusões sobre o projeto e os métodos utilizados.

Nas Figuras 13, 14 e 15 ilustram os gráficos obtidos por estas questões. Pode ser observado que os testes foram feitos com um grupo bastante diverso, divido quase igualmente entre meninos e meninas, com idades variando de 6 a 13 anos, sendo sua maioria de 8 anos, e do 1º ao

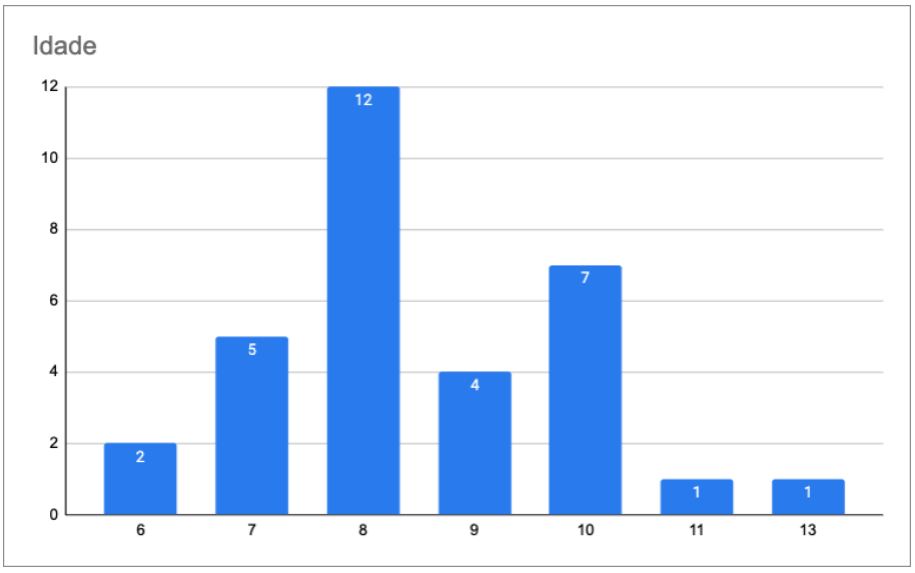
7º ano escolar, sendo predominante o 3º ano.

Figura 13 – Gráfico em formato pizza mostrando a porcentagem de sexo feminino e masculino dos participantes.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 – Gráfico em colunas mostrando a idade dos participantes.

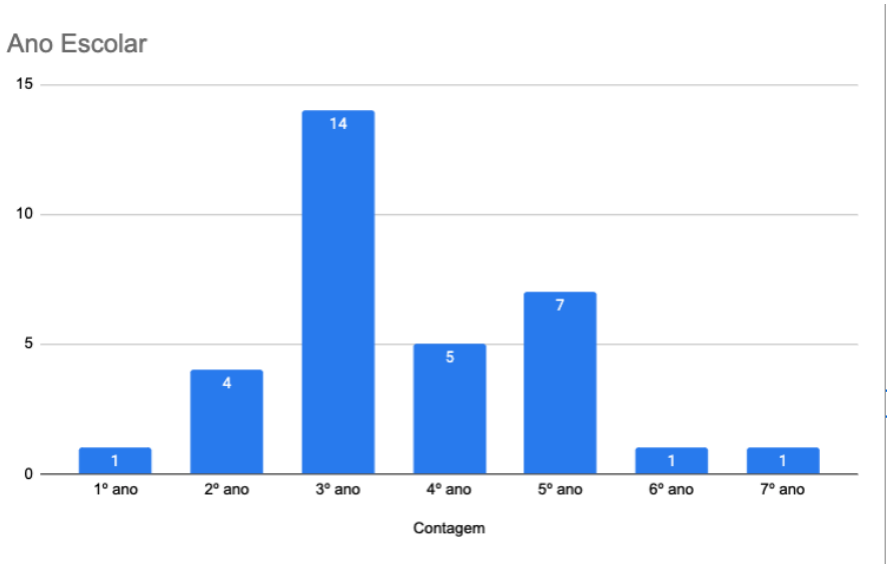


Fonte: Elaborado pelo autor

A segunda parte do questionário apresenta questões relacionadas ao interesse e dificuldade na realização das duas atividades principais, o jogo *Sokoban* e a atividade da Hora do Código. O enunciado das questões e alternativas estão descritos na seção 3.2.2.4.

