

Universidade Federal do Pampa
Miguel Julio Zinelli da Costa Junior

O Impacto da usabilidade na aprendizagem por meio de jogos educacionais digitais

Alegrete

2015

Miguel Julio Zinelli da Costa Junior

O Impacto da usabilidade na aprendizagem por meio de jogos educacionais digitais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Me. Jean Felipe Patikowski Cheiran

Alegrete

2015

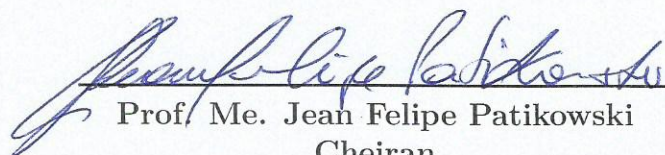
Miguel Julio Zinelli da Costa Junior

O Impacto da usabilidade na aprendizagem por meio de jogos educacionais digitais


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 4 de dezembro de 2015

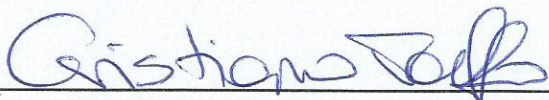
Banca examinadora:


Prof. Me. Jean Felipe Patikowski

Cheiran
Orientador


Profª Dra. Amanda Meincke Melo

UNIPAMPA



Prof. Dr. Cristiano Tolfo

UNIPAMPA

Este trabalho é dedicado aos meus familiares pelas alegrias, tristezas e preocupações compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhoram tudo o que tenho produzido na vida.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus pais, Miguel Zinelli e Janaina Medeiros pelo amor e apoio incondicional durante toda a minha vida, sem vocês eu não seria nada. Agradeço também a minha avó Sione Medeiros por sempre me incentivar a ir em busca de meus objetivos.

Agradeço aos colegas de faculdade que estiveram comigo nessa caminhada de 4 anos. Em especial aos colegas Alex Malmann Becker, Douglas Giordano e Gean Trindade pelos momentos de risadas em meio ao desespero nesse período de trabalho de conclusão de curso.

Agradeço aos amigos de game Thiago Bairros, Cassio Zacarias, Fabricio Manganeli e Marcelo Bevilaqua pelas madrugadas tentando ganhar tudo em diversas partidas, plataformas, jogos e X-Cassinos, momentos de distração em meio ao trabalho de conclusão de curso.

Agradeço ao orientador deste trabalho Jean Cheiran, por compartilhar conhecimentos, pela paciência em meio a turbulências, orientação e contribuição para que este trabalho fosse concluído.

Agradeço a duas escolas que permitiram os testes desta pesquisa, as turmas das professoras Márcia Vargas e Marlene Corteline do Instituto Estadual de Educação ([IEEOA](#)) e sua diretora Prof^a Glaubia Jaques, além da turma Professora Aretê na Escola Estadual de Ensino Médio Demétrio Ribeiro ([DR](#)) e sua vice-diretora Prof^a Marisete Goulart e aos alunos que colaboraram gentilmente com a pesquisa.

Agradeço ao Grupo de Tecnologia Social e Assistiva ([TESA](#)) e Laboratório de Engenharia de Software Aplicada ([LESA](#)) e seus respectivos coordenadores Prof^a. Amanda Meincke Melo e Prof. Cristiano Tolfo por proporcionarem a oportunidade de mostrar os resultados preliminares deste trabalho no evento SBGames.

Por fim, agradeço a todos que estiveram presentes e me apoiaram nessa jornada.

Resumo

Jogos educacionais podem ter a finalidade de promover a aprendizagem sobre um determinado conteúdo. A aprendizagem é uma interpretação pessoal exclusiva de cada pessoa e é consolidada através de experiências próprias. Existe a possibilidade dessas experiências serem adquiridas através de jogos educacionais digitais. O problema que apresenta-se é resumido em uma pergunta: existe relação entre a usabilidade de jogos educacionais digitais e aprendizagem de determinado conteúdo? Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo realizar um estudo sobre o impacto da usabilidade na aprendizagem através de jogos educacionais digitais propondo e desenvolvendo um jogo educacional em duas versões. Comparar a aprendizagem de alunos após jogar esses jogos e apresentar indícios de uma relação entre a usabilidade dos jogos e o aprendizado de seu conteúdo, além contribuir para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais. Os resultados dessa relação foram obtidos através de um questionário aplicado como pré-teste, pós-teste imediato e pós-teste realizado três dias após a sessão de jogos. A partir desses testes é feita uma média de acertos das questões para quem jogou o jogo com alta e baixa usabilidade. Nos resultados finais, não observou-se diferença significativa entre os desempenhos dos participantes. A capacidade de aprendizagem mostrou-se maior no jogo com alta usabilidade no pré-teste imediato, porém houve um esquecimento maior de quem jogou o jogo com alta usabilidade no pós-teste realizado três dias depois.

Palavras-chave: Jogos Educacionais. Usabilidade. Aprendizagem.

Abstract

Educational games can be designed to promote learning about a certain content. Learning is a unique personal interpretation of each person and is consolidated through their own experiences. There is a possibility of these experiences be acquired through digital educational games. The problem that presents itself is summed up in one question: is there a relation between the usability of digital educational games and learning through content? This course conclusion work aims to conduct a study on the impact of usability in learning through digital educational games proposing and developing an educational game in two versions. Compare student learning after playing these games and present evidence of a relationship between the usability of the games and the learning of its contents, beyond contributing to the development of digital educational games. The results of this relationship were obtained through a questionnaire administered as a pre-test, immediate post-test and post-test performed three days after the game session. From these tests is made an average of correct questions for those who played the game with high and low usability. In the final results, we did not observe a significant difference between the performances of the participants. The learning ability was higher in the game with high usability in the immediate pre-test, but there was a higher forgetting who played the game with high usability in the post-test carried out three days later.

Key-words: Educational Games. Usability. Learning.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Ilustração do videogame Tennis for Two, de 1958	18
Figura 2 – Ilustração do videogame Spacewar, de 1961	18
Figura 3 – Ilustração de jogos de aventura, Zork e Tomb Raider	19
Figura 4 – Ilustração de jogos de ação, série Call of Duty	19
Figura 5 – Ilustração de jogos de plataforma, a esquerda Super Mário Bros do console Nintendo Entertainment System e a direita o jogo New Super Mario Bros, do console Nintendo Wii	19
Figura 6 – Ilustração dos jogos de luta, Mortal Kombat do Super Nintendo e Mortal Kombat 10 nas plataformas atuais, Xbox One, Xbox 360, Playstation 3 e Playstation 4.	20
Figura 7 – Ilustração dos jogos de esportes, Fifa 15 e Tiger Woods Golf	20
Figura 8 – Ilustração dos jogos de corrida, da série Need for Speed	21
Figura 9 – Ilustração do jogos de estratégia, da série Civilization	21
Figura 10 – Ilustração da definição de jogos educacionais conforme os autores	22
Figura 11 – Ilustração da tela inicial do jogo Oregon Trail	23
Figura 12 – Representação de Qualidade de Produto em Software	25
Figura 13 – Desenho de pesquisa	37
Figura 14 – Processo de Engenharia de Software	42
Figura 15 – Resultado da técnica de <i>brainstorming</i> : sistema solar	44
Figura 16 – Resultado da técnica de <i>brainstorming</i> : super-heróis	45
Figura 17 – Protótipo com alta usabilidade - tela inicial	46
Figura 18 – Protótipo baixa usabilidade - tela inicial	46
Figura 19 – Resultado do pré-teste aplicado com os jogadores	50
Figura 20 – Quantidade de acertos por questão no pós-teste imediato	51
Figura 21 – Quantidade de acertos por questão no pós-teste feito três dias após a sessão de jogos	52
Figura 22 – Resultado da diferença entre as médias obtidas	53
Figura 23 – Captura de tela inicial	65
Figura 24 – Captura de tela de contextualização no jogo	65
Figura 25 – Captura de tela do jogo poluição do ar com alta usabilidade	66
Figura 26 – Captura de tela de pergunta com alta usabilidade	66
Figura 27 – Captura de tela de jogo poluição da água com alta usabilidade	67
Figura 28 – Captura de tela de pergunta com alta usabilidade	67
Figura 29 – Captura de tela inicial	68
Figura 30 – Captura de tela do jogo poluição do ar com baixa usabilidade	68
Figura 31 – Captura de tela de pergunta com baixa usabilidade	69

Figura 32 – Captura de tela do jogo poluição da água com baixa usabilidade	69
Figura 33 – Captura de tela de pergunta com baixa usabilidade	70
Figura 34 – Modelo de questionário utilizado no pré e pós-testes.	71

Lista de tabelas

Tabela 1 – Quadro de relação das heurísticas inexistentes aplicadas ao protótipo de usabilidade alta conforme identificação dos avaliadores.	47
Tabela 2 – Quadro de relação das heurísticas inexistentes aplicadas ao protótipo de usabilidade baixa conforme identificação dos avaliadores	48

Lista de siglas

ACM Association for Computing Machinery

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

DR Escola Estadual de Ensino Médio Demétrio Ribeiro

HTML5 Hypertext Markup Language Version 5

IEEOA Instituto Estadual de Educação

IHC Interação Humano-Computador

ISO International Organization for Standardization

LESA Laboratório de Engenharia de Software Aplicada

SWEBOK The Guide to the Software Engineering Body of Knowledge

TESA Grupo de Tecnologia Social e Assistiva

UNIPAMPA Universidade Federal do Pampa

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Motivação	14
1.2	Objetivos	14
1.3	Organização do Trabalho	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Jogos	16
2.1.1	Videogames e Jogos Digitais	17
2.1.2	Jogos Educacionais Digitais	21
2.2	Usabilidade	23
2.2.1	Usabilidade em Jogos	26
2.2.2	Usabilidade em Softwares Educacionais	28
2.3	Aprendizagem	29
2.3.1	Teoria Piagetiana	29
2.3.2	Aprendizagem e jogos educacionais	30
3	TRABALHOS RELACIONADOS	32
3.1	Investigating user experience in Second Life for collaborative learning	32
3.2	Games' Usability and Learning–The Civilization IV Paradigm	33
3.3	Learning and motivational impacts of a multimedia science game	34
3.4	The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning	35
3.5	The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants	35
3.6	Considerações Finais do Capítulo	36
4	METODOLOGIA	37
4.1	Brainstorming	38
4.2	Prototipagem	38
4.3	Heurísticas de Usabilidade	39
4.4	Avaliação Heurística	41
4.5	Desenvolvimento	41
4.6	Processo da Engenharia de Software	42
4.7	Questionários	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44

5.1	Brainstorming	44
5.2	Prototipagem	45
5.3	Heurísticas de Usabilidade	45
5.4	Avaliação Heurística	47
5.5	Desenvolvimento	48
5.6	Questionário Pré-Teste	49
5.6.1	Resultado do pré-teste	49
5.6.2	Resultado do pós-teste imediato	50
5.6.3	Resultados do pós-teste realizado três dias após	51
5.6.4	Relação entre valores obtidos	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES	59
	APÊNDICE A – PROTÓTIPOS DE JOGO COM ALTA USABILIDADE	60
	APÊNDICE B – PROTÓTIPOS DE JOGO COM BAIXA USABILIDADE	62
	APÊNDICE C – AVALIAÇÃO HEURÍSTICA	63
	APÊNDICE D – CAPTURAS DE TELAS DOS JOGOS COM ALTA USABILIDADE	65
	APÊNDICE E – CAPTURAS DE TELAS DOS JOGOS COM BAIXA USABILIDADE	68
	APÊNDICE F – MODELO DE QUESTIONÁRIO	71

1 Introdução

“O ato de jogar faz parte do cotidiano do ser humano.” (TAROUCO et al., 2004) “Através da imersão em um mundo lúdico, permite que a mente alcance um estado de transe ou relaxamento.” (PETRY, 2011) O número de pessoas que fazem uso de jogos digitais seja para fins de lazer, divertimento ou fuga da realidade cresceu de uma maneira significativa nos últimos anos. Conforme Souza et al. (2014) a humanidade joga mais de 3 bilhões de horas por semana, reforçando a informação que a interação com videogames e jogos digitais é cada vez maior nos dias atuais.

“Embora videogames sirvam principalmente como uma fonte de entretenimento, recentemente eles começaram a funcionar como ferramentas pedagógicas, criando um gênero de jogos conhecidos como jogos sérios.” (ALDRICH, 2005) A maioria dos jogos sérios são assim denominados por apresentarem um contexto educacional. No meio escolar, são caracterizados por apresentar princípios matemáticos ou históricos, melhor compreensão de língua portuguesa servindo basicamente como ferramentas para apoiar a aprendizagem.

De acordo com Piaget e Delval (1970), a aprendizagem só ocorre mediante a consolidação das estruturas de pensamento. Portanto a aprendizagem sempre se dá após a consolidação do esquema que a suporta. Da mesma forma a passagem de um estágio a outro estaria dependente da consolidação e superação do anterior. Com base no pensamento de Piaget, pode-se estimular a consolidação de conhecimentos através do desenvolvimento cognitivo que é uma das bases da aprendizagem.

“Aprender é uma interpretação pessoal do mundo, ou seja, é uma atividade individualizada, um processo ativo no qual o significado é desenvolvido com base em experiências de cada pessoa.” (PIAGET; DELVAL, 1970) Uma possibilidade existente é de que tais experiências possam ser adquiridas através de jogos educacionais digitais.

A indústria de jogos procura proporcionar uma boa experiência do ato de jogar ao usuário. Cybis, Betiol e Faust (2007) nomeiam componentes que contribuem para a imersão e diversão em um jogo: questões gráficas e sonoras, jogabilidade e história. Outro importante componente que não é citado, mas eleva o padrão de um jogo digital, é a usabilidade.

“A Usabilidade de um jogo é definida como o grau em que um jogador pode aprender a jogar e entender um jogo.” (FEDEROFF, 2002) Todavia, a usabilidade é um conceito relativo a pessoa que usa determinada ferramenta. Por conseguinte, a usabilidade de um jogo é basicamente relacionada com a capacidade de o usuário conseguir jogar, compreender e utilizar todos os recursos disponíveis. Ao contrário disso, pode-se pensar em um jogo com baixa usabilidade como um jogo confuso em que seus elementos sejam

de difícil percepção e interação com jogador.

A usabilidade pode ser considerada um importante fator para o sucesso ou insucesso de um jogo digital. Propor um jogo com fins educacionais provido de usabilidade é uma alternativa a ser considerada quando há o desejo de expandir o número de jogadores dessa categoria de jogos, além de testar o conhecimento adquirido através inicialmente do desenvolvimento cognitivo de cada jogador a quem o jogo é aplicado. O problema que se apresenta é resumido em uma pergunta: existe relação entre a usabilidade de jogos educacionais digitais e aprendizagem de determinado conteúdo?

1.1 Motivação

A importância de um estudo nesse contexto que engloba a usabilidade e o gênero de jogos voltados a educação pode se mostrar relevante. Uma vez que, em seus resultados, o impacto da usabilidade mostre-se alto na relação com a aprendizagem, deve-se prezar que cada vez mais no desenvolvimento de jogos educacionais digitais estes estejam providos de usabilidade.

Isto significa dizer que, além do conteúdo proposto pelo tema do jogo ser importante, não se deve desprezar os aspectos de usabilidade para uma melhor capacidade de aprendizagem. Caso contrário, dar-se-á mais importância à relevância dos conteúdos e informações que são apresentados nos jogos.

Segundo [Cybis, Betiol e Faust \(2007\)](#), usabilidade é qualidade de uso de um sistema interativo. Essa premissa reforça a ideia de que a usabilidade causa impacto relevante em produtos de software. Este impacto abrange a engenharia de software e todos os processos intrínsecos. Além disso, a usabilidade também está diretamente relacionada com a Interação Humano-Computador ([IHC](#)) e também com a área de qualidade do produto.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso é analisar se a usabilidade em jogos educacionais digitais influencia na aprendizagem.

Com base neste estudo, pretende-se propôr e desenvolver um jogo educacional em duas versões. Comparar a aprendizagem de alunos após jogar esses jogos. Apresentar indícios de uma relação entre a usabilidade dos jogos e o aprendizado de seu conteúdo, além contribuir para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais.

1.3 Organização do Trabalho

A divisão deste trabalho dar-se-á da seguinte maneira:

No Capítulo 2, são apresentados conceitos de jogos, conceito e aplicação de jogos educacionais, além de apresentar como ocorre a aprendizagem por meio desses jogos. Ainda são apresentados conceitos relacionados a usabilidade e como ela é vista em jogos e softwares educacionais e a aprendizagem com base na teoria de Jean Piaget.

No Capítulo 3 apresentam-se os trabalhos relacionados pesquisados, descrevendo como foram feitos e como se diferenciam desta proposta.

No Capítulo 4 apresenta-se a metodologia descrita as técnicas e os instrumentos a serem utilizados nesta monografia.

No Capítulo 5 apresentam-se os resultados obtidos, considerando-se a aplicação de metodologia com *brainstorming*, prototipagem dos jogos, avaliação heurística, desenvolvimento dos jogos e avaliação da aprendizagem com pré e pós-testes.

Finalmente no Capítulo 6 apresentam-se as considerações finais, limitações do estudo e propostas de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica de um trabalho, de acordo com [MARCONI e LAKATOS \(2003\)](#), também chamada de fundamentação lógica tem como finalidade expor e demonstrar os conceitos relacionados ao trabalho. Atribui-se ao ato de explicar, esclarecer, argumentar, analisar e compreender conceitos que estejam diretamente relacionados à pesquisa.

Neste capítulo, portanto, apresentam-se definições sobre os termos citados.

