

Influência do jogo digital no ensino de ecologia

Carolline Pereira Costa¹

Mylena Cristina Moratta²

Paulo Alexandre Bressan³

Carolline Pereira Costa, Universidade Federal de Alfenas, Brasil¹

Mylena Cristina Moratta, Universidade Federal de Alfenas, Brasil²

Paulo Alexandre Bressan, Universidade Federal de Alfenas, Brasil³

RESUMO

Com o crescente desenvolvimento das tecnologias móveis e sua agregação ao ensino, este trabalho descreve as mudanças propostas e melhorias de um jogo digital chamado Rectibus, que visa ensinar a ecologia e o ciclo de vida das espécies em extinção da fauna brasileira, a fim de atuar no auxílio de professores de alunos do ensino fundamental I, com faixa etária de 6 a 10 anos. Ao final do artigo, são apresentados resultados de um estudo sobre sua usabilidade, visando uma avaliação da interface e da intuitividade do jogo e um teste de aplicabilidade com o público-alvo, que obteve bons resultados.

Palavras-chave: Ecologia, jogos digitais, ensino, espécies em extinção, usabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de computação móveis vêm se tornando um campo cada vez mais ajustado e presente no cenário atual, e tende a se tornar o paradigma de computação dominante, aparecendo com funções cada vez mais diversificadas [20]. Na educação, o uso de tecnologias criou um conceito denominado *Mobile Learning* ou *m-Learning*. O jogo tem o significado de diversão, impulsionando um ambiente motivador e enriquecido, agindo como facilitador na compreensão de diversos conteúdos pedagógicos [1]. Já os jogos digitais, que surgiram logo depois do conceito de *m-Learning*, podem ser definidos como uma atividade formada por um conjunto de ações e decisões por parte do usuário, resultando, assim, numa condição final, tudo isso de maneira divertida e prazerosa, onde essas ações e decisões são limitadas por regras e por um universo, regidos por um programa de computador. Esse universo contextualiza as ações e decisões do jogador, fornecendo a ele um ambiente adequado à narrativa do jogo, enquanto que as regras definem o que é ou não permitido, bem como as consequências das ações e decisões tomadas pelo jogador [19]. A aprendizagem móvel possibilita ao usuário a capacidade de aprender a qualquer hora e em qualquer lugar. Seduzidos pelos jogos digitais, jovens e adolescentes costumam passar longos períodos dedicados aos desafios e fantasias proporcionados por estas tecnologias, deixando de realizar tarefas diárias importantes, como o estudo, por exemplo. Tal atitude se dá ao fato de que os jogos digitais estão se tornando cada vez mais chamativos e interativos, propondo ao usuário desafios que fazem com que seja necessário uma maior atenção e desenvolvimento de habilidades, para assim resolvê-los [26]. Um jogo educativo será capaz de proporcionar aos alunos um nível de atenção maior, e ao mesmo tempo motivá-los por meio de atividades de competição e cooperação, desde que incluam regras bem definidas [5].

O ensino de Ciências Naturais na educação é de grande importância pois tem a capacidade de construir a relação

homem/natureza, proporcionando uma maior conscientização social. Tal ensino se tornou obrigatório em 1971, sob a Lei nº 5.692, sendo aplicadas da primeira série até a oitava. Sendo adquirido um maior conhecimento sobre a natureza, o mesmo permite ao aluno assumir opiniões a respeito de questões como desmatamento e outras questões polêmicas [3].

Segundo Hong et. al [15], a partir do desenvolvimento da área de tecnologia da informação, a metodologia de ensino de ecologia se faz necessária para incorporar continuamente novos conceitos.

Fazer uso de um software como ferramenta educacional com o objetivo de conscientização ambiental, será capaz de fazer com que o aluno observe em um ambiente virtual as consequências dos seus atos contra a natureza e, sendo assim, também será capaz de perceber determinadas atitudes que evitariam a degradação do meio ambiente. Fazer uso de jogos voltados para a educação ambiental permitirá uma maior conscientização sobre o assunto por parte da população, além do entretenimento que esses jogos podem oferecer [5].