A partir destas questões foi possível gerar os gráficos ilustrados nas Figuras 16 e 17 para o jogo Sokoban e nas Figuras 18 e 19 para a atividade da Hora do Código. Pode ser observado que a maioria das crianças gostou bastante de ambas as atividades, sendo a maioria das respostas

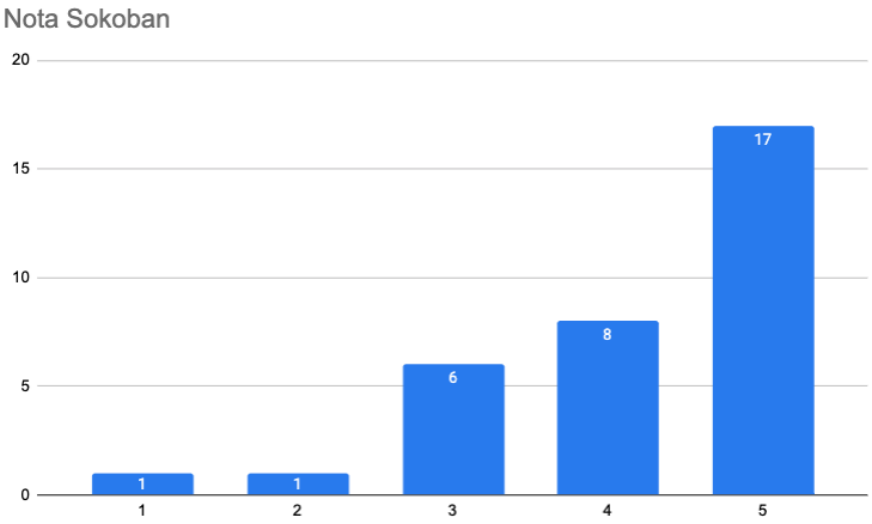
Figura 15 – Gráfico em colunas mostrando o ano escolar dos participantes.



Fonte: Elaborado pelo autor

nota 5, seguida da nota 4. Sobre a dificuldade, também foi observado proporções similares em ambas atividades, sendo que, em sua maioria, os participantes apresentaram um pouco de dificuldade.

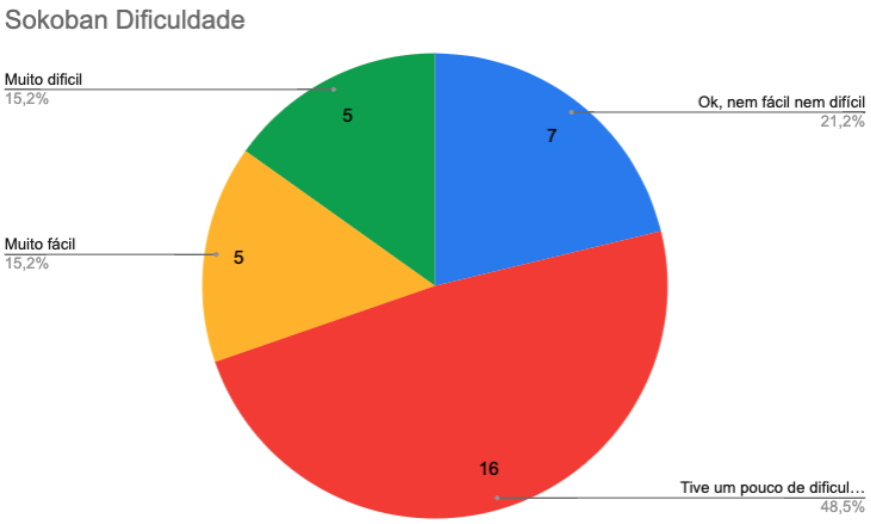
Figura 16 – Gráfico em colunas mostrando a nota (de 1 a 5) para o jogo *Sokoban*.