2.1 Jogos

“Jogo” é um termo do latim que tem seu significado definido por gracejo, brincadeira e divertimento. [Schell \(2011\)](#) define jogo como algo que você joga. Certamente uma resposta óbvia, mas que pode ser analisada mais a fundo. Este autor ainda cita a diferença entre um jogo e um brinquedo: “Jogos são mais complexos do que brinquedos, e envolvem um tipo diferente de brincadeira. Utilizamos até mesmo uma expressão diferente: Um brinquedo é uma coisa que você brinca.” ([SCHELL, 2011](#))

“Jogos são um exercício de sistema de controle voluntário, em que há uma competição entre forças, limitadas por regras para produzir um desequilíbrio.” ([AVEDON; SUTTON-SMITH, 1971](#)) Analisando esta definição, [Avedon e Sutton-Smith \(1971\)](#) definem quatro características importantes em jogos:

1. **Controle voluntário:** o exercício de controle voluntário, algo semelhante ao ato brincar, também com o envolvimento voluntário;
2. **Competição entre forças:** a competição entre forças dentro de um jogo que acontece em quase todos os jogos, como por exemplo dois jogadores se enfrentando em uma luta ou competição, ou um jogador que desafia uma máquina que controla veículos inimigos, em busca da vitória;
3. **Regras:** jogos são limitados por regras e estas são um ponto importante, pois jogos têm regras e brinquedos não têm. Regras são aspectos definidores de jogos;
4. **Desequilíbrio:** jogos produzem um desequilíbrio. Isto significa que em algum momento do jogo as coisas eram equilibradas, mas então alguém venceu;

De acordo com [Huizinga e Ludens \(1999\)](#), jogos são uma atividade voluntária exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente

consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente de vida cotidiana.

Portanto, jogos podem ser atividades simples ou complexas, mas organizadas a fim de atender alguma necessidade específica, ou apenas reforçar o lazer e divertimento dos jogadores. Além de diversas aplicações, jogos também podem ser utilizados para apresentar contextos educacionais. Nesse caso, deve ser levado em consideração o aprendizado, e este pode relacionado ao conhecimento sobre as regras do jogo ou ao respeito pelo adversário como vencedor da disputa, entre outras questões.

2.1.1 Videogames e Jogos Digitais

No panorama contemporâneo é cada vez maior a presença da indústria no desenvolvimento de jogos digitais, aplicados em diversos contextos. “Antigamente, jogos buscavam proporcionar restritamente lazer e entretenimento para seus usuários.” (SOUZA et al., 2014) Porém, com o avanço da globalização e tecnologia, “jogar tornou-se uma tarefa do cotidiano com mais de 3 bilhões de horas por semana pela humanidade.” (SOUZA et al., 2014) Com isso, surgiram novas possibilidades e aplicações para o uso de jogos digitais.

“Os jogos digitais podem ser definidos como ambientes atraentes e interativos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades.” (BALASUBRAMANIAN; WILSON, 2006)

Uma interessante aplicação para jogos digitais é destinada a fins terapêuticos. “Jogos podem ser úteis para tratar o declínio cognitivo, problemas de equilíbrio e até mesmo prevenir recaídas de usuários em drogas”. (WILLIAMS; MEYER; PECHANSKY, 2007) Além disso, jogos digitais podem ser utilizados para passar treinamento um determinado sistema ou negócio e ainda promover a educação e o conhecimento em um determinado assunto. É importante salientar que jogos de treinamento funcionam basicamente como simuladores, ou ainda podem aparecer como jogos sérios dentro de um determinado contexto.

Assim surgiu Tennis for Two (Figura 1), em 1958. Considerado o primeiro videogame, construído por William Higinbotham. Apesar de inicialmente não alcançar o público a quem foi destinado, este videogame foi considerado o pioneiro no gênero de jogos digitais. Somente em 1961, Steve Russel lançou o jogo Spacewar (Figura 2), e este desencadeou a tecnologia e a aplicação de jogos como pensamos e utilizamos atualmente.

Pode-se dizer, no cenário atual que existem diversos gêneros de jogos. Porventura novas classificações acabam surgindo como por exemplo o gênero *Run and Gun*, em tradução livre corra e atire que consiste basicamente em plataformas cuja ênfase está em tiros

Figura 1 – Ilustração do videogame Tennis for Two, de 1958

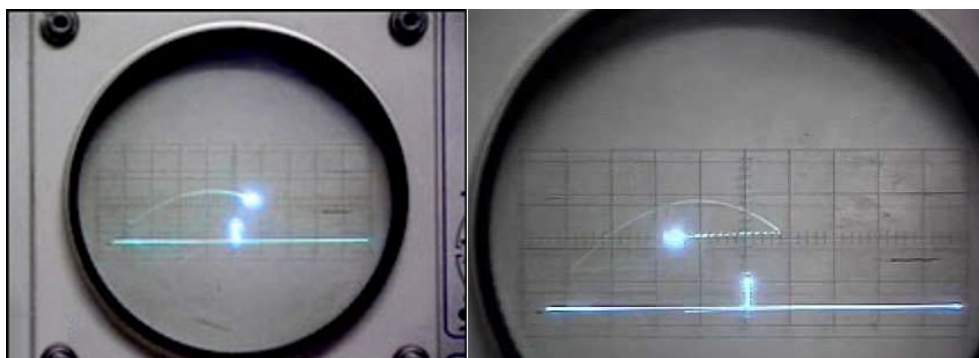
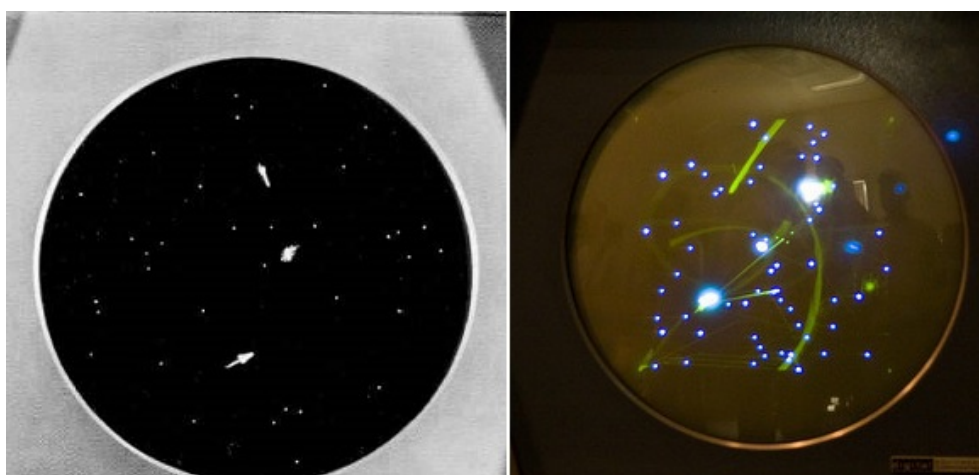


Figura 2 – Ilustração do videogame Spacewar, de 1961



multidimensionais, numa influência dos *shoot em ups*. Um jogo *shoot em ups* é um subgênero de jogo no estilo atirador que consiste em disparar tiros e mísseis em espaçonaves inimigas.

A seguir serão apresentados os gêneros mais conhecidos e relevantes de jogos digitais conforme definição de Rabin (2012) em seu livro, seguidos de uma pequena definição e exemplo de jogo:

- **Aventura:** Jogo de aventura é aquele tipo de jogo em que a ênfase está no enredo e não apenas na parte gráfica. Nesse caso, existem dois tipos de jogos: os baseados em texto e os baseados em gráficos.

A característica que os diferencia é a presença de interfaces gráficas. Enquanto um jogo baseado em texto necessita da interação com o jogador via texto, os baseados em interface gráfica fazem a interação por meio dela. Como exemplo de aventura em texto, têm-se o jogo Zork e de aventura em interface o jogo "Tomb Raider" da Square Enix. A Figura 3 ilustra *screenshot* dos jogos, respectivamente. ¹ ²

¹ Link para site do jogo Zork: <http://thcnet.net/zork/>

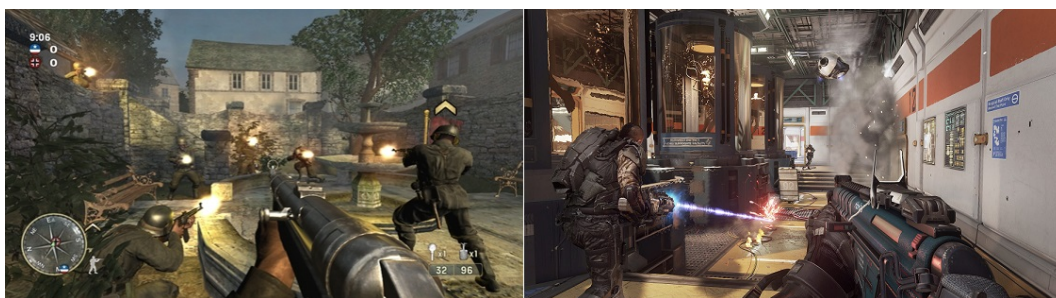
² Link para site do Tomb Raider: <http://www.tombraider.com/>

Figura 3 – Ilustração de jogos de aventura, Zork e Tomb Raider



- **Ação:** Basicamente, um jogo de ação é uma combinação de outros gêneros. Tiro em primeira pessoa, jogos de luta, jogos de ação-aventura, incluem-se neste gênero. Geralmente, alguns elementos testados como a velocidade, reflexo e raciocínio rápido do jogador. Como exemplo deste gênero, a franquia Call of Duty da Activision. A Figura 4 faz uma comparação entre gráficos destes jogos. ³

Figura 4 – Ilustração de jogos de ação, série Call of Duty



- **Plataforma:** Jogos de plataforma apresentam um personagem andando, correndo e pulando por um cenário com visão lateral. Uma franquia de sucesso e bem conhecida é o jogo do Mario, conforme Figura 5. ⁴

Figura 5 – Ilustração de jogos de plataforma, a esquerda Super Mário Bros do console Nintendo Entertainment System e a direita o jogo New Super Mario Bros, do console Nintendo Wii



³ Link para site do jogo Call of Duty: <https://www.callofduty.com/pt/>

⁴ Link para site do jogo New Super Mário Bros: <https://www.nintendo.pt/Jogos/Wii/New-Super-Mario-Bros-Wii-282376.html>

- **Luta:** Em Jogos de luta, o jogador luta contra outros personagens, contra outros jogadores ou contra o próprio computador. Este gênero teve origem nos antigos fliperamas e segue em alta até os dias atuais. Um exemplo famoso é o jogo Mortal Kombat, da Williams e Probe ilustrado na Figura 6. ⁵

Figura 6 – Ilustração dos jogos de luta, Mortal Kombat do Super Nintendo e Mortal Kombat 10 nas plataformas atuais, Xbox One, Xbox 360, Playstation 3 e Playstation 4.



- **Esportes:** Jogos de esportes abrangem uma grande quantidade de categorias diferentes, entre elas estão: golfe, *snowboard*, futebol e basquete. Uma produtora com sucesso nessa área é a EA Games, conforme ilustra a Figura 7. ⁶

Figura 7 – Ilustração dos jogos de esportes, Fifa 15 e Tiger Woods Golf



- **Corrida:** Jogos de corrida envolvem competição entre veículos, com ênfase em representar uma atividade do mundo real. Passando por carros, motocicletas, *karts*, entre outros. Um exemplo de sucesso é a série Need For Speed, da Eletronic Arts, conforme Figura 8. ⁷
- **Estratégia:** Em jogos de estratégia a meta é coletar recursos, construir um exército e partir de uma pequena unidade expandindo e conquistando inimigos. Geralmente, jogos deste gênero apresentam diversos períodos da história, desde a pré-história até tempos futuristas. Exemplo de sucesso é a série Civilization, conforme Figura 9. ⁸

⁵ Link para site do jogo Mortal Kombat: <http://www.mortalkombat.com/>

⁶ Link para site da EA Games: <http://www.ea.com/>

⁷ Link para site do jogo Need for Speed: <http://www.needforspeed.com/>

⁸ Link para site do jogo Civilization: <https://www.civilization.com/>

Figura 8 – Ilustração dos jogos de corrida, da série Need for Speed



Figura 9 – Ilustração do jogos de estratégia, da série Civilization



Conforme mencionado, existem diversos gêneros de jogos digitais. Alguns autores ainda apresentam outros gêneros de jogos, que funcionam basicamente como subdivisões de um gênero principal. Vale a pena lembrar que um jogo pode estar incluído em mais de uma categoria. No próximo tópico desta monografia, dá-se ênfase ao gênero de jogos educacionais.

2.1.2 Jogos Educacionais Digitais

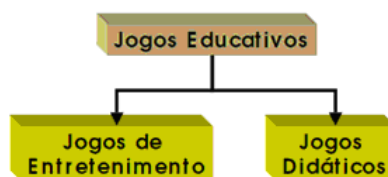
O uso de jogos educacionais tem grande importância na formação do caráter de qualquer cidadão. Desde a infância, procura-se fazer uso de jogos como uma ferramenta que desenvolva habilidades, cognição e respeito para com os semelhantes. Nesse contexto, jogos educacionais digitais são desenvolvidos para divertir os alunos, além de proporcionar aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades intrínsecas em um jogo.

Segundo [Rabin \(2012\)](#), jogos educacionais são planejados para ensinar conceitos escolares de forma divertida e agradável, seja para crianças ou adultos. Jogos educacionais podem apresentar configurações diferentes, dependendo de sua finalidade, como por exemplo jogos matemáticos envolvendo tabuleiros ou cartas jogos apresentando questões da língua portuguesa e grafia de palavras, jogos *quiz* voltados ao conhecimento histórico e geográfico de determinados períodos da história, entre outros. ⁹

⁹ Quiz: É o nome dado a um jogo no qual os jogadores tentam responder corretamente a questões que lhes são feitas.

Alguns autores ainda citam este gênero de jogos como “jogos didáticos”. Segundo [Clua e Bittencourt \(2004\)](#), hoje o termo correto é “jogo didático” para representar aquele gênero de jogo que em linhas gerais é destinado ao ensino ou à aprendizagem. Os autores em seu trabalho ainda citam que outros jogos como jogos de entretenimento não têm essa intenção, mas podem ajudar no desenvolvimento de habilidades por parte de quem está jogando. A Figura 10 reflete o pensamento dos autores em relação a esta definição:

Figura 10 – Ilustração da definição de jogos educacionais conforme os autores



Fonte: [Clua e Bittencourt \(2004\)](#)

O fato é que grande parte deste gênero de jogo é voltada ao público infantil. Com isso, jogos infantis educacionais podem ser divididos em dois grupos principais, de acordo com [Leontiev \(1988\)](#):

- **Jogos de Enredo:** Jogos dessa categoria são também chamados de jogos imaginativos, jogo do faz-de-conta. Essa categoria de jogos busca promover o desenvolvimento da imaginação. Segundo [Sartre e Lamana \(2005\)](#), define-se imaginação como a capacidade de um indivíduo representar o mundo com a ajuda de um recurso ou associação de imagens que lhe atribuem um sentido.
- **Jogos de Regras:** Essa categoria de jogos busca promover o desenvolvimento cognitivo e afetivo social do jogador. Em crianças, busca-se praticar o desenvolvimento cognitivo juntamente com suas habilidades cerebrais e mentais necessárias para concentração e obtenção de conhecimento sobre diversos assuntos.

Esses dois grupos de jogos educacionais proporcionam desenvolvimento de diversas áreas de quem os joga. Enquanto um grupo de jogo busca estimular o desenvolvimento da imaginação e de pensamentos, o outro grupo de jogo é mais voltado ao desenvolvimento cognitivo e habilidade cerebrais, além do raciocínio, pensamento lógico e senso crítico do jogador. Jogos educacionais já existem há bastante tempo, mas com a entrada dos computadores na sociedade estes jogos tornaram-se digitais, levando a educação até outro paradigma de interação com o jogador.

O primeiro destaque de um jogo digital educacional foi Oregon Trail, desenvolvido em 1971, por Don Rawitsch, Bill Heinemann e Paul Dillenberger. Apenas em 1974 ele foi produzido pela Minnesota Educational Computing Consortium. Apesar de apresentar

aos alunos a realidade de vida no século XIX, assumindo um papel de um líder de colonos, apresentando fatos históricos e geográficos da época, o jogo teve um fraco impacto cultural. Somente na década de 80, com outros títulos esse gênero de jogos educacionais ganhou mais força e popularidade, justamente por ser executada nos computadores da Apple em escolas públicas. A Figura 11 ilustra a tela inicial do jogo. ¹⁰

Figura 11 – Ilustração da tela inicial do jogo Oregon Trail



Este fato revolucionou a indústria de jogos e desencadeou a produção de jogos educacionais digitais.

2.2 Usabilidade

Bevan (1995) apresenta uma abordagem *top-down*, na qual a usabilidade é interpretada como a capacidade de usar um produto para a sua finalidade. O autor ainda cita que orientada ao produto essa definição se encaixa contexto da Engenharia de Software convencional, enquanto uma abordagem mais ampla se origina de fatores humanos.

Segundo AMSTEL (2005), a usabilidade é um sinônimo de facilidade no uso. Se um produto é fácil de usar, o usuário tem maior produtividade: aprende mais rápido a utilizá-lo, memoriza as operações e comete menos erros. Geralmente, a usabilidade é aplicada sempre que há uma interface entre um ser humano e um objeto físico (como por exemplo uma torneira) ou um objeto abstrato (um software, por exemplo).

No contexto computacional, a usabilidade pode ser considerada um conceito importante na área da IHC. Para Nielsen (2010), a usabilidade está relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência deste uso. Nielsen ainda propõe que usabilidade é um atributo que pode ser definido por cinco componentes principais: facilidade de aprendizado, eficiência no uso, facilidade de memorização, prevenção e tratamento de erros e nível de satisfação do usuário. A seguir, apresentam-se brevemente os conceitos de cada componente:

¹⁰ Link para site com a história do jogo: [https://pt.wikipedia.org/wiki/The-Oregon-Trail-\(jogo\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/The-Oregon-Trail-(jogo))

- **Facilidade de Aprendizado:** O sistema precisa ser fácil de aprender, para que o usuário possa começar a interagir rapidamente. Nielsen aponta este como o principal dos componentes de usabilidade.
- **Eficiência no Uso:** O sistema precisa ser eficiente para que, após ser aprendido pelo usuário, tenha um elevado nível de produtividade.
- **Facilidade de Memorização:** O sistema deve ser fácil de ser lembrado, referindo-se ao esforço cognitivo. Se o usuário retornar após um certo tempo, saberá como utilizar sem precisar aprender novamente.
- **Segurança no Uso:** O sistema precisa ser bem protegido contra condições desfavoráveis ou perigosas para o usuário.
- **Satisfação do Usuário:** O usuário deve gostar e se sentir satisfeito com o sistema utilizado. É um componente bastante subjetivo.