Diante desses fatos, o projeto denominado Rectibus [21], tem o objetivo de unir o estudo à diversão, abordando o tema de ecologia. O mesmo consiste em um jogo digital para dispositivos móveis, e tem por finalidade o auxílio de educadores no ensino de ecologia, com o principal objetivo de conscientizar os alunos sobre a preservação de espécies em extinção da fauna brasileira, tal como conhecer seu ciclo de vida, de forma prazerosa e ao mesmo tempo lúdica.

O artigo apresenta um teste de usabilidade, com a finalidade de observar a qualidade da interface e a intuitividade do jogo. Também é apresentado os resultados de um teste de aplicabilidade, realizado em duas escolas públicas do município de Alfenas, que obteve bons resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Jogos são extremamente úteis para adquirir conhecimento e aprender estratégias, desenvolvendo o aprendizado que é próprio da cultura da sociedade da informação, sendo essa aprendizagem uma consequência do impacto a longo prazo [12].

Os jogos educativos são capazes de facilitar o processo de ensino-aprendizagem e, ao mesmo tempo, serem prazerosos, desafiadores e interessantes. Sendo assim, o jogo pode ser um excelente recurso didático e até mesmo uma estratégia de ensino, tornando-se um instrumento de alta riqueza para a construção do conhecimento [13].

Esses são alguns dos benefícios que os jogos digitais podem oferecer: efeito motivador, facilitador de aprendizado, desenvolvimento de habilidades cognitivas, aprendizado por descoberta, experiência de novas identidades, socialização e coordenação motora [26]. Apesar dos vários benefícios já citados,

os jogos digitais educacionais ainda encontram muitos problemas e desafios. Por exemplo, podem ser construídos jogos com alto poder atrativo, porém com falhas em relação aos objetivos de aprendizagem, ou mesmo o contrário, a construção de jogos com alto valor de aprendizagem, mas que não despertam interesse por parte do jogador. Como apontado por Budiú e Jakob [4], os jogos educacionais devem atender a requisitos pedagógicos, ao mesmo tempo em que é necessário um certo cuidado para que o jogo não se torne apenas um produto didatizado, fazendo-o perder sua natureza prazerosa e espontânea.

Segundo Schutz e Pekrun [28], a presença dessas tecnologias digitais nas salas de aula permite ao aluno vivenciar em tempo integral o conteúdo abordado, porém há limitações para esse uso que se deve a pouca disponibilidade de recursos eletrônicos e o acesso à internet, tanto dentro quanto fora das escolas. Além disso, é necessário que haja uma formação por parte do docente, para que o mesmo esteja preparado para as diversidades no ensino.

Com relação ao ensino de ciências, essa mudança de apresentação do conteúdo tende a oferecer ao aluno uma visão questionável a respeito do que está sendo abordado, proporcionando um maior diálogo entre alunos e professores.

Schutz e Pekrun [28] apontam que, em áreas educacionais, as emoções relacionadas à realização da satisfação em aprendizagem são altamente relevantes para a motivação do aluno, bem como seu desempenho, saúde e formação de sua identidade. São elas: esperança, orgulho, raiva, ansiedade, vergonha, desesperança e tédio.

A emoção tem o papel de transformar a experiência de aprendizagem, considerando o aprender como uma forma de transformar o conhecimento passado em uma realidade de objetos concretos e reais. Sendo assim, o componente emocional tem o poder de influenciar na seleção do que será ou não aprendido e armazenado, avaliando a experiência como boa, má, agradável, desagradável, importante ou pouco importante [30]. As emoções têm seu papel na motivação do usuário em jogos digitais, e é responsável pela decisão de continuar ou não no jogo, o que acarreta o sucesso desses jogos por estimularem sentimentos como felicidade e diversão dos usuários [24].

A incorporação da educação ambiental na área educacional tornou-se uma questão chave. Acredita-se que a educação aplicada à era digital pode ajudar a sociedade a superar o desafio da alienação da natureza, um dos desafios fundamentais para a educação ambiental [6].