Fonte: Elaborado pelo autor

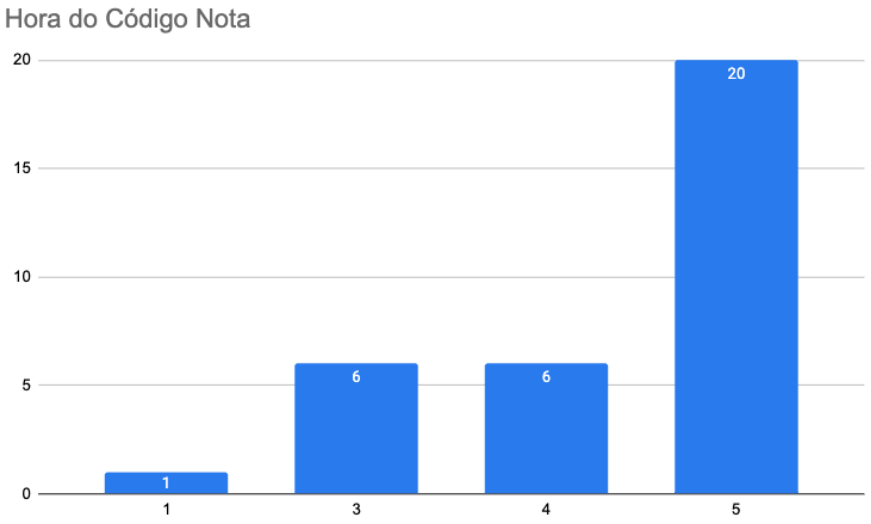
A última questão, e talvez uma das mais importantes para este projeto, é sobre o interesse dos participantes em aprender mais sobre a área de computação. A grande maioria das respostas foi extremamente positiva ("Com certeza!"e "Sim"), como ilustrado no gráfico da Figura 20.

Figura 17 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas sobre a dificuldade encontrada pelos participantes para o jogo *Sokoban*.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 – Gráfico em colunas mostrando a nota (de 1 a 5) para a atividade da Hora do Código.



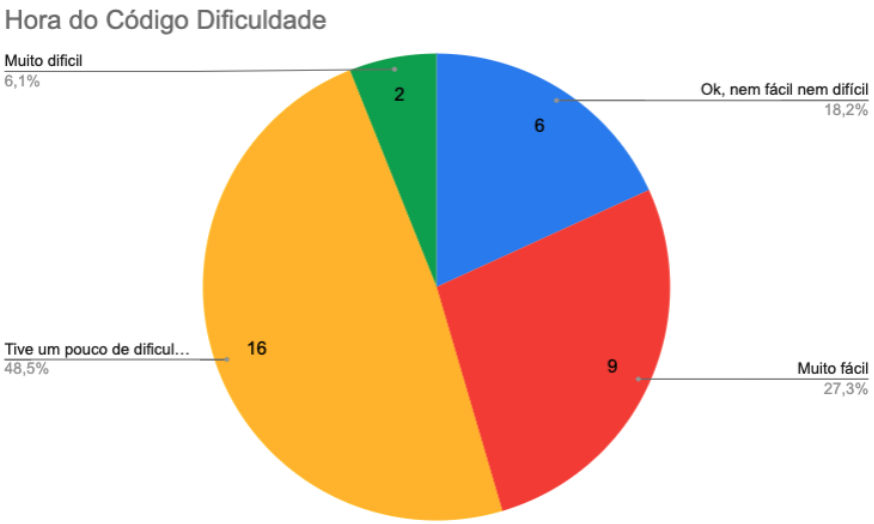
Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3 Dados específicos por participante

A partir de todos os dados coletados, é possível observar a relação entre as métricas coletadas pelo jogo sobre raciocínio lógico e as respostas obtidas no questionário sobre interesse e dificuldade sobre as atividades e a área de computação.