Relacionando a usabilidade de um software com sua qualidade, existe uma norma da International Organization for Standardization (ISO), em português Organização Internacional de Normalização. A ISO (2011) 9241-11 define características e sub-características utilizadas para avaliar a qualidade de um software. Como ilustra a Figura 12, um aspecto principal desta norma diz respeito ao modelo de qualidade do produto:

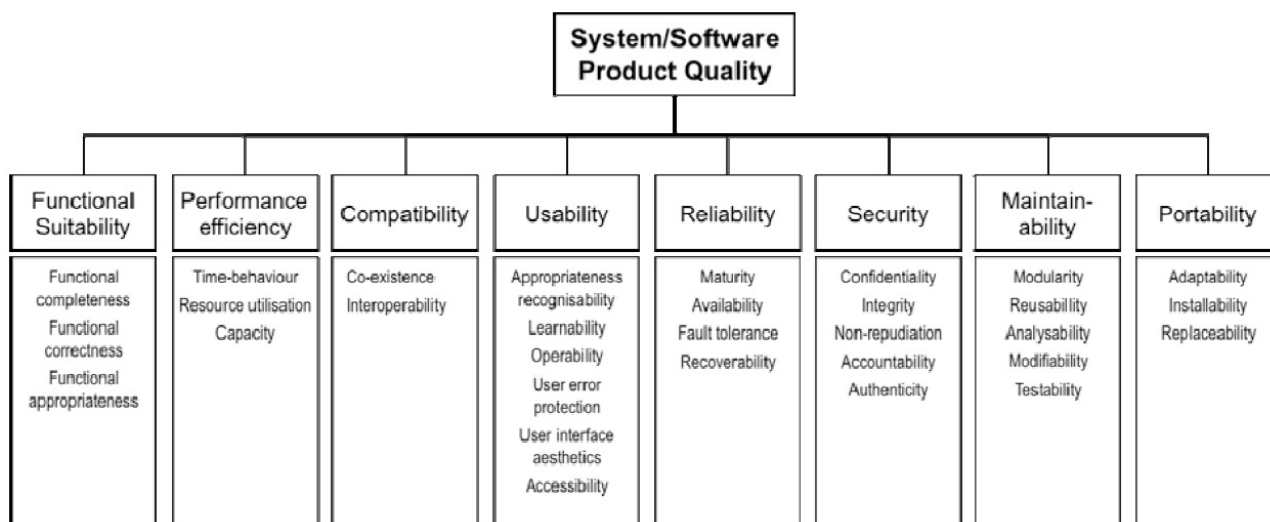
“O modelo de qualidade do produto categoriza sistema/software e propriedades de qualidade do produto em oito características: Adequação funcional, eficiência de desempenho, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, facilidade de manutenção e portabilidade. Cada característica é composto por um conjunto de sub-características relacionadas.”(ISO, 2011)

A usabilidade aparece como um forte atributo de qualidade de software. Ao definir alguns critérios relacionados a qualidade do software, a norma ISO (1998) 9126-11 define usabilidade como:

"Um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para uso de um sistema interativo, e relacionados com a avaliação individual de tal uso, por um conjunto específico de usuários."(ISO, 1998)

The Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK), em português O Guia para o Corpo de Conhecimento em Engenharia de Software, é um documento que tem como finalidade servir como referência a assuntos relacionados a Engenharia de Software. De acordo com o Abran e Bourque (2014), idealizadores deste guia, vários atributos podem contribuir para a qualidade de um software. Entre eles,

Figura 12 – Representação de Qualidade de Produto em Software



Fonte: ISO (2011)

novamente a usabilidade é descrita como um ponto principal a fim de garantir a qualidade do produto.

Apesar de sua definição ser aparentemente simples, a característica da usabilidade em um software pode apresentar problemas. Alguns atributos de usabilidade podem estar relacionados a interface do software, levando em consideração que a usabilidade tem uma forte relação e dependência com a interface.

Nesse caso, a interface pode contribuir positivamente ou negativamente em um sistema computacional. Apesar disso, a usabilidade só pode ser verificada efetivamente no uso.

“Uma interface difícil de ser utilizada, na melhor das hipóteses, resultará em alto nível de erro por parte dos usuários. Se as informações forem apresentadas de maneira confusa ou enganosa, os usuários poderão confundir-se com os significados das informações. Podendo ainda, iniciar uma sequência de ações que venham a corromper os dados ou mesmo a causar falhas catastróficas no sistema.”(SOMMERVILLE et al., 2003).

A usabilidade de um sistema é uma característica com fortes traços de subjetividade, variando de usuário para usuário. Um dos desafios que a usabilidade propõe é desenvolver interfaces que adaptem-se positivamente para utilização de diferentes usuários.

Nesse contexto, em um sentido mais amplo, o conceito de usabilidade proveniente da ISO (1998) 9241-11 define que usuários específicos possam atingir seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um cenário de uso específico. Pode-se pensar em uma relação existente entre a usabilidade, IHC e a engenharia de software.

Partindo da engenharia de software, a usabilidade é englobada dentro da qualidade, mas também é abordada na **IHC**. Enquadrada dentro da qualidade de software, usabilidade visa garantir uma parte da eficiência e eficácia do sistema. A eficiência, basicamente refere-se a uma interação entre o usuário e o sistema, permitindo que o usuário realize tarefas com esforço e recursos adequados. A eficácia pode ser compreendida como a capacidade do sistema e da interface possibilitarem ao usuário a completude da tarefa e que o usuário alcance de seus objetivos dentro do sistema. No contexto da **IHC**, a usabilidade parte como a simplicidade com que uma interface ou software possam ser utilizados para realizar determinada tarefa.

Por conseguinte, percebe-se a importância da usabilidade em contribuir ao desenvolvimento de uma interface mais próxima do usuário, e por meio dela permitir que as barreiras entre o software e o usuário diminuam gradativamente até não existir.

2.2.1 Usabilidade em Jogos

Em geral, softwares são utilizados em diversas empresas geralmente destinados a fins comerciais, com a finalidade de prover produtividade de quem está utilizando o sistema. Dessa maneira, a usabilidade contribui positivamente provendo facilidade de utilização, sendo transformada em trabalho. Do contrário o usuário utilizará este esforço para descobrir como um determinado sistema funciona.

Atendendo outro paradigma, jogos digitais precisam associar outros fatores como o lúdico, o prazer em jogar, além de apresentarem desafios para o jogador. Os chamados “jogos sérios” mais especificamente jogos educacionais, não são considerados artefatos isolados. Eles são localizados em um contexto, seja organizacional ou social. Neste caso, os jogos educacionais estão inseridos em um contexto social e podem ser derivados ou limitados dentro desse contexto.

Segundo **Kieras (2006)** um jogo não será divertido a menos que possua algum tipo de desafio envolvido, algo difícil de aprender e solucionar. Ao contrário da experiência esperada em um software de trabalho, o jogador não busca que o jogo seja fácil: O jogador busca a emoção de completar seus objetivos.

Tarouco et al. (2004) retratam suas visões sobre a usabilidade em jogos não objetiva, além de apresentar algumas características fundamentais para uma boa imersão do jogador:

“O conceito de usabilidade em jogos não objetiva, define que as metas de interação sejam facilmente cumpridas. O jogo precisa ser desafiador, instigante e criativo para que a experiência de jogar seja satisfatória. O objetivo agora é de oferecer entretenimento e a medida certa de desafios em um ambiente de imersão. Muitas vezes são os desafios propostos no ritmo certo que fazem com que valha a pena jogar.” (**TAROUCO et al., 2004**)

Cybis, Betiol e Faust (2007) confirmam que em jogos, por outro lado, não há diversão sem ao menos alguma dificuldade. Aquilo que o usuário está tentando atingir deve envolver algum aspecto difícil de aprender, de descobrir ou de executar. Os usuários estão buscando a emoção de alcançar uma meta.

Levando em consideração essas afirmativas, busca-se fazer um equilíbrio na relação entre a usabilidade e o nível de dificuldade de um terminado jogo. Metas e desafios devem ser cumpridos pelo usuário, desde que sejam desafiadoras e instigantes. Porém, não devem apresentar um nível de dificuldade fácil em que o jogador sintasse subestimado em suas habilidades, ou um nível de dificuldade demasiado difícil em que o jogador não sintasse a imersão necessária na experiência de jogar.

Além disso, um aspecto fundamental dentro de um contexto jogável é o estudo da usabilidade em um jogo, para que sua interface seja de fácil utilização e intuitiva para o usuário.

“Muitos dos jogos modernos são programas extensos e complexos, com infindáveis quantidades de menus, informações e formas do usuário interagir com eles. Estudos de usabilidade são importantes para tornar fácil e intuitiva esta relação de jogar tanto quanto possível, para que a interface seja intuitiva e não “atrapalhe” a experiência de jogar.” (LAI-TINEN, 2006)

A fim de tornar os jogos cada vez mais intuitivos, como qualquer outro tipo de software, existe a necessidade de possuir uma interface que forneça eficácia e eficiência entre o usuário e o jogo. Clanton (1998) sugere uma maneira de combinar a usabilidade de três formas em áreas que são relevantes para a estrutura do jogo: a interface, o mecanismo e jogo.

- A interface do jogo é o dispositivo através do qual o usuário interage com o jogo.
- O mecanismo é a combinação de animação e programação do jogo.
- O jogo refere-se a procedimento que o usuário passa para atingir seu objetivo.

O autor ainda destaca que todas as três áreas são diferentes e profundamente relacionadas. Além disso, existe a necessidade de serem analisadas e avaliadas durante o desenvolvimento do jogo para que o sucesso seja maior.

Além da usabilidade ser considerada um fator principal para o sucesso de um jogo digital, existe outro fator que deve ser levado em consideração: A jogabilidade.

Em seu livro, Cybis, Betiol e Faust (2007) definem a jogabilidade como um processo a ser tratado no desenvolvimento de um jogo. Nesse caso, ir de A para B com os desafios propostos para o jogo e se divertindo pela jornada.

Em outras palavras, jogabilidade pode ser entendida como a forma específica como o jogador interage com o ambiente do jogo. Não havendo nenhuma dependência com gráficos apurados, história ou parte sonora do jogo. Simplificando esta definição, a jogabilidade é toda a interação que diferencia um livro ou um filme de um jogo, pois em um jogo pode-se influenciar no contexto e, na maioria das vezes mudá-lo.

Uma das características que faz importante a [IHC](#) no contexto associado a jogos, é que diversas questões como a usabilidade e a jogabilidade de um determinado jogo contribui para a experiência do usuário. O sucesso de jogo é determinado, na maioria dos casos pela satisfação do usuário final.

2.2.2 Usabilidade em Softwares Educacionais

Uma interface amigável e atraente esteticamente para o usuário, agregada a dispositivos de interação adequados indubitavelmente influenciam positivamente na usabilidade de um software, na sua aceitação por parte do usuários e no potencial de aprendizagem envolvido.

Por isso, a usabilidade de um software e a interface devem estar alinhadas a princípios pedagógicos adequados, atendendo desde requisitos como formato de apresentação de conteúdo e interação, até a quantidade de informação apresentada, especialmente em softwares educacionais. ([KRUG, 2014](#))

[Krug \(2014\)](#) mostra como a falta de usabilidade pode afetar negativamente a utilização de um produto. Em relação aos softwares educacionais, problemas na usabilidade da interface podem não apenas dificultar o uso do sistema, mas também prejudicar a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Basicamente, interfaces relacionadas a softwares educacionais têm como costume serem desenvolvidas com um propósito de operar e controlar um sistema, sem considerar implicações pedagógicas envolvidas no design de cada um dos seus componentes.

“Dado o caráter multidisciplinar do desenvolvimento de softwares educacionais, no qual profissionais das mais diversas áreas devem interagir, torna-se de extrema importância a utilização de diretrizes específicas para o design das interfaces, normas fundamentadas em princípios pedagógicos e direcionadas à promoção da aprendizagem.” ([KRUG, 2014](#))

A fim de desenvolver interfaces para softwares educacionais que atendam os requisitos de uma determinada pesquisa, são utilizadas diretrizes específicas, como por exemplo as heurísticas de usabilidade definidas por [Nielsen \(1994\)](#) ou ainda outras diretrizes que possam garantir a qualidade de um software educacional.

“ A qualidade de um software educacional está relacionada com a capacidade que o mesmo tem de atender a requisitos e necessidades do usuário

relacionadas à aprendizagem. Para tal, faz-se necessário definir métricas para cada variável pertinente. A qualidade de um software educacional depende do processo de seu desenvolvimento voltado à produção de um artefato que atenda aos objetivos e necessidades dos usuários.” (ROCHA; CAMPOS, 1993)

Gomes et al. (2002) diz que softwares educacionais são analisados e propostos seguindo categorias oriundas do campo da engenharia de software que estão relacionados à qualidade da interface, à coerência de apresentação dos conceitos e aos aspectos ergonômicos gerais dos sistemas.

Sim, MacFarlane e Read (2006) analisam a usabilidade de uma perspectiva pedagógica com foco na interface com o usuário, na concepção das atividades de aprendizagem, e a determinação para verificar se os objetivos de aprendizagem foram cumpridos. “As interfaces utilizáveis para educação precisam atender a requisitos de usabilidade padrão, mas devem também ser intuitivos e não distrair o usuário de seus objetivos.” (MACFARLANE; SIM; HORTON, 2005)

2.3 Aprendizagem

Segundo Piaget (1972), a aprendizagem pode ser provocada por situações diversas, como um experimento, um professor ou por uma necessidade externa. A aprendizagem é provocada e se opõe ao que é espontâneo.

Piaget (1972) ainda cita que a aprendizagem é baseada no esquema estímulo-resposta. Primeiramente há um estímulo e uma resposta é produzida por este estímulo. Porém, este estímulo só pode ser considerado aprendizagem quando é assimilado por uma estrutura que produz uma resposta e o diferencia de uma ação instintiva.

2.3.1 Teoria Piagetiana

Uma das maiores contribuições da teoria Piagetiana é a compreensão dos estágios cognitivos de um ser. Cada estágio representa um tipo de estrutura cognitiva, e estas permitem diferentes tipos de interações com o meio. Portanto, o homem aprende o mundo de maneira diversa a cada momento de seu desenvolvimento.

Piaget (1976) descreve a aprendizagem e separa o processo cognitivo inteligente em duas palavras: aprendizagem e desenvolvimento. Segundo o autor, a aprendizagem está relacionada com à aquisição de uma resposta particular que é aprendida em função da experiência, obtida de forma sistemática ou não. O desenvolvimento em si, seria uma aprendizagem responsável pela formação de conhecimentos.

Piaget (1976) quando desenvolve sua teoria sobre a aprendizagem, descreve basicamente quatro estados que são chamados de fases de transição e estão fortemente

relacionados com o desenvolvimento de crianças:

- **Sensório-motor:** esta fase engloba o período entre 0 e 2 anos. Nesse período inicia-se o desenvolvimento da inteligência sensório-motora que levam a construção de um universo objetivo, onde o bebê irá se sentir estimulado e desenvolver a base do seu autoconceito.
- **Pré-operatório:** esta fase engloba o período entre 2 e 7 anos. Nesse período, a criança inicia a sua capacidade de representar uma coisa por outra, ou seja, formar esquemas simbólicos. Ainda nessa fase, acontece o desenvolvimento de noções a respeito de objetos que serão utilizados na próxima fase; nesse processo a criança está sujeita a vários erros.
- **Operatório-concreto:** esta fase engloba o período entre 7 e 12 anos. Esse período é caracterizado pelo crescimento do raciocínio lógico, pois é a faixa etária da criança que entra na escola, onde terá um conhecimento real e correto sobre a realidade. A criança pensa antes de agir. Uma determinada operação que antes demoraria alguns minutos para se resolver, a partir dessa fase agora é resolvida rapidamente.
- **Operatório-formal:** esta fase engloba o período entre 12 anos em diante. Neste período vão surgindo gradativamente hipóteses e deduções. A criança começa trabalhar com a imaginação e pensamento formal que assume um caráter hipotético-dedutivo. O pensamento hipotético-dedutivo, segundo [Piaget \(1976\)](#) é o raciocínio que implica deduzir conclusões de premissas que são hipóteses, em vez de deduzir de fatos que o sujeito tenha realmente verificado. Uma característica dessa fase é englobar crianças, pré-adolescentes e adolescentes.

De acordo com a teoria piagetiana, ao atingir a última fase, o indivíduo adquire a sua forma final de equilíbrio, ou seja, ele consegue alcançar o padrão intelectual que persistirá durante a idade adulta. Isso não quer dizer que ocorra uma estagnação das funções cognitivas, a partir do ápice adquirido na adolescência. Tanto que no envelhecimento, vai acontecendo um declínio das estruturas cognitivas, o processo contrário ao aqui referido.

2.3.2 Aprendizagem e jogos educacionais

Segundo [Piaget e Delval \(1970\)](#) o conceito de aprender é uma interpretação de cada pessoa, e é basicamente uma atividade individualizada, um processo ativo no qual o significado é desenvolvido com base em experiências de cada pessoa. Um jogo tem uma forte relação com a construção da inteligência e possui uma efetiva influência como instrumento incentivador e motivador no processo de aprendizagem.

Na concepção de Piaget (1976), jogos consistem numa simples assimilação funcional, num exercício das ações individuais já aprendidas gerando um sentimento de prazer pela ação lúdica em si e pelo domínio sobre as ações. Assim sendo, jogos apresentam duas características principais: consolidar os esquemas já formados e proporcionar prazer ou equilíbrio emocional à criança.

Quando o assunto é voltado às crianças, o autor ainda afirma que a importância de um jogo está na satisfação das necessidades das crianças quanto à assimilação da realidade à sua própria vontade. Estas necessidades originam-se da estranheza de coisas que as crianças não compreendem no mundo dos adultos como regras, por exemplo: hora de dormir, não mexer em certos objetos, entre outros.