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O jogo Caminhos da Ecologia [12] possui como principal objetivo propor métodos alternativos para auxiliar o professor no processo de ensino aos alunos no tema ecologia. O jogo é composto por 1 tabuleiro, 4 pinos e 1 dado, 30 cartas de curiosidades e 25 cartas de perguntas e pode ser reproduzido por qualquer tipo de material que estiver ao alcance do professor. As cartas de curiosidades envolvem assuntos do tipo cadeias e teias alimentares e também a relação entre os seres vivos e servem para ajudar na memorização do conteúdo. Ao passar por uma casa de perguntas, o jogador deve retirar uma carta do monte e respondê-la e o mesmo só pode avançar as casas caso acerte a pergunta, tornando assim, o jogo desafiador. O Rectibus [21], também possui como principal objetivo o ensino de ecologia, mas em plataformas digitais.

No modo de ensino tradicional de matérias teóricas, os alunos acabam sentindo que o mesmo é entediante. Para conseguir atrair

os alunos por inteiro, foi produzido um material didático de ensino da CAI (projeto de ensino de ecologia) [14], promovendo uma transformação orientada para multimídia para o ensino através de uma ferramenta moderna de informação. É uma abordagem para que os alunos do programa de formação de professores melhorem rapidamente suas habilidades de ensino. Comparado à sala de aula tradicional, o laboratório para ensino de ecologia digitalizada possui grandes vantagens em relação à método e técnica de ensino. Além de permitir treinar as habilidades em termos de teoria de ensino, o laboratório digitalizado melhora a capacidade de ensino experimental dos alunos. Dessa maneira, o Rectibus [21], também busca promover uma transformação orientada para multimedia, com o intuito de também melhorar a capacidade de ensino experimental dos alunos.

Phylogenesis [23] é um jogo para desktop com o objetivo de transmitir conceitos de biologia e evolução das espécies, onde o foco principal está na representação dos eventos determinantes para o processo de mudanças em um grupo que caracterizam uma nova espécie e também a transformação dos animais ao longo do tempo. Na maior parte do tempo o personagem principal é o predador, mostrando ao jogador como as características dos animais podem influenciar no processo de seleção natural. O jogo contém gráficos 2D e se assemelha ao clássico Mário, juntamente com o desenvolvimento de raciocínio. O jogo foi desenvolvido na linguagem C# e foi utilizado o software *Unity3D*, devido a agilidade fornecida pelo mesmo e ao grande número de material de apoio que pode ser encontrado em vários lugares. Assim como esse jogo, o Rectibus [21] também busca transmitir conceitos de biologia e evolução das espécies, com o diferencial de mostrar aos alunos o risco de extinção dos animais da fauna brasileira.

Foi desenvolvido um programa denominado Open Spaces as Learning Places [8], onde o estudo foi focado no conhecimento ecológico de crianças do ensino fundamental e na conscientização sobre a forma e características do seu ambiente local. O programa é baseado em vizinhança e oferecido a alunos de terceira à quinta série. O principal objetivo do programa é fazer com que os alunos tenham a plena consciência dos processos e padrões ecológicos de seus bairros e entendam que eles são parte importante desse ecossistema, começando próximo à escola e expandindo-se para a escala da bacia hidrográfica [7]. Para avaliação, foi aplicado um questionário oral de 10 itens, que tinha a finalidade de medir os níveis de conhecimento ambiental dos alunos antes e depois de realizarem as atividades do programa. Os resultados obtidos foram que maior parte das crianças melhoraram o nível de aprendizado. Para o jogo Rectibus [21] também foram utilizados questionários para avaliar o quanto de ganho de conhecimento as crianças obtiveram, revelando, assim, que as crianças conseguiram relacionar o assunto do jogo com o conteúdo visto em sala de aula.