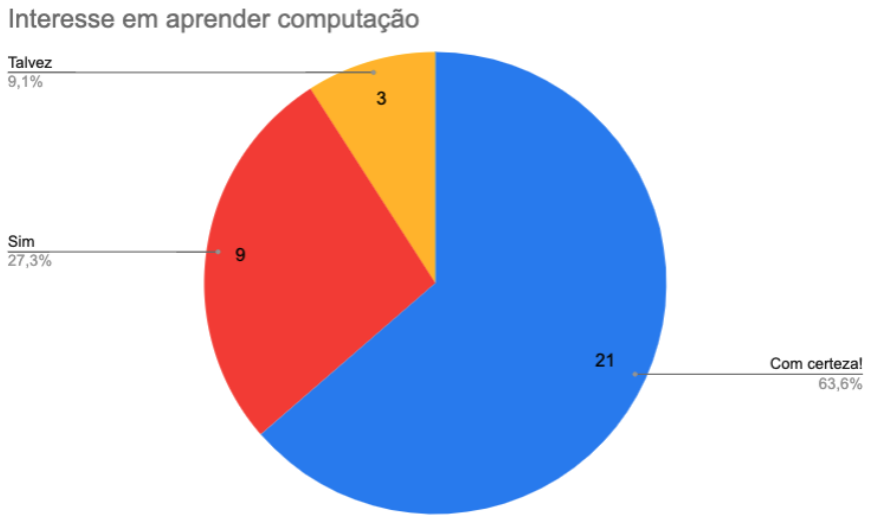
A Tabela 2 mostra a relação entre todas as métricas obtidas através do jogo por participante. Os dados estão organizados em ordem crescente a partir das métricas de raciocínio lógico obtidas do *Sokoban*. A tabela conta apenas com o total de *resets* e quantidade de fases

Figura 19 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas sobre a dificuldade encontrada pelos participantes para a atividade da Hora do Código.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 – Gráfico em formato pizza mostrando as respostas dos participantes sobre o interesse em aprender mais sobre computação.



Fonte: Elaborado pelo autor

completadas por serem as principais métricas observadas em questão de raciocínio lógico e para facilitar a análise em tabela com as respostas do questionário.

Pode ser observado que o raciocínio lógico encontrado não tem uma relação direta e clara com o interesse pela área de computação, uma vez que a grande maioria das crianças respondeu positivamente a essa pergunta. Além disso, o interesse e dificuldade respondido pelas crianças sobre as atividades não apresenta uma relação direta com as métricas obtidas pelo jogo, ou seja, a performance no jogo não influencia de forma clara no interesse pela atividade.

Apesar destes resultados, pode-se observar que todos os participantes que chegaram a última fase do jogo (IDs U, V, X e Z) deram notas altas e respostas bastante positivas sobre interesse em computação, mas como são poucos não é possível fazer uma análise clara.

Na Tabela 3 são ilustrados os parâmetros pessoais coletados do questionário para entender melhor o grupo participante. A partir dela pode-se entender se existe relação de idade, sexo e ano escolar com os dados presentes na Tabela 2.

Pode-se observar que a maioria das crianças mais velhas obteve uma performance melhor durante o jogo mas a idade e ano escolar não apresenta uma relação clara com a opinião dos participantes sobre as atividades realizadas ou com o interesse na área da computação.

Também pode-se observar que as duas respostas "Talvez"e 43% das respostas "Sim"sobre a questão de interesse são de participantes do sexo feminino, o que indica um menor entusiasmo das meninas em relação aos meninos, apesar de, ainda assim, a grande maioria ter um alto interesse na área.

3.4 Considerações finais

Neste capítulo foi apresentado o desenvolvimento computacional do jogo, com uma explicação das classes programadas e as ferramentas auxiliares para sua conclusão. Além disso, foi apresentado com mais detalhes as atividades realizadas com as crianças no estudo de caso.

A partir disso foi possível extrair diversos resultados e conclusões que serão tratadas mais a fundo no próximo capítulo.

Tabela 2 – Tabela com os dados do *Sokoban* e questionário por participante.