A aplicação de jogos educacionais digitais no contexto infantil proporciona que o ato de jogar próprio da criança, que possa ser utilizado como um importante recurso educacional, permitindo que as habilidades e conteúdos abordados no jogo sejam maximizados no processo de aprendizagem.

3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo apresenta uma descrição dos trabalhos relacionados com o tema do trabalho. Os artigos citados aqui foram extraídos de uma pesquisa feita em portais de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Association for Computing Machinery (ACM) e Google Scholar.^{1 2 3}

Inicialmente, foram pesquisadas palavras-chave: Jogos, usabilidade e aprendizagem. Posteriormente os termos em inglês também foram pesquisados: *games*, *usability* e *learning*.

Para chegar aos trabalhos mais interessantes, foi lido o título de cada um, além do resumo, resultados e conclusões de cada artigo das primeiras 15 páginas da busca. Através deste refinamento, foram encontrados 20 artigos, que foram filtrados e novamente lidos, resultando em 5 artigos apresentados neste capítulo.

Os principais critérios para escolha desses artigos foi ter como base alguma informação, técnica, atividade ou metodologia que pudesse contribuir para esta monografia.

3.1 Investigating user experience in Second Life for collaborative learning

Sutcliffe e Alrayes (2012) descrevem os resultados de seu estudo investigando a experiência do usuário em relação ao mundo virtual Second Life para aprendizagem colaborativa em dois casos.

O primeiro caso investigou o uso do Second Life com o objetivo de medir e compreender a experiência do usuário e como isso está relacionado com aspectos de aprendizagem. Para este primeiro estudo foram observados 38 jogadores, e estes foram divididos em 7 grupos de 5 ou 6 componentes. Cada grupo teve de identificar as necessidades das partes interessadas da universidade e organizar um evento no mundo virtual para abordar as exigências pedidas. Ao final de seis sessões de duas horas, cada grupo fez uma apresentação utilizando ferramentas do *office* sobre sua concepção e uma demonstração interativa.

Para coletar os resultados foi utilizado um questionário dividido em 4 partes, que basicamente consistia em questões que capturavam percepções do grupo utilizando o Second Life com escalas *likert*, a relação entre Second Life e o Facebook, a avaliação presencial e comunicação no mundo virtual e experiência geral.

¹ Link para portal da Capes: <http://www.capes.gov.br/>

² Link para portal da ACM: <https://www.acm.org/>

³ Link para portal do Google Scholar: <https://scholar.google.com.br/>

Em seu segundo estudo, [Sutcliffe e Alrayes \(2012\)](#) investigaram a hipótese de que mundos virtuais motivariam uma colaboração e aprendizagem mais eficazes. As ferramentas utilizadas para medir esta hipótese foram *blackboard* e o Second Life. Para esse estudo foram utilizados 63 participantes, divididos em 21 grupos de três pessoas. A fim de analisar os resultados, foram aplicadas três versões análogas de um problema de priorização de sobrevivência.

Os participantes ganharam uma lista de itens e deviam decidir quais eram úteis ou não para a jornada. Como os itens e contexto foram diferentes, apresentou-se uma grande porção de respostas nas resoluções dos problemas. Utilizando um processo de meta nível e aprendizagem, organizar a resolução de maneira colaborativa era possível.

Não houve surpresa nos resultados, já que o ambiente de aprendizagem mais utilizado era o *blackboard* (padrão da universidade). Os usuários tinham uma maior experiência em relação aos conceitos do Second Life, que apresentou-se como um problema. *Blackboard* teve uma média de 4,91 pontos em 7, enquanto o Second Life 2,13. Esses resultados, foram obtidos também através de um questionário baseado no questionário utilizado no primeiro estudo.

O presente trabalho se diferencia deste citado, pois neste seu artigo os autores utilizam um mundo virtual para realizar seu estudo. Esta ferramenta não é considerada específica para atender fins educacionais e para avaliar a contribuição para questões de aprendizagem. Enquanto nesta monografia o foco principal é o desenvolvimento e aplicação de dois jogos educacionais específicos para medir os resultados da aprendizagem agregada a questões de usabilidade dentro dos jogos.

3.2 Games' Usability and Learning—The Civilization IV Paradigm

[Xenos, Papaloukas e Kostaras \(2009\)](#) em seu estudo, apresentam o jogo Civilization IV a fim de medir usabilidade do jogo e sua relação com a aquisição de conhecimentos. Mesmo não sendo um jogo destinado a fins educacionais, a escolha deste jogo segundo os autores explicou-se por apresentar fatos históricos e geográficos.

Utilizou-se um laboratório especializado equipado com dispositivos de monitoração e outras ferramentas para medir a usabilidade do jogo. Esta monitoração foi feita com 50 jogadores com vários níveis de experiência. Para medir, foram utilizadas diversas técnicas variando o leitor e a localização. Utilizou-se também um *logging* de ação do usuário, combinado com registros fotográficos e entradas de microfone.

Posteriormente um questionário foi aplicado, referindo-se a experiência do usuário dentro do jogo e questões de aprendizagem de conteúdo. Uma outra ferramenta foi utilizada foram gravações em vídeo com análise detalhada que detecta problemas de usa-

bilidade em jogos de estratégia.

Como resultado, os autores baseados em números obtidos através de análises com essas ferramenta apoiados em questionários afirmam que a usabilidade de um jogo influencia na aquisição de conhecimentos.

Este trabalho se diferencia do artigo citado, pois neste os autores utilizam um jogo do gênero de estratégia popularmente conhecido. Todavia, este jogo não é destinado a fins educacionais específicos que possa ser utilizado para avaliar a contribuição para a aprendizagem de informações tratadas no jogo. Também neste estudo, os autores não tinham como medir se a usabilidade do jogo estava alta ou baixa. Enquanto nesta monografia serão desenvolvidos dois jogos educacionais específicos, e a partir destes a aprendizagem será avaliada juntamente com a influência da usabilidade nesses dois casos, com baixa e com alta usabilidade seguindo heurísticas definidas.

3.3 Learning and motivational impacts of a multimedia science game

[Miller et al. \(2011\)](#) estudam a aprendizagem e os impactos motivacionais em um jogo de ciência multimídia web. O intuito era de analisar o poder de um jogo na web baseado na ciência forense para ensinar conteúdos e futuramente motivar carreiras nessa área.

Este jogo que estava em um contexto de ciência e tratava de temas semelhantes foi aplicado em um grupo de cerca de 700 alunos do ensino secundário. Estes alunos jogadores foram expostos a três testes de casos forenses por 60 minutos. Os elementos-chave que suportam a aprendizagem através da ideia geral deste jogo foi baseada em usabilidade, satisfação, engajamento.

Foi feito um pré-teste e comparado a um pós-teste que pudesse apresentar ganhos significativos ao conhecimento do conteúdo. Os autores também citaram que o ganho de usabilidade está fortemente influenciado pela predição de mesma. Em seus resultados, os autores defendem a ideia de que encontraram uma mudança significativa no conhecimento de conteúdo em todos os três jogos.

Este trabalho se diferencia do artigo citado, apesar de neste último os autores utilizarem um jogo web baseado em conteúdos de ciência, com fins educacionais. Enquanto nesta monografia é desenvolvido um jogo educacional específicos com duas versões, com conteúdo previamente trabalhado pelo grupo de jogadores em que a pesquisa irá ser aplicada.

A partir disso, a aprendizagem será avaliada levando em consideração influência da usabilidade em dois casos, neste artigo os autores não permitem um conhecimento

prévio do conteúdo em que irá ser apresentado ao longo do jogo, o que dificultaria a aprendizagem a curto e longo prazo ou a fixação e aprendizagem do conteúdo.

3.4 The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning

Tüzün et al. (2009) em seu trabalho apresentam a implementação de um jogo de computador para medir a aprendizagem sobre conceitos de geografia para alunos do primário. Foi desenvolvido um jogo tridimensional com fins educacionais e aplicado em um grupo de alunos da quarta e quinta séries de uma escola particular na Turquia. O tempo de jogo utilizado por esse grupo de pessoas foi periodicamente distribuído em 3 semanas.

Os efeitos do ambiente do jogo, contexto e motivação dos alunos foram medidos através de dois métodos: Primeiramente, foi feita uma análise dos testes de desempenho dos alunos. O segundo método foi comparando motivações, e ao mesmo tempo a aprendizagem no ambiente de baseado em jogos e a diferença em seu tradicional ambiente escolar. Foram utilizados questionários para realizar as análises descritas a fim de medir o desempenho. Esses questionários eram compostos por 17 questões de múltipla escolha sobre o conteúdo trabalhado dentro do jogo.

Concluiu-se que os alunos demonstraram um significativo ganho na aprendizagem em que apresentava-se baseada no ambiente de imersão criado pelo jogo, inclusive elevando a capacidade de concentração das crianças.

Esta monografia se diferencia do artigo citado, apesar de no artigo os autores utilizarem um jogo tridimensional com conteúdos relacionados a geografia e destinado a fins educacionais, não era proposto analisar o impacto da usabilidade na aprendizagem.

3.5 The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants

Klisch et al. (2012) apresentam um estudo que investiga o ganho de conhecimento e a mudança de atitude atribuídos a ciência apresentados em um jogo educacional.

O jogo foi desenvolvido com intuito de conscientizar os alunos sobre as consequências da exposição a produtos químicos tóxicos, bem como riscos associados a fazer o uso destes produtos químicos como inalantes. Este jogo foi baseado na aprendizagem baseada em resolução de problemas, em que o jogador investiga a poluição de um produto químico em uma determinada cidade.

Este estudo foi utilizado em um grupo de alunos de ensino médio de uma escola, um número de cerca de 444 alunos foi utilizado. A metodologia do estudo envolveu um pré-teste, a aplicação do jogo e um pós-teste de conhecimento de conteúdo. Basicamente, estes testes eram compostos de perguntas que deviam ser respondidas pelos jogadores, anteriormente e posteriormente utilizarem o material do jogo.

Como resultados, apresentaram-se ganhos significativos de aprendizagem em relação a ciência e conteúdos abordados. As classificações da usabilidade do jogo tornaram-se importantes, como o mais elevado potencial de conhecimento no conteúdo de pós-teste.

Esta monografia se diferencia do artigo citado, apesar de neste artigo os autores utilizarem um jogo educacional com temas relacionados a ciência, meio ambiente, poluentes e destinado a fins educacionais, os autores não tinham como finalidade avaliar a usabilidade de seu jogo e a relação com a aprendizagem. Enquanto nesta monografia serão desenvolvidos dois jogos educacionais específicos, com conteúdos previamente trabalhados e envolvendo dois casos de usabilidade, alta e baixa definidos por heurísticas específicas.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Apesar de nos 5 trabalhos citados neste capítulo apresentarem uma finalidade semelhante, seus resultados divergem em linhas gerais. Em dois estudos, os autores utilizam ferramentas que não se enquadram no gênero de jogos educacionais, caso do mundo virtual Second Life e do jogo de estratégia Civilization. Em três estudos, os autores criam e utilizam jogos dedicados a fins educacionais e posteriormente avaliam a capacidade de aprendizagem com a informação apresentada nos mesmos.

Porém, em nenhum caso são propostas duas perspectivas, que é o diferencial desta monografia. Propor jogos com dois casos de usabilidade, alta e baixa, seguindo as heurísticas de Nielsen (1994). Segundo Cybis, Betiol e Faust (2007), quando um jogo possui pouca usabilidade a consequência será pouca jogabilidade e vice-versa, se um jogo estiver provido de usabilidade elevada, este terá uma boa jogabilidade.

Algumas técnicas puderam ser aproveitadas desses trabalhos estudados, como por exemplo o questionário com questões objetivas aplicado como pré e pós-teste nesta monografia.

4 Metodologia

Como estudo teórico, de natureza reflexiva, requer sistematização, ordenação e interpretação dos dados. Por ser um estudo formal, exige metodologia própria do trabalho científico. (MARCONI; LAKATOS, 2003)

A metodologia desta monografia, esquematizada na figura 13 iniciou de uma pesquisa bibliográfica em trabalhos relacionados ao contexto e posteriormente, a definição do problema de pesquisa. Após a definição do problema de pesquisa ser definida e detalhada, a etapa seguinte foi destinada à aplicação da técnica de *brainstorming* com os jogadores. A terceira etapa foi destinada à elaboração dos protótipos iniciais do jogo, seguidos de uma avaliação heurística nos protótipos a fim de levantar possíveis problemas de usabilidade.

A etapa 4 inicia com uma análise dos resultados obtidos através da avaliação heurística, seguido das correções recomendadas nos protótipos. Na etapa 6, ocorre o desenvolvimento dos jogos. Na etapa 7 ocorre a aplicação do questionário pré-teste aos jogadores, assim como a sessão de jogo com os participantes e a aplicação do pós-teste, novamente com os jogadores. Finalmente, na última etapa da metodologia, ocorre a análise e compilação dos resultados.

Figura 13 – Desenho de pesquisa



4.1 Brainstorming

O *brainstorming*, termo em inglês utilizado para representar tempestade cerebral ou tempestade de ideias, é uma técnica realizada quando há o desejo de explorar os aspectos criativos de um indivíduo ou grupo. Por vezes, pode ocorrer de forma dinâmica em grupo, adaptando-se de acordo com a necessidade.

A técnica do *brainstorming*, segundo [Cybis, Betiol e Faust \(2007\)](#) visa a geração de ideias por um determinado grupo de pessoas. Os autores citam uma quantidade inicial de 2 a 12 pessoas para realizar essa atividade, dependendo do nível de informação e resultados que se pretende obter.

Nesta monografia, identificou-se a necessidade de conhecer mais a fundo o perfil de cada jogador, a fim de jogos serem gerados com elementos que provocassem uma maior imersão. Por este motivo, optou-se pelo envolvimento dos jogadores nas fases de construção do *design* do jogo. Inicialmente, utilizou-se esta técnica de *brainstorming* para realizar um levantamento sobre temas interessantes que chamassem a atenção dos jogadores.

4.2 Prototipagem

A prototipagem é uma versão ou ideia inicial do que futuramente poderá ser um sistema concreto. [Rosemberg et al. \(2008\)](#) definem protótipo como um produto de trabalho da fase de testes e ou planejamento.

No contexto da Engenharia de Software, protótipo é um sistema ou modelo sem funcionalidades inteligentes, podendo conter apenas funcionalidades gráficas. Geralmente são utilizados para fins de ilustração e melhor entendimento sobre um sistema. “Os protótipos permitem que as pessoas visualizem e operem o futuro sistema no contexto de operação específico.” ([CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007](#))

Em geral, protótipos podem ser de alta ou baixa fidelidade, dependendo do nível trabalho e detalhes, propostos por cada técnica. A seguir serão descritas essas duas técnicas, com suas características específicas baseadas nas definições de [Cybis, Betiol e Faust \(2007\)](#) em seu livro.

- Protótipo de baixa fidelidade: esta técnica é construído rapidamente por indivíduos sem conhecimento específico em programação. É fundamental que a ferramenta de prototipagem seja simples e intuitiva, disponibilizando os recursos necessários. São considerados protótipos horizontais pois apresentam apenas a camada de interface de uma função do sistema.

- Protótipo de alta fidelidade: esta técnica é desenvolvida com ferramentas profissionais que proporcionam componentes da interface e comportamento semelhantes com o que o sistema propõe. Esses protótipos são considerados verticais, pois implementam diversas camadas de um sistema, como interface, aplicação, bases de dados, entre outros.

“Por meio destes protótipos, torna-se possível obter medidas de usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) em testes em situações de uso e verificar se as medidas se aproximam do especificado. Frequentemente será necessário modificar o protótipo, repetir os testes e as análises realizadas.” (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007)

A consolidação inicial da ideia dos jogos educacionais propostos neste trabalho, parte de protótipos de baixa fidelidade. Posteriormente, esses protótipos serão avaliados seguindo as diretrizes de usabilidade definidas anteriormente e caso houver necessidade, modificações serão realizadas para melhor aproveitamento desta técnica.

Nesta monografia, inicialmente foram desenvolvidos dois tipos de protótipos com baixa fidelidade. Posteriormente foram avaliados e corrigidos para uma melhor versão.

4.3 Heurísticas de Usabilidade

Jacob Nielsen é um cientista da computação com Ph.D. em IHC. Nielsen é um User Advocate (denominação utilizada para definir porta-vozes que facilitam a interação entre usuários e designers de produtos), também é diretor da Nielsen Norman Group, empresa que co-fundou com Dr. Donald A. Norman, ex vice presidente de pesquisas da Apple Computer. Nielsen ainda criou o movimento engenharia de usabilidade com desconto, destinado a melhorias rápidas e baratas nas interfaces com o usuário e criou vários métodos para avaliar a usabilidade, entre eles a avaliação heurística.

Por esses e outros motivos, Nielsen é considerado um dos maiores pesquisadores na área da IHC. (NIELSEN, 1994), criou dez princípios gerais para design de interação. Mais conhecidos como heurísticas, pois são amplas regras e não diretrizes específicas. A seguir, pode-se tomar conhecimento sobre estas heurísticas:

1. Visibilidade e status do sistema: o sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de *feedback* apropriado num prazo razoável.
2. Similaridade entre o sistema e o mundo real: o sistema deve falar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares para o usuário, em vez de termos orientados ao sistema. Envolve seguir as convenções do mundo real, tornando as informações aparecem em uma ordem lógica e natural.