O objetivo dos esforços baseados na educação ambiental voltados para crianças, é a busca pela mudança da relação delas com a natureza [7]. Garriss et. al [10] sugerem que as características do jogo e seu conteúdo devem ser incorporados através da técnica *Digital Game-Based Learning*¹ (DGBL), que nada mais é que a aplicação de jogos digitais em propostas de ensino-aprendizagem, para que seja possível o envolvimento dos alunos no jogo e a realização de variados objetivos de aprendizagem. Partindo desse princípio, foi realizado um estudo aplicando a DGBL [2] à educação ambiental para descobrir o grau de aceitação de 32 crianças do 4º ano do ensino fundamental, em um período de sete semanas. O conteúdo do sistema DGBL foi adotado a partir dos indicadores de educação ambiental e divulgados pelo Ministério da

¹*Digital Game-Based Learning*: aprendizagem baseada em jogos digitais

Educação. Logo após o experimento, foi realizada uma pesquisa e, de acordo com os resultados obtidos chegou-se à conclusão de que a aprendizagem através do sistema DGBL foi mais eficaz, se comparada às outras atividades.

Calangos [29] é um jogo desenvolvido para ensino de preservação de uma espécie, no caso os calangos, que são lagartos que vivem nas dunas do rio São Francisco. O objetivo do jogo é fazer com que o jogador/aluno vivencie a experiência de como é a vida dessa espécie em seu habitat natural, no qual são reproduzidos clima, temperatura, condições do solo, entre outros aspectos naturais, fazendo-se necessário que o jogador/aluno garanta a sobrevivência, o desenvolvimento e reprodução da espécie. O jogo é desenvolvido com base na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel [29]. O jogo constitui-se de quatro fases, fazendo com o que o jogador/aluno aprenda desde a sobrevivência e reprodução da espécie, até conceitos como fenótipos, genótipos, extinção da espécie, entre outros. Para começar o jogo é necessário que o jogador escolha qual bioma usará para fazer o reflorestamento, para que assim, sejam usadas as técnicas adequadas em relação ao tipo de solo, exposição da luz e quantidade de água, por exemplo. O jogo simula a passagem do tempo e as alterações feitas na área, baseados nas decisões que foram tomadas pelo jogador, dando um *feedback* de suas ações.

Baseado na descrição dos jogos citados anteriormente, foi criado o jogo Rectibus [21], que é um jogo para o ensino de ecologia e preservação de espécies em extinção da fauna brasileira: mico leão dourado e arara azul.

4 DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, o Rectibus [21] era compost apenas por um animal: o mico leão dourado, onde o jogador tinha as opções de alimentá-lo, fazer a limpeza, procriar e lutar contra seus inimigos.

Para o Rectibus [21] foram propostas melhorias e adaptações dentro do jogo, afim de proporcionar uma melhor jogabilidade e maior agregação do assunto abordado para o usuário. A seguir será definido o que foi mantido e quais foram as mudanças realizadas no jogo.

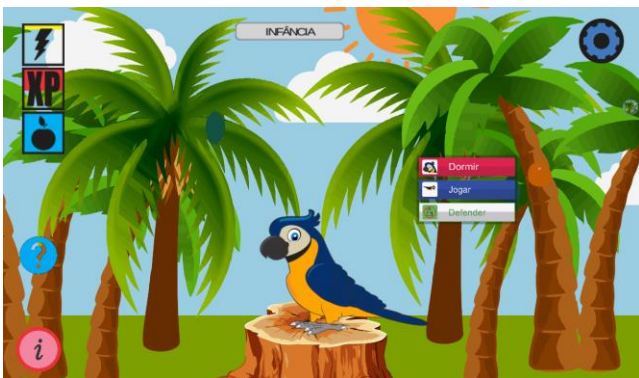


Figura 1: tela principal do jogo

O jogo atende 6 dos 13 princípios de Gee [11] de bons videogames como máquinas para aprendizado. São eles:

1. **Co-design:** uma boa aprendizagem requer que os alunos se sintam como agentes ativos e não apenas receptores passivos. Ou seja, o jogador faz algo e o jogo dá um retorno, incentivando o jogador a agir novamente. No

Rectibus, quando o jogador coloca a personagem arara para simular o voo, ela fica com fome, ou seja, o jogador precisa agir novamente.