ID	Nº Fases feitas	Total de resets	Nota Sokoban	Dificuldade Sokoban	Nota Hora do Código	Dificuldade Hora do Código	Interesse Computação
A	1	19	2	Tive um pouco de dificuldade	3	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
B	1	8	5	Muito fácil	5	Muito fácil	Com certeza!
C	2	2	5	Muito fácil	4	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
D	3	24	5	Tive um pouco de dificuldade	5	Tive um pouco de dificuldade	Sim
E	3	13	5	Tive um pouco de dificuldade	4	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
F	3	12	4	Muito dificil	5	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
G	3	12	5	Muito fácil	5	Muito fácil	Sim
H	3	10	3	Tive um pouco de dificuldade	5	Muito fácil	Sim
I	4	17	4	Tive um pouco de dificuldade	3	Ok, nem fácil nem difícil	Talvez
J	4	14	4	Tive um pouco de dificuldade	5	Ok, nem fácil nem difícil	Sim
K	4	11	5	Ok, nem fácil nem difícil	4	Tive um pouco de dificuldade	Talvez
L	4	10	5	Muito dificil	5	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
M	4	9	5	Ok, nem fácil nem difícil	4	Ok, nem fácil nem difícil	Com certeza!
N	4	9	5	Muito fácil	5	Muito fácil	Com certeza!
O	4	8	1	Muito dificil	5	Muito fácil	Sim
P	4	8	3	Tive um pouco de dificuldade	3	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
Q	4	7	3	Tive um pouco de dificuldade	3	Muito fácil	Com certeza!
R	4	7	3	Tive um pouco de dificuldade	5	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
S	4	6	5	Tive um pouco de dificuldade	5	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!
T	4	5	5	Tive um pouco de dificuldade	5	Tive um pouco de dificuldade	Sim
U	5	13	5	Ok, nem fácil nem difícil	5	Ok, nem fácil nem difícil	Com certeza!
V	5	12	5	Ok, nem fácil nem difícil	5	Tive um pouco de dificuldade	Sim
X	5	9	5	Muito fácil	5	Muito fácil	Com certeza!
Z	5	6	4	Tive um pouco de dificuldade	4	Tive um pouco de dificuldade	Com certeza!

Tabela 3 – Tabela com os dados pessoais dos participantes (idade, sexo e ano escolar).

ID	Idade	Sexo	Ano Escolar
A	9	Feminino	4º ano
B	7	Feminino	2º ano
C	7	Feminino	2º ano
D	8	Feminino	3º ano
E	9	Masculino	4º ano
F	6	Masculino	1º ano
G	9	Masculino	4º ano
H	8	Feminino	4º ano
I	9	Feminino	4º ano
J	10	Masculino	5º ano
K	8	Feminino	3º ano
L	7	Feminino	2º ano
M	8	Feminino	3º ano
N	8	Feminino	3º ano
O	10	Masculino	5º ano
P	8	Feminino	3º ano
Q	8	Masculino	3º ano
R	8	Masculino	3º ano
S	8	Masculino	3º ano
T	8	Masculino	3º ano
U	13	Masculino	7º ano
V	10	Feminino	5º ano
X	9	Masculino	3º ano
Z	11	Masculino	6º ano

Capítulo 4

CONCLUSÃO

4.1 Contribuições

Com este projeto foi possível analisar a relação entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação em crianças utilizando jogos digitais e uma plataforma de ensino de programação para crianças.

Durante a realização do estudo de caso foi possível observar o entusiasmo das crianças em uma área que elas não conheciam, a partir da apresentação que mostrou a elas o que poderia ser feito e a relação desta área com seu dia a dia. Além disso, a grande maioria delas gostou bastante da atividade da Hora do Código e ficou bastante interessada em realizar outras atividades da plataforma no futuro.

Por outro lado, foi observado também que algumas crianças tiveram bastante dificuldade em entender como o jogo funcionava e por isso não obtiveram uma alta performance de raciocínio lógico. Durante a atividade da Hora do Código, também surgiram muitas dúvidas do que estava sendo pedido e como deveria ser feito o desafio, principalmente pelas crianças mais novas.