3. Controle do usuário e liberdade: o usuário controla o sistema, ou seja, ele pode a qualquer momento abortar uma tarefa ou desfazer uma operação e retornar ao estado anterior.
4. Consistência e Padrões: os usuários não deveriam ter que se perguntar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Envolve seguir as convenções de plataforma.
5. Prevenção de Erros: ainda melhor do que boas mensagens de erro é um projeto cuidadoso que impede que um problema ocorra em primeiro lugar. Ou eliminar as condições passíveis de erros ou buscar por eles e apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes que eles cometam uma ação.
6. Reconhecimento ao invés de recordação: minimizar a carga da memória do usuário, fazendo objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que se lembrar de informações a partir de uma parte do diálogo para outro. As instruções para utilização do sistema devem estar visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que necessário.
7. Flexibilidade e eficiência de uso: aceleradores invisíveis pelo usuário iniciante - podem frequentemente acelerar a interação para o usuário experiente de modo que o sistema possa atender a ambos os usuários inexperientes e experientes.
8. Design estético e minimalista: diálogos não devem conter informações que é irrelevante ou raramente necessário. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades de informação relevantes e diminui a sua visibilidade relativa
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros: mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicar com precisão o problema e sugerir uma solução construtiva.
10. Ajuda e documentação: fornecer ajuda e documentação. Qualquer informação deve ser fácil de pesquisar, focada na tarefa do usuário, a lista de medidas concretas a realizar e não ser muito grande.

Vale ressaltar que existem outros critérios que podem ser utilizados para promover a usabilidade e ergonomia em sistemas, como por exemplo os critérios ergonômicos de [Scapin e Bastien \(1997\)](#). Por conseguinte, essas heurísticas propostas por Jacob Nielsen foram definidas para servir como instrumento base de avaliação da usabilidade nos jogos propostos. Levando em consideração a praticidade e a facilidade de aplicação, além de serem amplamente difundidas e de conhecimento geral, o que facilita a atividade por parte dos colaboradores.

4.4 Avaliação Heurística

“A avaliação heurística é um método de IHC criado para encontrar problemas de usabilidade durante um processo de design interativo.” (NIELSEN, 1994) Segundo Cybis, Betiol e Faust (2007) a avaliação heurística representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das Interfaces Humano-Computador.

Nielsen (1994) ainda define como um método de avaliação de usabilidade em que um ou mais colaboradores especialistas compararam um software, documentação ou produto de hardware através de uma lista de princípios de design. Para avaliar a usabilidade dos protótipos, neste trabalho utilizou-se a avaliação heurística com base nas heurísticas de Nielsen.

Por se tratar de um método de inspeção, a avaliação heurística apresenta um baixo custo quando comparada a outros métodos empíricos. Vale ressaltar que existem outros métodos de inspeção, como o percurso cognitivo e a avaliação semiótica. Neste trabalho, optou-se pela aplicação de uma avaliação heurística afim de avaliar a usabilidade dos protótipos criados.

4.5 Desenvolvimento

O desenvolvimento dos jogos propostos deu-se através de uma *engine*, denominada *Construct 2*¹. Essa *engine* é um construtor intuitivo de jogos, com uma lógica baseada em comportamentos. É um editor de jogos 2d, baseado em HTML5 e JavaScript. O Construct 2, permite ainda publicação em diversas plataformas, além de HTML 5, Android e iOS. Algumas características peculiares, como um sistema amplo para tratar eventos, comportamentos flexíveis de objetos e belos efeitos visuais fazem parte dessa *engine*.

O Hypertext Markup Language Version 5 (HTML5), é uma linguagem para estruturação e apresentação de conteúdo para a web. É a quinta versão da linguagem HTML. Esta nova versão traz importantes mudanças através de novas funcionalidades como semântica e acessibilidade. Ainda Possibilitando uso de novos recursos e provendo suporte para as mais recentes multimídias.

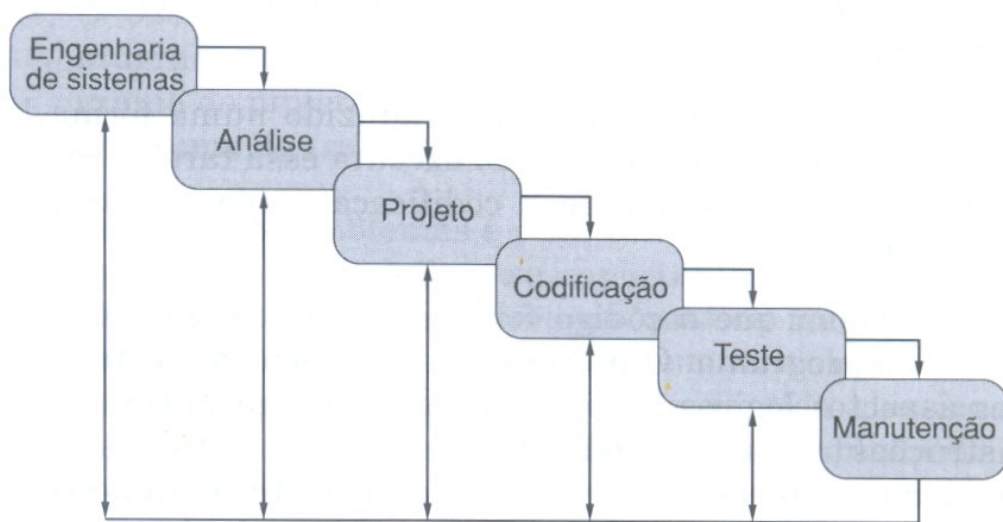
O JavaScript é uma linguagem de programação interpretada. Foi originalmente implementada como parte dos navegadores web para que *scripts* pudessem ser executados do lado do cliente e interagissem com o usuário sem a necessidade deste *script* passar pelo servidor, controlando o navegador.

¹ Link para site do Construct 2: <https://www.scirra.com/construct2>

4.6 Processo da Engenharia de Software

O processo de engenharia de software para desenvolvimento dos jogos propostos desta monografia segue o clássico modelo linear ilustrado na figura 14. Segundo Pressman (2005), o modelo cascata descreve um método para desenvolvimento que é linear e sequencial. A vantagem desse modelo é que, segundo (PRESSMAN, 2005), ele permite um controle gerencial.

Figura 14 – Processo de Engenharia de Software



Fonte: Pressman (2005)

Vale ressaltar que existem outros modelos de processo para desenvolvimento, por exemplo o modelo espiral, ou metodologias ágeis como o *Scrum* e *Extreme Programming (XP)*. Entretanto, para esta monografia o modelo cascata se mostrou adequado, pois os requisitos foram validados por meio de protótipos no início da concepção e se tornaram estáveis o suficiente para permitir a aplicação de um processo não iterativo.

4.7 Questionários

Segundo Barbosa e Silva (2010), um questionário basicamente é um formulário que pode ser impresso ou online que contém perguntas que usuários e demais participantes devem responder. A finalidade desta ferramenta é fornecer dados necessários para início ou fim de uma pesquisa, análise ou avaliação.

“Diferentemente de entrevistas, questionários permitem coletar dados de um grande número de pessoas, até mesmo geograficamente dispersas, compondo amostras muito maiores do que com entrevistas ou grupos

de foco. Assim como entrevistas, questionários podem conter perguntas abertas e fechadas, mas costumam privilegiar as perguntas fechadas, de preenchimento rápido de fácil análise. (BARBOSA; SILVA, 2010)

Analisando estas definições, optou-se por utilizar questionários neste trabalho. Inicialmente, devido a facilidade de propor este método para levantamento de dados e pela leitura simples de resultados que esta ferramenta proporciona. É proposto um questionário com questões objetivas. Este questionário tem a finalidade de identificar os conhecimentos existentes sobre determinado conteúdo e após uma sessão de jogar, verificar a aprendizagem sobre os conteúdos apresentados.

5 Resultados e Discussão

Nesse Capítulo serão apresentados os resultados obtidos para essa pesquisa.

5.1 Brainstorming

Nesta monografia, a técnica de *brainstorming* foi uma atividade proposta ao público alvo desta pesquisa. Define-se público alvo dessa pesquisa, alunos do quinto ano do ensino fundamental, na faixa etária entre 9 e 11 anos. Para isso, entrou-se em contato com a Escola Estadual de Ensino Médio Demétrio Ribeiro (DR) e o Instituto Estadual de Educação Oswaldo Aranha (IEEOA) e após uma conversa com diretores e professoras explicando a finalidade e metodologia da pesquisa, ambas as escolas concordaram em participar.

A atividade foi realizada no mês de junho de 2015 e iniciou-se propondo aos jogadores que relatassem em uma folha branca um tema que despertasse interesse. Posteriormente com a ajuda de lápis e caneta colorida, foi pedido que os jogadores fizessem uma ilustração sobre o tema escolhido. Esta atividade gerou 46 resultados, ou seja obtivemos 46 participantes.

A seguir, são apresentados alguns dos resultados obtidos com a aplicação desta técnica nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 – Resultado da técnica de *brainstorming*: sistema solar

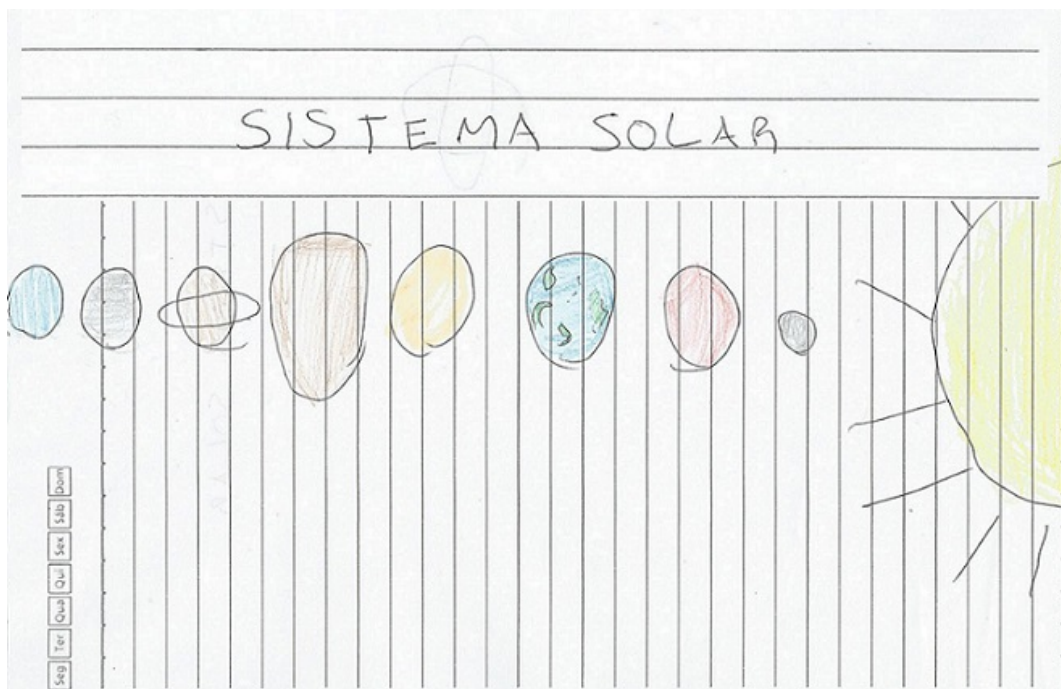
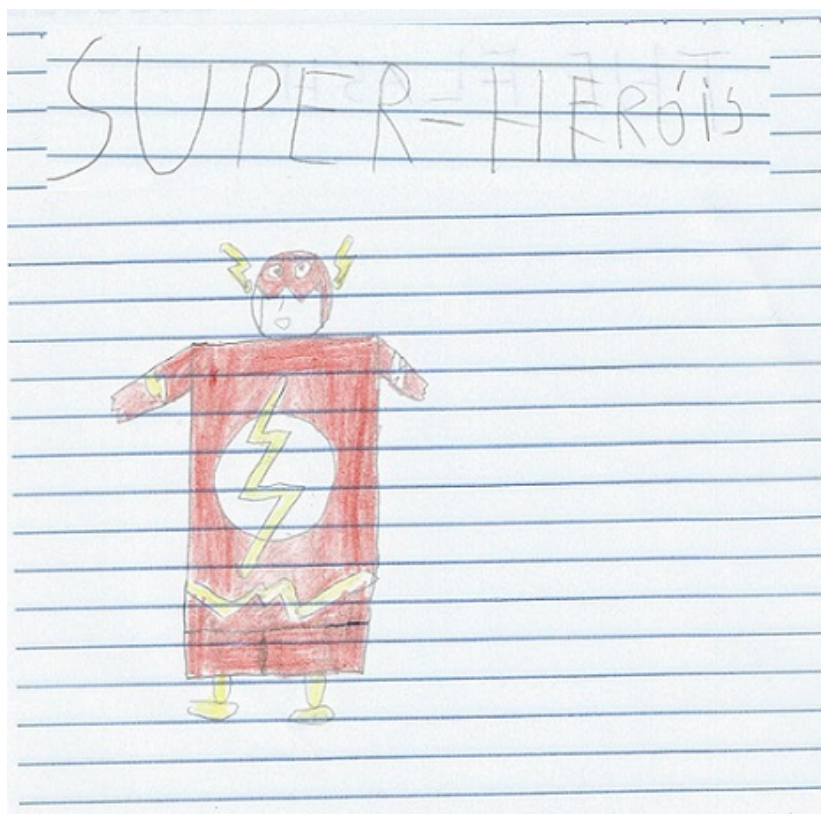


Figura 16 – Resultado da técnica de *brainstorming*: super-heróis

5.2 Prototipagem

Após a técnica de *braistorming*, em que os jogadores descreviam e ilustravam assuntos de seus interesses, houve necessidade da criação dos protótipos iniciais dos jogos. Para tal, levando em consideração heurísticas de usabilidade foram criados dois tipos de jogos: Um jogo com significativos problemas de usabilidade, com a finalidade de apresentar a usabilidade baixa, enquanto o outro seguindo heurísticas para manter a usabilidade alta.

Também foram propostos protótipos com baixa usabilidade. Mais protótipos podem ser encontrados em apêndices. A seguir, nas Figuras 17 e 18 serão apresentadas as telas iniciais dos protótipos com alta usabilidade e baixa usabilidade, respectivamente.

5.3 Heurísticas de Usabilidade

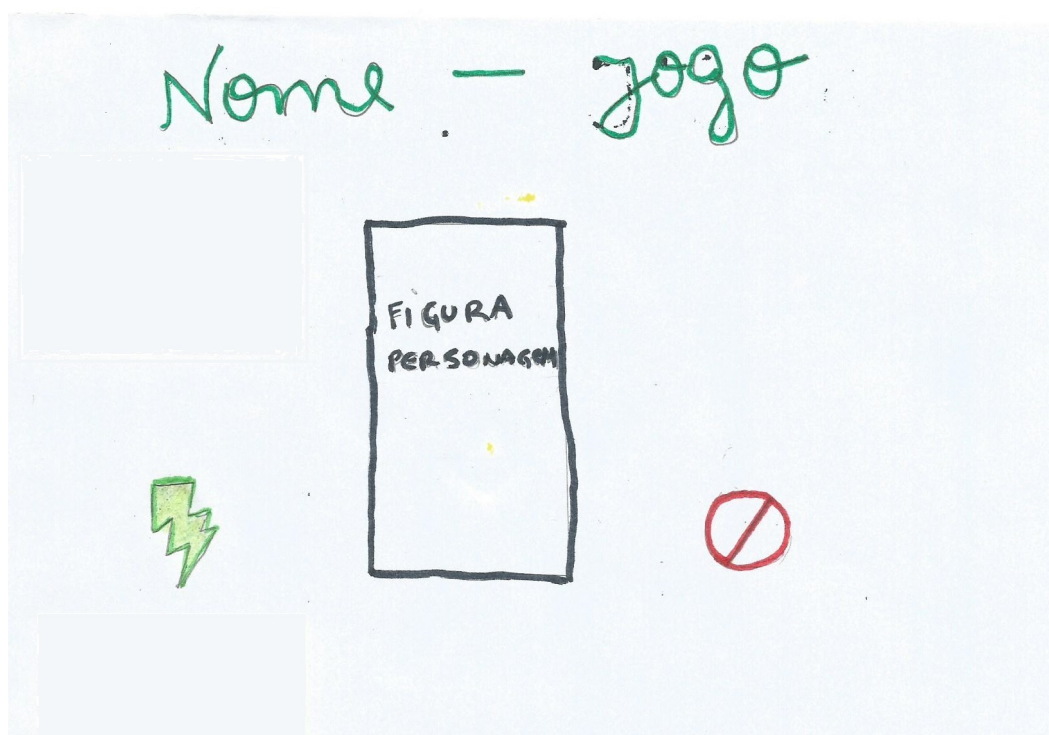
Durante a criação dos protótipos dos jogos foram introduzidos problemas de usabilidade baseados nas heurísticas de Nielsen (1994) com níveis de severidade variados - de simples ruídos a problemas graves - na versão com baixa usabilidade.

Como por exemplo, na heurística 04 que faz referência a consistência e padrões de um sistema foi introduzido o problema das perguntas e suas alternativas serem colocadas em posição diferente para cada tipo de jogo.

Figura 17 – Protótipo com alta usabilidade - tela inicial



Figura 18 – Protótipo baixa usabilidade - tela inicial



A heurística 01 faz referência a visibilidade e status do sistema, teve introduzido o problema no jogo com baixa usabilidade ocultando a informação de como o jogador deveria proceder quando iniciasse o jogo, diferente do jogo com alta usabilidade que apresentava informações antes mesmo do jogador iniciar.

5.4 Avaliação Heurística

Para realizar a avaliação de usabilidade nos protótipos criados, foram selecionados cinco colaboradores especialistas. Estes colaboradores foram definidos como alunos, a partir do terceiro semestre do curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa ([UNIPAMPA](#)) que obrigatoriamente tenham sido aprovados na disciplina de IHC. Essa atividade foi realizada após aos protótipos iniciais estarem definidos.

Com base nas heurísticas propostas por [Nielsen \(1994\)](#), os avaliadores apontaram problemas nas interfaces dos protótipos criados, seja de baixa e alta usabilidade.

Para os problemas encontrados nas interfaces dos protótipos de alta usabilidade, estes foram corrigidos. Entretanto, para os problemas encontrados nos protótipos com a usabilidade baixa, todos foram mantidos, justamente pela ideia de deixar o protótipo com problemas de interação. O tempo médio para execução dessa atividade foi entre 5 e 15 minutos para cada protótipo e para cada avaliador.

A seguir, nos quadros 1 e 2 pode-se observar os resultados para as telas iniciais dos protótipos com alta e baixa usabilidade, respectivamente.

Tabela 1 – Quadro de relação das heurísticas inexistentes aplicadas ao protótipo de usabilidade alta conforme identificação dos avaliadores.

	1. Tela Inicial.				
	Protótipo Alta Usabilidade				
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1					
2					
3					
4				x	
5					
6					
7					
8					
9					
10	x	x	x	x	x

Analisando os resultados da avaliação aplicados ao protótipo de alta usabilidade, identificaram-se duas heurísticas violadas: para a heurística 04, um especialista identificou uma inconsistência no padrão proposto, faltando um painel mostrando que as opções são alternativas de escolhas. Para a heurística 10 todos os especialistas identificaram a ausência de um comando, botão ou tela de ajuda. O sistema não oferece essa opção do jogador. Conseqüentemente, algumas heurísticas foram revisadas e corrigidas, a fim de agregar melhorias no protótipo de alta usabilidade. A inconsistência apontada na

heurística 04 foi corrigida. Entretanto, a inclusão de ajuda, que faz referência a heurística 10 foi julgada desnecessária devido a simplicidade do jogo.

Tabela 2 – Quadro de relação das heurísticas inexistentes aplicadas ao protótipo de usabilidade baixa conforme identificação dos avaliadores

1. Tela Inicial.					
Protótipo Baixa Usabilidade					
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1					x
2				x	x
3					
4	x	x	x		
5					x
6					
7					
8					
9					
10	x		x		x

Analisando os resultados da avaliação aplicados ao protótipo de baixa usabilidade, identificaram-se oito heurísticas violadas. Ao contrário do protótipo de usabilidade alta, quando essas inconsistências foram identificadas, significa que o protótipo descumpre princípios de qualidade de uso e adequação as características dos usuários, sendo essa sua finalidade. Para este protótipo, as heurísticas 01, 02, 04, 05 e 10 foram citadas pelos avaliadores.

Por exemplo, a violação da heurística 01 citada, justifica-se na opinião do especialista por o sistema não mostrar o status em nenhuma das telas. Para a heurística 02, citada por dois especialistas, consta que o sistema não faz uma similaridade com o mundo real e os ícones mostrados geram incertezas na interpretação pessoal. Para a heurística 04, citada por quatro especialistas, identificou-se não haver um padrão, dificuldade de entender o que cada botão faz e falta de intuitividade nas figuras utilizadas. Para a heurística 10, identifica-se o mesmo problema do protótipo de alta usabilidade: a falta de uma opção de ajuda para o jogador.

Resultados detalhados da avaliação heurística podem ser encontrados no Apêndice C.

5.5 Desenvolvimento

O desenvolvimento dos jogos, como mencionado anteriormente deu-se através de uma *engine* denominada *Construct 2*. Para os jogos que foram propostos, essa *engine*

auxiliou e gerou maior produtividade no desenvolvimento, juntamente com as linguagens HTML5 e JavaScript.

Para definição do tema do jogo, em contato com as professoras das turmas selecionadas como público alvo, aconselhou-se trabalhar com ciências da natureza e assuntos como a poluição do ar e da água, juntamente com super-heróis (resultado de maior número no *brainstorming* aplicado com os jogadores.)

A partir disso, dois jogos sobre cada conteúdo foram criados. Poluição do ar e poluição da água e suas versões com alta e baixa usabilidade, em *runner* com obstáculos e perguntas.

Nos apêndices D e E pode-se visualizar a captura de tela dos jogos relacionados a poluição do ar e poluição da água com participação do super-herói e sua respectiva pergunta para os jogos com alta e baixa usabilidade.

Todas as figuras e *sprites* utilizados foram retirados de maneira livre e gratuitamente da internet.

5.6 Questionário Pré-Teste

Após a fase de desenvolvimento dos jogos ser concluída, houve necessidade de realizar a primeira etapa de verificação de aprendizagem. Nesta etapa, foi aplicado um questionário pré-teste aos jogadores para verificar o que estes dominavam sobre cada conteúdo.

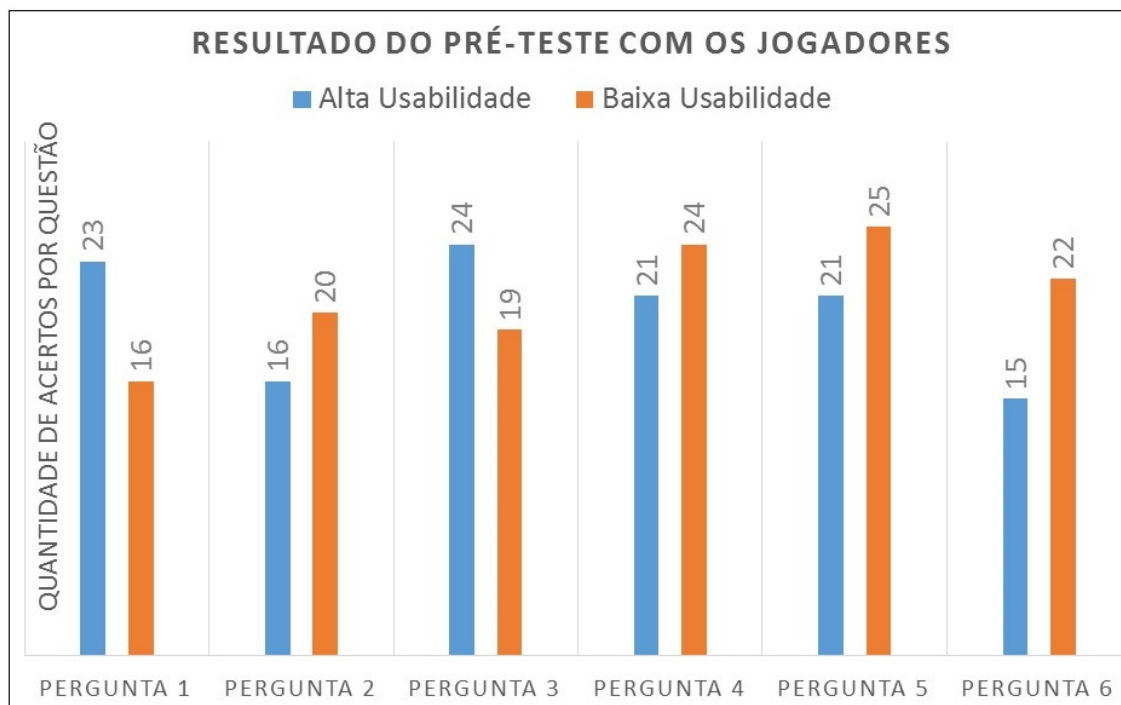
Este questionário foi constituído de seis questões relacionadas a temas que foram sugeridos pelas professoras para serem trabalhados nos jogos. Na fase de pré-teste o questionário foi aplicado com 46 jogadores na faixa etária dos participantes entre 9 e 11 anos. A figura 34 ilustra o modelo de questionário utilizado.

5.6.1 Resultado do pré-teste

Para a primeira questão houve um total de 23 acertos para o jogo com alta usabilidade e 16 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a segunda questão, houve um total de 16 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e 20 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a terceira questão, houve um total de 24 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e 19 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 4, houve um total de 21 acertos para o jogo com alta usabilidade e 24 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 5, houve um total de 21 acertos para o jogo com alta usabilidade e 25 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Finalmente, para a questão número 6, houveram 15

acertos para o jogo com alta usabilidade e 22 acertos para o jogo com baixa usabilidade. A Figura 19 ilustra os valores obtidos no pré-teste.

Figura 19 – Resultado do pré-teste aplicado com os jogadores



5.6.2 Resultado do pós-teste imediato

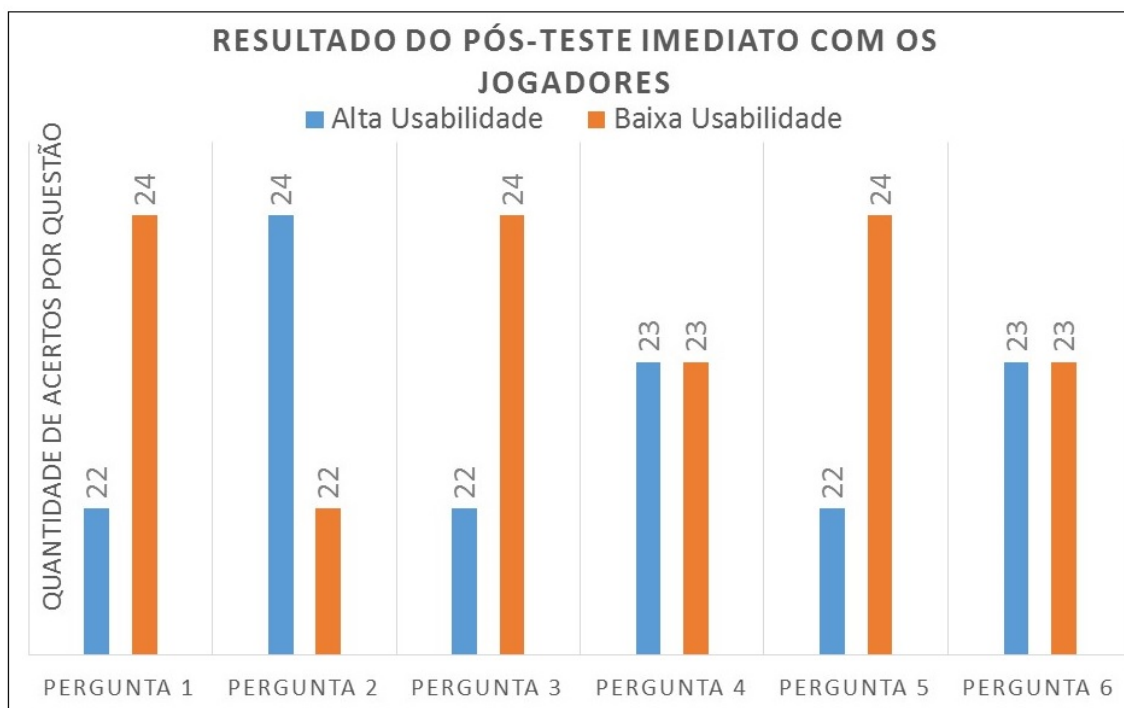
Após a aplicação do pré-teste, os jogadores foram conduzidos até o laboratório de informática para uma sessão de jogos.

Cada sessão de jogo relacionado a um tema durou em torno de 15 minutos. Após esse tempo, os jogadores foram conduzidos até sua sala de aula para aplicação do pós-teste imediato. A aplicação do pós-teste durou entre 5 e 7 minutos, finalizando quando todos os jogadores entregassem seu questionário. A figura 20 ilustra os dados recolhidos referentes a quantidade de acertos por cada questão no pós-teste aplicado aos jogadores.

Como resultados do pós-teste imediato a fim de verificar a aprendizagem, para a primeira questão houve um total de 22 acertos para o jogo com alta usabilidade e 24 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a segunda questão, houve um total de 24 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e 22 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a terceira questão, houve um total de 22 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e 24 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 4, houve um total de 23 acertos para o jogo com alta usabilidade e, também 23 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 5, houve um total de 22 acertos para o jogo com alta usabilidade e 24 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Finalmente, para a questão número 6, houveram 23

acertos para o jogo com alta usabilidade e 23 acertos para o jogo com baixa usabilidade. A Figura 20 ilustra os valores obtidos no pós-teste imediato.

Figura 20 – Quantidade de acertos por questão no pós-teste imediato

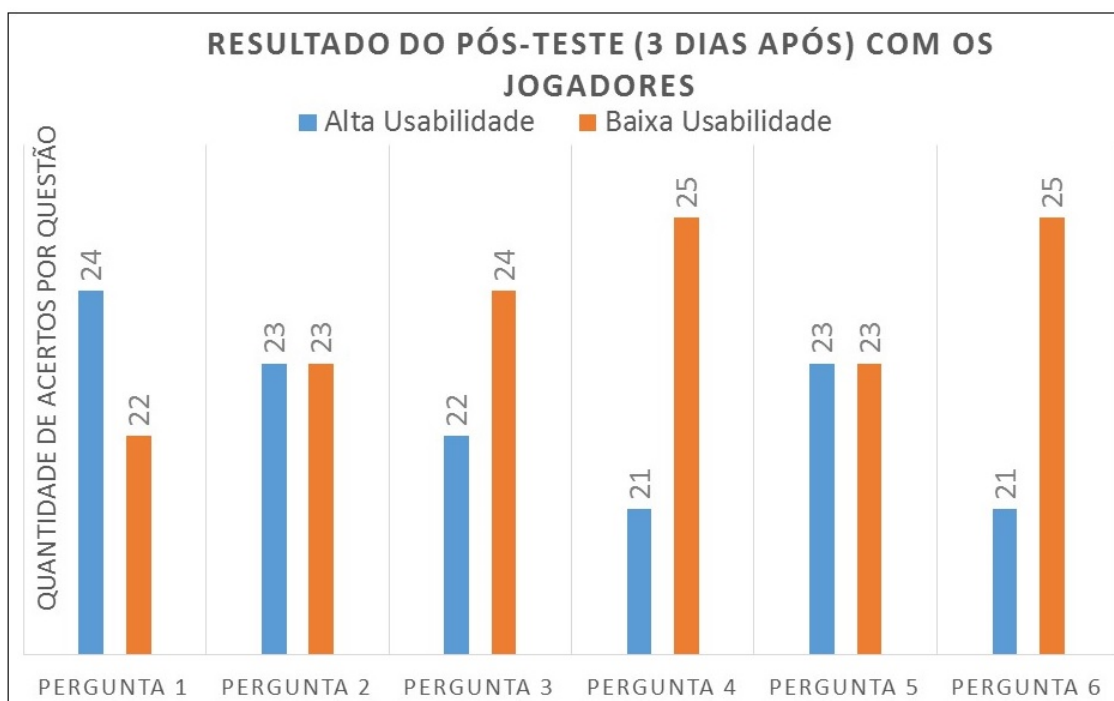


5.6.3 Resultados do pós-teste realizado três dias após

A fim de verificar a aprendizagem, propôs-se outra atividade de pós-teste ocorrendo três dias após os jogadores terem jogado os jogos. A aplicação deste pós-teste durou entre 8 e 11 minutos.

Como resultados do pós-teste realizado três dias depois da sessão de jogo, para a primeira questão houve um total de 24 acertos para o jogo com alta usabilidade e 22 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a segunda questão, houve um total de 23 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e, também 23 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a terceira questão, houve um total de 22 alternativas certas para o jogo com alta usabilidade e 24 alternativas certas para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 4, houve um total de 21 acertos para o jogo com alta usabilidade e 25 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Para a questão número 5, houve um total de 23 acertos para o jogo com alta usabilidade e, também 23 acertos para o jogo com baixa usabilidade. Finalmente, para a questão número 6, houveram 21 acertos para o jogo com alta usabilidade e 25 acertos para o jogo com baixa usabilidade. A Figura 21 ilustra os valores obtidos no pós-teste realizado 3 dias após a sessão de jogo.

Figura 21 – Quantidade de acertos por questão no pós-teste feito três dias após a sessão de jogos



5.6.4 Relação entre valores obtidos

Analisando os valores obtidos nas atividades de pré-teste, pós-teste imediato e pós-teste 3 dias após a sessão de jogo pode-se propôr um cálculo a fim de avaliar uma relação entre os valores obtidos.

Para isso, foi feita uma média com os resultados das questões de cada teste, levando em consideração a questão relacionada a usabilidade, alta ou baixa, em cada jogo. No pré-teste, a média de acertos para quem participou da sessão de jogo com alta usabilidade foi de 20 acertos. Já, para quem participou de sessão de jogo com baixa usabilidade foi de 21 acertos. Como os jogadores ainda não havia tido contato com o jogo nesse ponto da pesquisa, os resultados aqui não foram de forma alguma afetados pelo nível de usabilidade dos jogos

Para o pós-teste imediato, foi calculada a média de acertos com os resultados da questões, também fazendo a distinção de quem participou da sessão de jogo com alta e baixa usabilidade. A média de acertos de quem participou do jogo com alta usabilidade foi de 22,66667. Para quem participou do jogo com baixa usabilidade, o número de acertos teve uma média de 23,33333.

O pós-teste realizado 3 dias após a sessão de jogos, as médias de acertos foram de 22,33333 para os jogadores com o jogo com alta usabilidade e 23,66667 para os jogadores do jogo com baixa usabilidade.

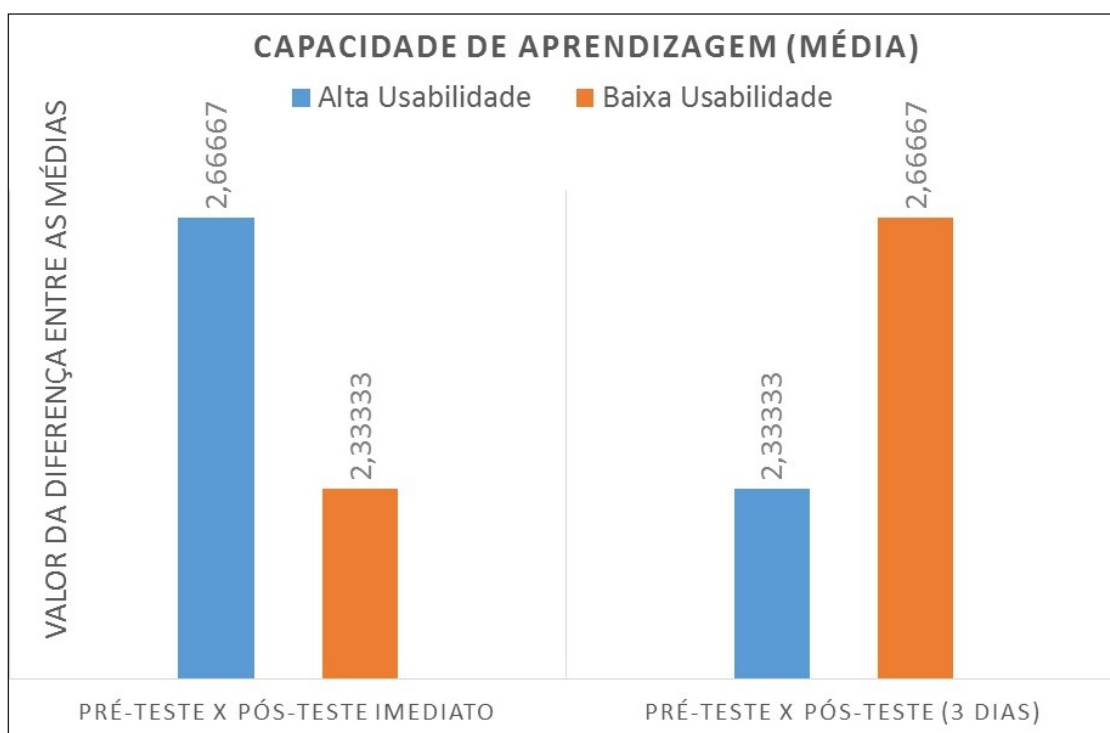
Finalmente, foi feito o cálculo da diferença entre as médias de acertos encontrados nos resultados dos testes com alta e baixa usabilidade. Para tal, selecionou-se o valor da média obtida no jogo com alta usabilidade em pós-teste imediato e subtraído o valor da média obtida no pré-teste. O resultado dessa diferença entre as médias foi de 2,666667. Também foi calculada a diferença envolvendo o pós-teste realizado 3 dias após e o pré-teste. O resultado foi o valor de 2,33333.