Estas observações também ficaram claras nos resultados obtidos pelo jogo e questionário, uma vez que a maioria dos participantes respondeu positivamente sobre a questão de interesse independente do seu desempenho no jogo, o que não permitiu criar uma relação clara entre raciocínio lógico e interesse pela área de computação.

Mais estudos relacionados a jogos de raciocínio lógico e a comparação do interesse pelos mesmos e a área de computação precisam ser realizados para que se possa extrair informações mais precisas.

Prover crianças com acesso a tecnologias, não só fazendo uso das mesmas, mas também permitindo que elas atuem e modifiquem essas tecnologias é uma experiência muito importante para inclusão social, uma vez que permite a expansão da mentalidade dos estudantes para diferentes caminhos, ajudando-os a tomar melhores decisões futuras.

4.2 Trabalhos futuros

O principal trabalho futuro para este projeto é realizar outros estudos de caso, aplicando as atividades com diferentes grupos e, desta forma, conseguir estudar melhor a relação entre os

dados obtidos.

Pelos resultados obtidos, seria interessante realizar as atividades com crianças mais velhas, com no mínimo 10 anos, para entender se a idade continuaria influenciando na performance. Além disso, seria interessante estudar outros parâmetros pessoais dos participantes, como a escola em que estudam (particular ou pública) e desempenho escolar.

Além de mudanças nos grupos de participantes, seria interessante aumentar a quantidade de participantes para poder fazer uma análise mais clara e não enviesada dos dados.

Outros trabalhos futuros que podem ser apontados são o desenvolvimento de outros jogos de raciocínio lógico e, assim, obter diferentes métricas e estudar melhor a performance lógica dos participantes. Além disso, também poderia ser estudado a possibilidade de obter métricas da plataforma da Hora do Código e entender a dificuldade real apresentada pelos participantes durante a atividade.

REFERÊNCIAS

FARES, L. 2021. Disponível em: <https://github.com/lfares/sokoban-game>. Acesso em: 21/06/2021. Citado na página 23.

____. 2021. Disponível em: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScdmtuHIi6jrOGfaOD1n8-Li8M-knaerSpe2XbXZ5OA7Nt49A/viewform>. Acesso em: 21/06/2021. Citado na página 29.

FLORET, H. F. Jogos eletrônicos gratuitos para o ensino da matemática: levantamento e proposta de um recurso didático. Universidade do Grande Rio, 2013. Citado na página 26.

GOOGLE. 2021. Disponível em: <https://firebase.google.com/?hl=pt>. Acesso em: 21/06/2021. Citado na página 20.

JARUŠEK, P.; PELÁNEK, R. Difficulty rating of sokoban puzzle. In: **Proc. of the Fifth Starting AI Researchers' Symposium (STAIRS 2010)**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 140–150. Citado na página 18.

____. Human problem solving: Sokoban case study. **Technická zpráva, Fakulta informatiky, Masarykova univerzita, Brno**, 2010. Citado na página 18.

MICROSOFT. 2021. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/>. Acesso em: 21/06/2021. Citado na página 20.

PEREIRA, V. L. B. Os jogos sudoku e sokoban como mediadores no processo de ensino-aprendizagem de matemática. Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Citado na página 26.

RAMOS, D. K.; ANASTÁCIO, B. S. Habilidades cognitivas e o uso de jogos digitais na escola: a percepção das crianças. **Educação Unisinos**, v. 22, n. 2, p. 214–223, 2018. Citado na página 15.

SANTOS, E. R. S. dos; CRISTIANO, F.; NETO, I. B. D. M. Raciocínio lógico e computação: Descobrindo estratégias de ensino por meio da olimpíada brasileira de informática. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. [S.l.: s.n.], 2015. v. 21, n. 1, p. 266. Citado na página 15.

SENA SARAH SCHMITHAUSEN SCHMIEGELOW, G. M. B. C. d. P. R. P. L. d. S. F. A. P. F. Samara de. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos**. [S.l.], 2016. Citado na página 15.

VARGAS, R. D. M. Ambientes de programação voltada para crianças sob a perspectiva da engenharia semiótica. **Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, v. 3, n. 2, 2014. Citado na página 15.