Calculada a diferença entre as médias de quem participou dos jogos com baixa usabilidade, seguindo mesma lógica de cálculo apresentada acima, obteve-se os valores: Para a relação pré-teste x pós-teste imediato, de 2,333333 e, para a relação pré-teste x pós-teste 3 dias após, foi de 2,666667.

Analisando os valores das diferenças entre as médias de quem utilizou os jogos com alta e baixa usabilidade, pode-se estabelecer uma relação:

Para os jogadores que utilizaram os jogos com alta usabilidade, valores demonstram que houve maior uma capacidade de aprendizagem na relação pré-teste X pós-teste imediato no valor da diferença entre as médias, que foi de 2,66667. Quando comparado a quem utilizou os jogos com baixa usabilidade, representam o valor de 2,33333. Entretanto, os resultados do pós-teste aplicado três dias após, a diferença entre as médias do jogo com alta usabilidade cai para 2,33333 enquanto as médias do jogo com baixa usabilidade sobem para 2,66667. A Figura 22 ilustra os resultados obtidos.

Figura 22 – Resultado da diferença entre as médias obtidas



Isto significa dizer, que a capacidade de aprendizagem apresentou-se maior do pré ao pós-teste imediato para jogadores que utilizaram o jogo com alta usabilidade. No

entanto, os jogadores que utilizaram o jogo com alta usabilidade também esqueceram mais entre o pré e pós-teste realizado três dias depois.

6 Considerações Finais

Jogos educacionais podem contribuir positivamente no desenvolvimento cognitivo de quem joga. Além de ter a finalidade de promover a aprendizagem sobre determinado conteúdo. Levando como base a definição de [Piaget \(1976\)](#) sobre aprendizagem sendo uma interpretação pessoal e única sendo consolidada através de experiências próprias, sempre existe a possibilidade de que essas experiências serem trabalhadas e consolidadas através da tecnologia, em forma de jogos educacionais digitais.

Outro fator importante, levado em consideração nesta monografia diz respeito à usabilidade que segundo [Bevan \(1995\)](#) é definida como a capacidade de usar um produto para a sua finalidade. No contexto computacional, usabilidade tem uma forte relação com a qualidade do produto, além de estar relacionada propriamente com a Engenharia de Software.

Esta monografia apresentou um estudo sobre a influência da usabilidade de um jogo educativo sobre a aprendizagem dos conteúdos desses jogos. Aplicando pré e pós-testes sobre um grupo de 46 participantes (dos quais 23 jogaram uma versão do jogo com alta usabilidade e 23 jogaram uma versão com baixa usabilidade), não se observou diferença significativa entre os desempenhos dos participantes.

Algumas limitações e potenciais motivos para não encontrarmos uma relação concreta entre usabilidade e aprendizagem nesse contexto, talvez passe quantidade de participantes escolhidos para esta pesquisa ou pelos conteúdos propriamente trabalhos nos jogos, que os participantes acabam tendo acesso por outros meios ou a quantidade de pequena perguntas nos questionários, ou talvez fossem questionários muito simples elaboradas pelas professoras.

Alguns aspectos que podem ser melhorados para obter resultados mais precisos no futuro seriam: o não conhecimento sobre o conteúdo a ser trabalho nos jogos, a diversidade de conteúdos, não focados em um só tema, a quantidade de perguntas nos questionários ou até a complexidade dessas perguntas que podia ser elevada, a fim de testar conhecimentos diversos e uma melhoria no processo de verificação.

Apesar disso, acreditamos que a experiência mostrou-se válida, apresentando uma metodologia para a pesquisa, preparando caminho para novas pesquisas nesse contexto e aprimorando as técnicas para colher melhores resultados no futuro.

Referências

- ABRAN, A.; BOURQUE, P. *SWEBOK: Guide to the software engineering Body of Knowledge*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2014. Citado na página 24.
- ALDRICH, C. Learning by doing. *San Francisco. CA. Pfeiffer*, v. 5, 2005. Citado na página 13.
- AMSTEL, F. v. Afinal, o que é usabilidade. *Usabilidoido. 2005a. Disponível em*, 2005. Citado na página 23.
- AVEDON, E. M.; SUTTON-SMITH, B. *The study of games*. [S.l.]: Wiley New York et al., 1971. Citado na página 16.
- BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. Games and simulations. In: *Society for information technology and teacher education international conference*. [S.l.: s.n.], 2006. Citado na página 17.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. da. *Interação humano-computador*. [S.l.]: Elsevier, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.
- BEVAN, N. Measuring usability as quality of use. *Software Quality Journal*, Springer, v. 4, n. 2, p. 115–130, 1995. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 55.
- CLANTON, C. An interpreted demonstration of computer game design. In: *ACM. CHI 98 Conference Summary on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 1998. p. 1–2. Citado na página 27.
- CLUA, E. W. G.; BITTENCOURT, J. R. Uma nova concepção para a criação de jogos educativos. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE*, 2004. Citado na página 22.
- CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. [S.l.]: Novatec Editora, 2007. Citado 7 vezes nas páginas 13, 14, 27, 36, 38, 39 e 41.
- FEDEROFF, M. A. *Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games*. Tese (Doutorado) — Citeseer, 2002. Citado na página 13.
- GOMES, A. S. et al. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática. In: *WIE 2002 Workshop Brasileiro de Informática Educativa. Florianópolis: SBC*. [S.l.: s.n.], 2002. Citado na página 29.
- HUIZINGA, J.; LUDENS, H. O jogo como elemento da cultura. *São Paulo: Editora USP e*, 1999. Citado na página 16.
- ISO, I. Iec 25010: 2011: Systems and software engineering—systems and software quality requirements and evaluation (square)—system and software quality models. *International Organization for Standardization*, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.

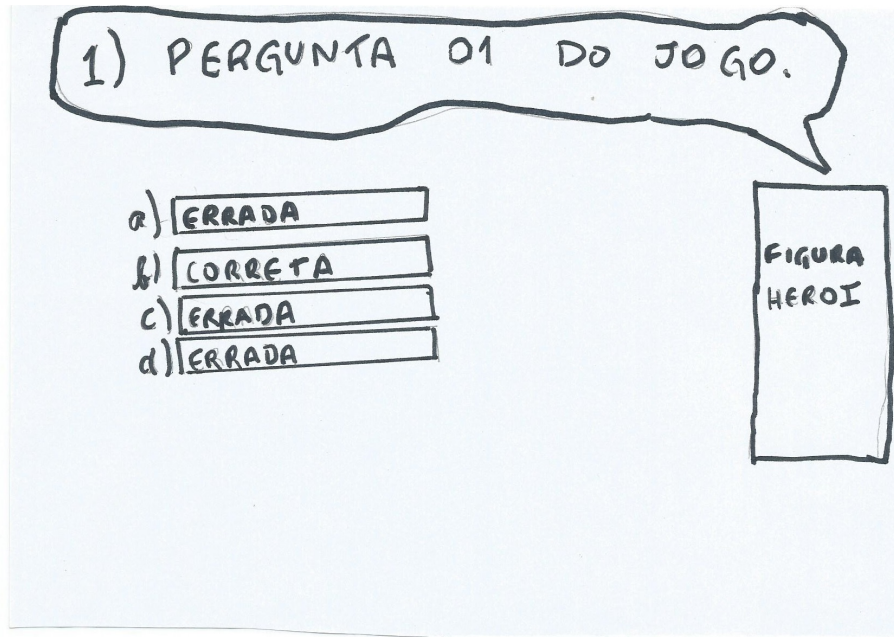
- ISO, W. 9241-11. ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts). *The international organization for standardization*, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- KIERAS, D. User interface design for games. Retrieved from University of Michigan: *www.eecs.umich.edu/~soar/Classes/494/talks/User-interfaces.pdf*, 2006. Citado na página 26.
- KLISCH, Y. et al. The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants. *Journal of science education and technology*, Springer, v. 21, n. 2, p. 295–303, 2012. Citado na página 35.
- KRUG, S. *Don't make me think: Web Usability: Das intuitive Web*. [S.l.]: MITP-Verlags GmbH & Co. KG, 2014. Citado na página 28.
- LAITINEN, S. Do usability expert evaluation and test provide novel and useful data for game development. *Journal of usability studies*, v. 2, n. 1, p. 64–75, 2006. Citado na página 27.
- LEONTIEV, A. N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*, Ícone São Paulo, v. 5, p. 119–142, 1988. Citado na página 22.
- MACFARLANE, S.; SIM, G.; HORTON, M. Assessing usability and fun in educational software. In: ACM. *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children*. [S.l.], 2005. p. 103–109. Citado na página 29.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. são paulo: Atlas, 2003. *Metodologia científica*, v. 5, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 37.
- MILLER, L. M. et al. Learning and motivational impacts of a multimedia science game. *Computers & Education*, Elsevier, v. 57, n. 1, p. 1425–1433, 2011. Citado na página 34.
- NIELSEN, J. Usability inspection methods. In: ACM. *Conference companion on Human factors in computing systems*. [S.l.], 1994. p. 413–414. Citado 6 vezes nas páginas 28, 36, 39, 41, 45 e 47.
- NIELSEN, J. Usability 101: Introduction to usability, 2003. *Último acesso em*, v. 17, 2010. Citado na página 23.
- PETRY, A. Heavy rain ou o que podemos vivenciar com as narrativas dos games. *X Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, 2011. Citado na página 13.
- PIAGET, J. Desenvolvimento e aprendizagem. *Studying teaching*, 1972. Citado na página 29.
- PIAGET, J. *Piaget's theory*. [S.l.]: Springer, 1976. Citado 4 vezes nas páginas 29, 30, 31 e 55.
- PIAGET, J.; DELVAL, J. A. *La epistemología genética*. [S.l.]: A. Redondo, 1970. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 30.

- PRESSMAN, R. S. *Software engineering: a practitioner's approach*. [S.l.]: Palgrave Macmillan, 2005. Citado na página 42.
- RABIN, S. Introdução ao desenvolvimento de games. *São Paulo: Cengage Learning*, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 21.
- ROCHA, A. R.; CAMPOS, G. H. B. d. Avaliação da qualidade de software educacional. *Aberto, ano*, v. 12, p. 32–44, 1993. Citado na página 29.
- ROSEMBERG, C. et al. Prototipação de software e design participativo: uma experiência do atlântico. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2008. p. 312–315. Citado na página 38.
- SARTRE, J.-P.; LAMANA, M. *Lo imaginario: psicología fenomenológica de la imaginación*. [S.l.]: Losada, 2005. Citado na página 22.
- SCAPIN, D. L.; BASTIEN, J. C. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & information technology*, Taylor & Francis, v. 16, n. 4-5, p. 220–231, 1997. Citado na página 40.
- SCHELL, J. A arte de game design: o livro original. *Campus. São Paulo. ISBN: 8535241981*, 2011. Citado na página 16.
- SIM, G.; MACFARLANE, S.; READ, J. All work and no play: Measuring fun, usability, and learning in software for children. *Computers & Education*, Elsevier, v. 46, n. 3, p. 235–248, 2006. Citado na página 29.
- SOMMERVILLE, I. et al. *Engenharia de software*. [S.l.]: Addison Wesley São Paulo, 2003. v. 6. Citado na página 25.
- SOUZA, A. A. de et al. Mundo de euclides: Aplicabilidade de um jogo para o ensino da geometria euclidiana. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.
- SUTCLIFFE, A.; ALRAYES, A. Investigating user experience in second life for collaborative learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 70, n. 7, p. 508–525, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- TAROUCO, L. M. R. et al. Jogos educacionais. *CINTED, UFRGS*, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 26.
- TÜZÜN, H. et al. The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, Elsevier, v. 52, n. 1, p. 68–77, 2009. Citado na página 35.
- WILLIAMS, A. V.; MEYER, E.; PECHANSKY, F. Desenvolvimento de um jogo terapêutico para prevenção da recaída e motivação para mudança em jovens usuários de drogas. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, SciELO Brasil, v. 23, n. 4, p. 407–414, 2007. Citado na página 17.
- XENOS, M.; PAPALOUKAS, S.; KOSTARAS, N. Games' usability and learning—the civilization iv paradigm. In: CITESEER. *Proceedings of the IADIS Game and Entertainment Technologies, Conference (GET 2009), Algarve, Portugal, June*. [S.l.], 2009. p. 17–19. Citado na página 33.

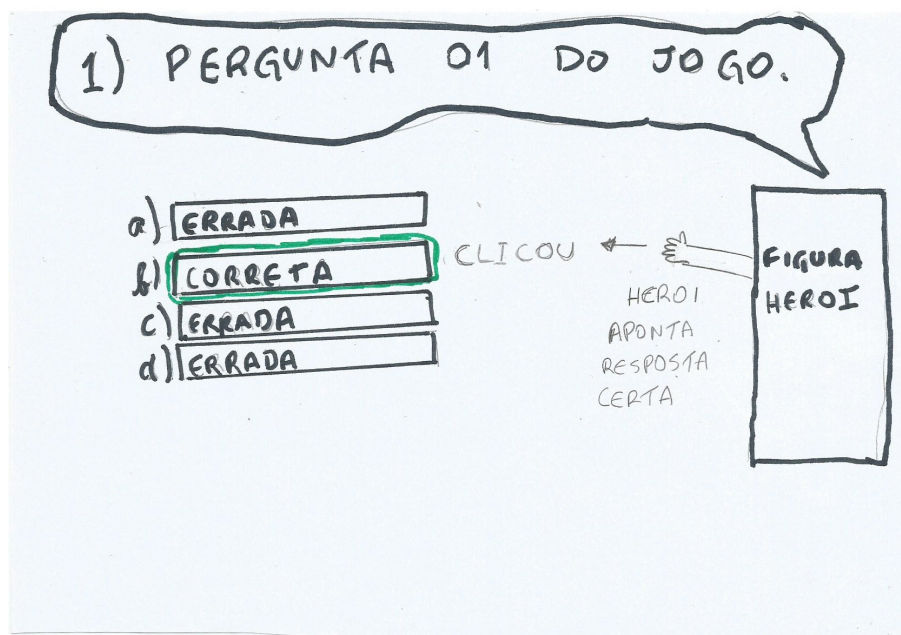
Apêndices

APÊNDICE A – Protótipos de jogo com alta usabilidade

APÊNDICE 1 - Protótipo de tela de pergunta.



APÊNDICE 2 - Protótipo de tela de resposta correta.

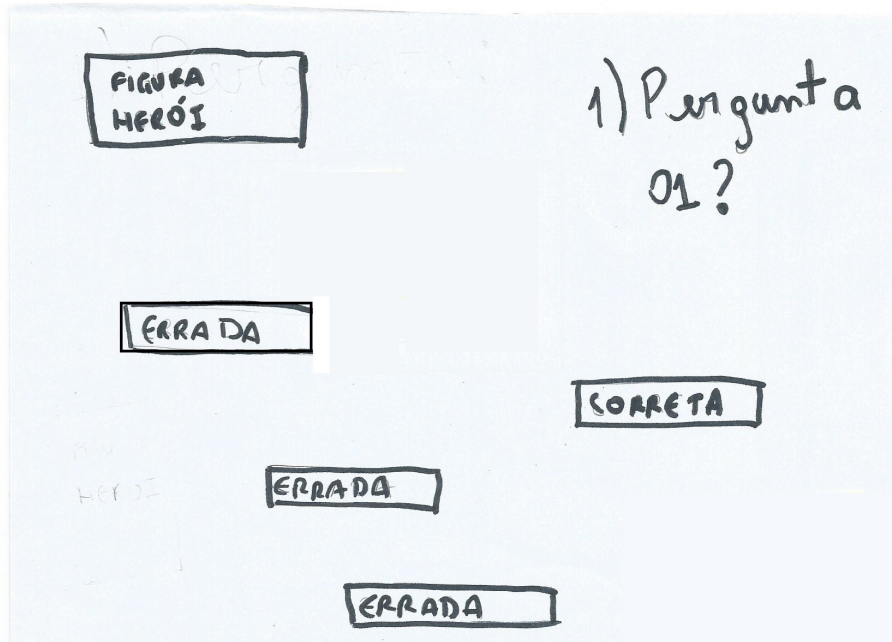


APÊNDICE 3 - Protótipo de tela de resposta incorreta.

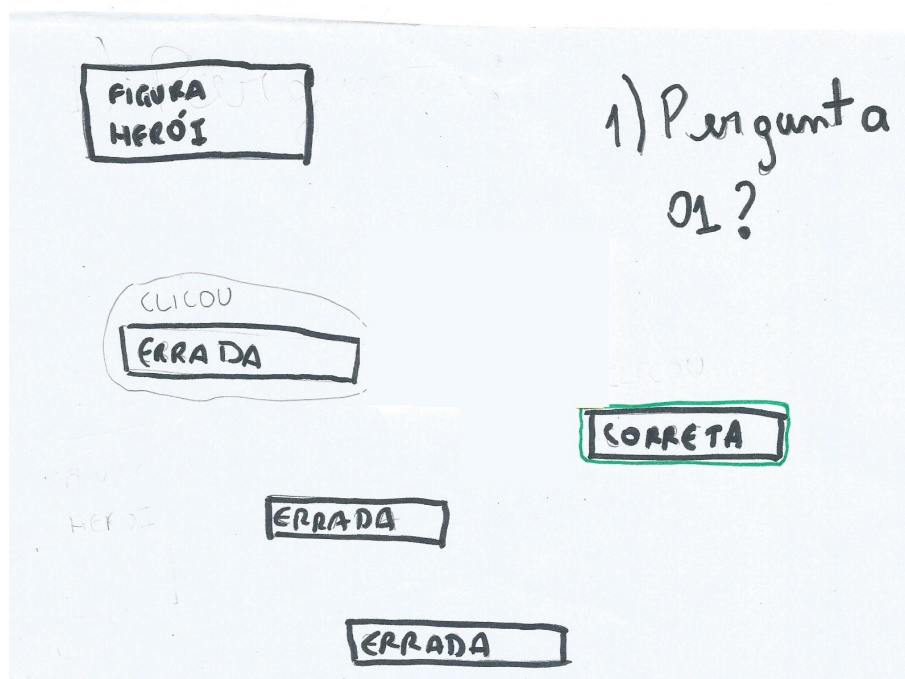


APÊNDICE B – Protótipos de jogo com baixa usabilidade

APÊNDICE 5 - Protótipo de tela de pergunta.



APÊNDICE 6 - Protótipo de tela de resposta correta.



APÊNDICE C – Avaliação Heurística

APÊNDICE 8 - Quadro do resultado da avaliação heurística para protótipo com usabilidade alta.

	3. Tela de pergunta				
	Protótipo Alta Usabilidade				
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1		x		x	
2					
3					
4	x				
5					
6					
7					
8					
9					
10	x	x	x	x	x

APÊNDICE 9 - Quadro do resultado da avaliação heurística para protótipo com usabilidade baixa.

	3. Tela de pergunta				
	Protótipo Baixa Usabilidade				
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1	x	x	x	x	x
2					
3		x	x		
4	x			x	x
5					
6					
7					
8	x				
9					
10	x	x		x	x

APÊNDICE 10 - Quadro do resultado da avaliação heurística para protótipo com alta usabilidade.

APÊNDICE 11 -Quadro do resultado da avaliação heurística para protótipo com baixa usabilidade.

	4. Tela de acerto				
	Protótipo Alta Usabilidade				
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1				x	
2					
3					
4				x	
5					
6					
7					
8					
9					
10			x		x

	4. Tela de acerto				
	Protótipo Baixa Usabilidade				
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5
Heurística					
1				x	x
2					
3					
4	x	x	x	x	x
5					
6					
7					
8					
9					
10	x	x	x	x	x

APÊNDICE D – Capturas de telas dos jogos com alta usabilidade

Figura 23 – Captura de tela inicial



Figura 24 – Captura de tela de contextualização no jogo

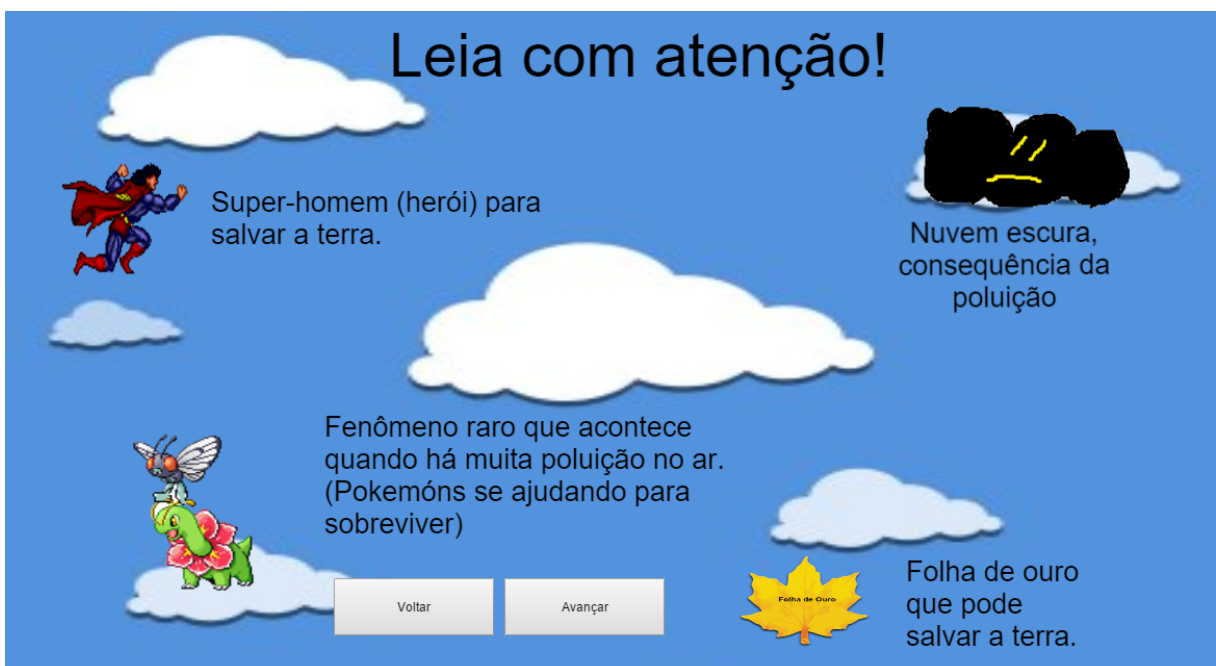


Figura 25 – Captura de tela do jogo poluição do ar com alta usabilidade

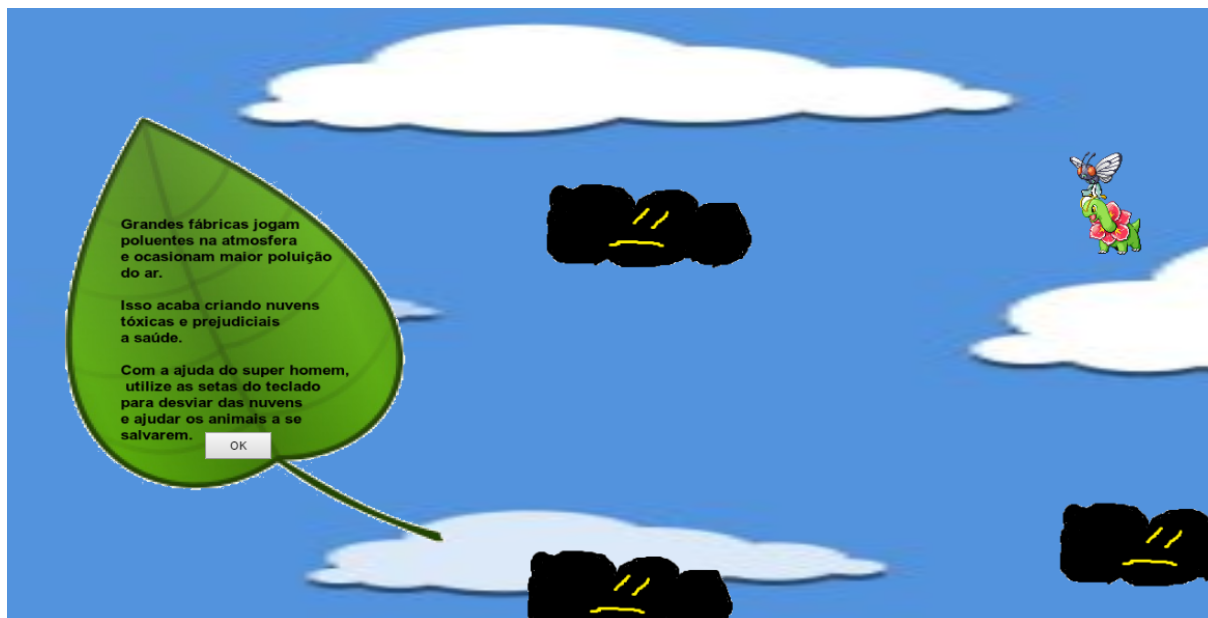


Figura 26 – Captura de tela de pergunta com alta usabilidade

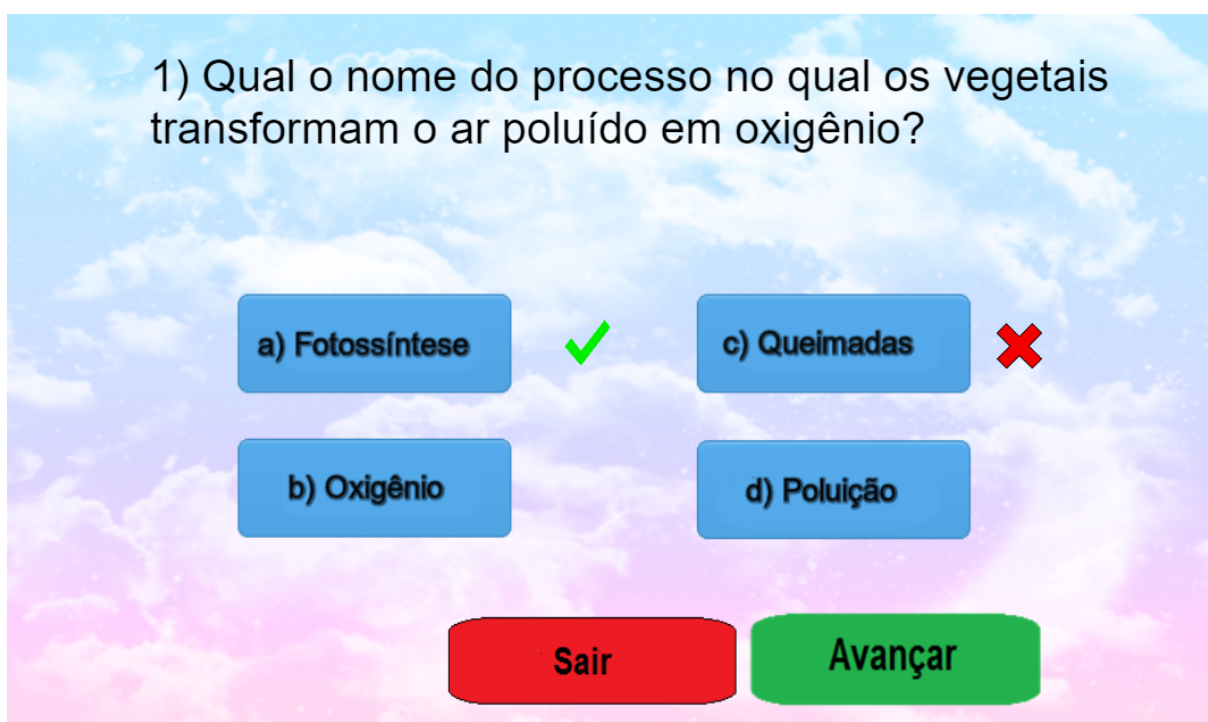


Figura 27 – Captura de tela de jogo poluição da água com alta usabilidade

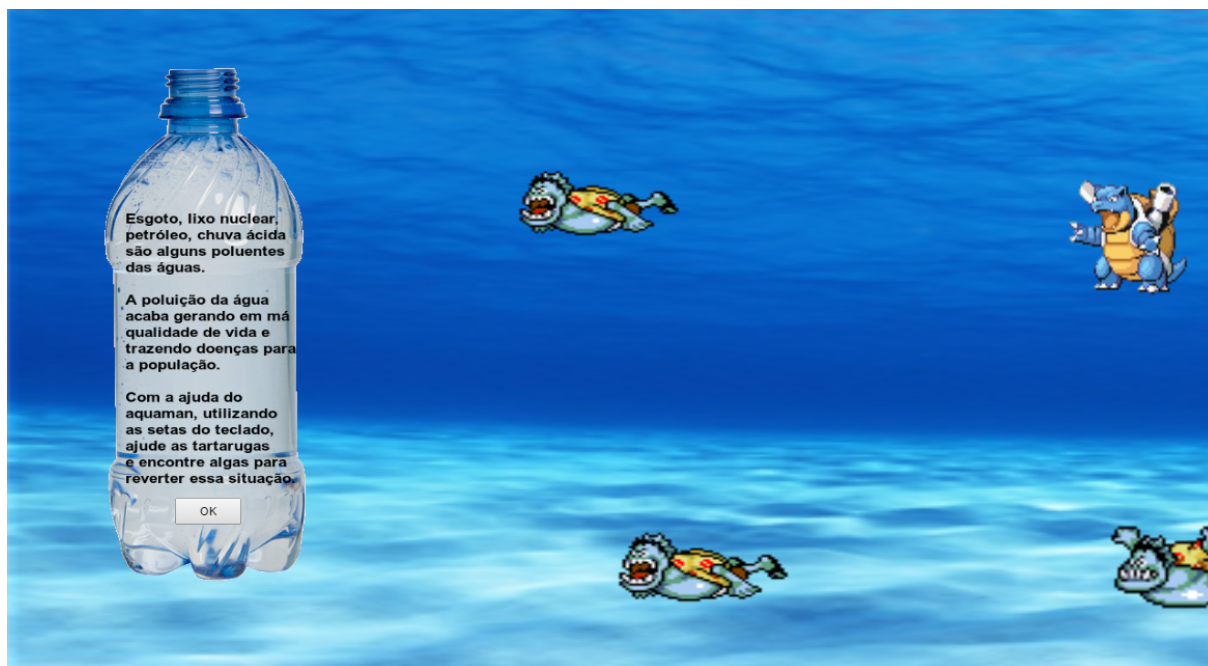


Figura 28 – Captura de tela de pergunta com alta usabilidade



APÊNDICE E – Capturas de telas dos jogos com baixa usabilidade

Figura 29 – Captura de tela inicial



Figura 30 – Captura de tela do jogo poluição do ar com baixa usabilidade



Figura 31 – Captura de tela de pergunta com baixa usabilidade



Figura 32 – Captura de tela do jogo poluição da água com baixa usabilidade

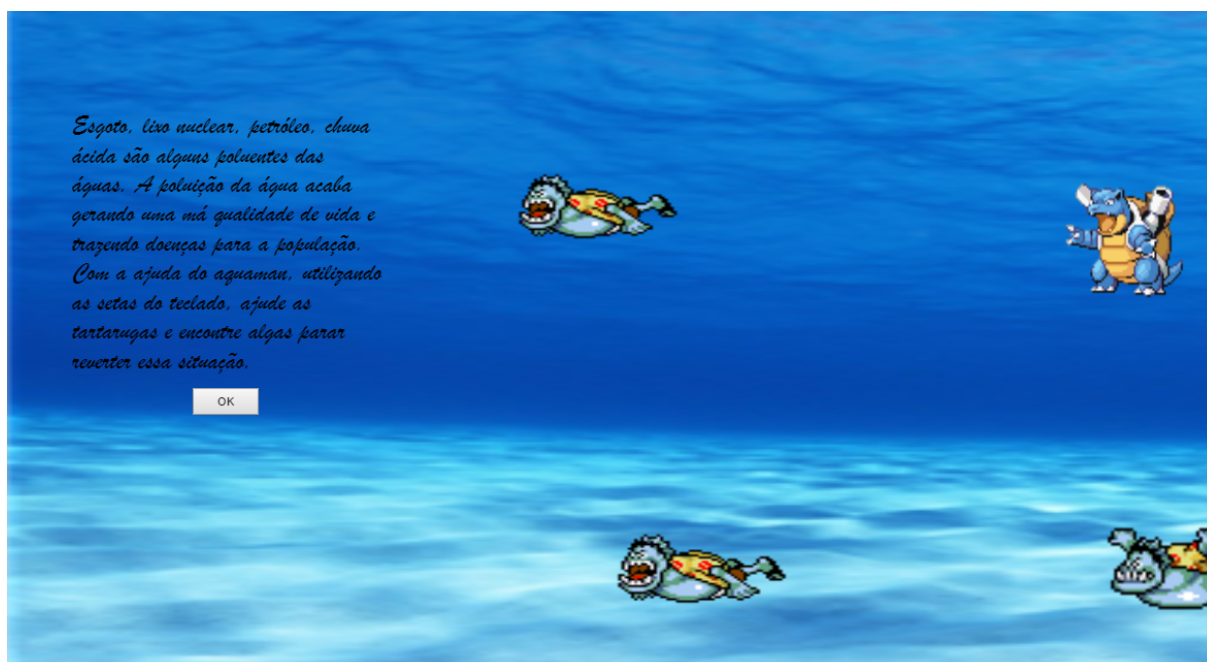


Figura 33 – Captura de tela de pergunta com baixa usabilidade



APÊNDICE F – Modelo de Questionário

Figura 34 – Modelo de questionário utilizado no pré e pós-testes.

Quiz Legal

Nome do Aluno: _____

Escola: _____ Turma: _____ Ano: _____

Marcar a resposta certa:

- 1) **Qual o nome do processo pelo qual os vegetais transformam o ar poluído em oxigênio?**

a) Fotossíntese	c) Queimadas
b) Poluição	d) Oxigênio

- 2) **Como é chamada a camada de ar que envolve a terra?**

a) Fotossíntese	c) Queimadas
b) Hidrosfera	d) Atmosfera

- 3) **A poluição está prejudicando uma importante camada de ar que envolve a Terra e protege contra os raios nocivos do sol. Qual o nome desta camada?**

a) Fotossíntese	c) Camada de Ozônio
b) Poluição	d) Atmosfera

- 4) **Qual o nome da água própria para consumo?**

a) Cristal	c) Salobra
b) Potável	d) Inquinada

- 5) **A poluição está ocasionando o descongelamento das geleiras glaciais, devido as variações térmicas. Neste caso, a água passa do estado sólido para o estado...**

a) Cristal	c) Salobra
b) Oxigênio	d) Líquido

- 6) **Qual o principal poluente das águas atualmente?**

a) Lixo Tóxico	c) Queimadas
b) Hidrosfera	d) Atmosfera