2. **Manipulação e Conhecimento Distribuído:** jogos de computador e videogames envolvem inerentemente a ação a uma distância, mesmo que virtual. Quanto mais o jogador puder manipular um personagem, mais o jogador investe no mundo do jogo. Bons jogos oferecem personagens que o jogador pode mover de forma eficaz e fácil pelo mundo. Além dos personagens, bons jogos oferecem ao jogador uma fácil manipulação dos objetos do mundo, objetos que se tornam ferramentas para realizar os objetivos do jogador, como por exemplo quando o jogador nota que o personagem necessita de alguma ação para completar o jogo.
3. **Princípio Agradavelmente Frustrante:** segundo o autor, a aprendizagem funciona melhor quando novos desafios são agradavelmente frustrantes. Bons jogos ajustam os desafios e dão feedback de forma que jogadores diferentes acham que o jogo é desafiador, mas factível, e que seu esforço está valendo a pena. Os jogadores recebem feedback que indica se eles estão no caminho certo para o sucesso mais tarde e no final do jogo. O Rectibus oferece ao jogador um feedback quando ele alimenta o personagem, por exemplo, indicando que a caixa de saciedade está ficando cheia. O mesmo ocorre com a energia e a experiência.
4. **Informações “On Demand” e “Just in Time”:** nesse princípio, os jogadores não precisam ler um manual para jogar, mas podem usar o manual como referência depois de terem jogado um pouco. O Rectibus oferece uma boa jogabilidade, além de contar com um pequeno tutorial sobre o significado das ações dentro do jogo, o que se encaixa nesse princípio.
5. **Sandboxes:** usando o termo metaforicamente, os sandboxes são bons para aprender: se o jogador é colocado numa situação que parece real, mas com riscos e perigos muito atenuados, eles podem aprender bem e ainda sentir uma sensação de autenticidade e realização. O Rectibus oferece um cenário o mais próximo possível do mundo real, como o habitat do personagem e sua alimentação, além de abordar como tema principal o risco de extinção do animal da fauna brasileira.
6. **Pensamento do Sistema:** bons jogos ajudam os jogadores a ver e entender como cada um dos elementos do jogo se encaixa no sistema geral do jogo e em seu gênero. Os jogadores percebem as "regras do jogo", ou seja, o que funciona e o que não funciona, como as coisas vão ou não nesse tipo de mundo. No Rectibus, é possível que o jogador assimile as regras do jogo com as regras de sobrevivência dos animais, como por exemplo, a necessidade de se alimentar, a necessidade de fugir do caçador e a simulação de voo do personagem.

4.1 Materiais e métodos

Para a produção das melhorias do projeto Rectibus [21] foi utilizado o ambiente 2D de desenvolvimento *Unity*², uma ferramenta digital que consiste no auxílio e aperfeiçoamento de criação de jogos. A escolha da ferramenta se deu pelo fato da mesma conter uma portabilidade simplificada, ou seja, ela permite a criação de jogos que rodem em várias plataformas de uma vez,

² <https://unity3d.com/pt>

além do fato de que a ferramenta é capaz de oferecer diversos recursos, como texturas e áudios, por exemplo. A linguagem de programação utilizada para todos os *scripts* dentro da ferramenta *Unity* foi o *C#*, que é uma linguagem orientada a objetos. Para a criação e edição de imagens utilizadas dentro do jogo, foi utilizado o *CorelDRAW*, uma ferramenta de design gráfico. Para execução e exportação do projeto para a plataforma operacional *Android* foi feita a utilização de *SDK's*³.

4.2 Personagens

O jogo já possuía um personagem, o mico-leão-dourado. Foi criado um novo personagem, a arara azul. Este personagem foi escolhido para criação e agregação do jogo por manter o intuito original, que é tratar de animais em extinção da fauna brasileira. Dessa maneira, é dada ao usuário uma melhor liberdade para escolha de qual personagem deseja jogar e assim conhecê-lo melhor.



Figura 2: Personagens do jogo: Mico e Arara

4.3 Variáveis de controle

O jogo é composto por três variáveis para controle do personagem, sendo elas: energia, experiência e saciedade. Essas variáveis foram colocadas fixas na tela para facilitar que o jogador acompanhe suas alterações de acordo com as ações do personagem. Outra alteração com relação à essas variáveis foi a criação de *slider*⁴ de controle. Esses *sliders* dão ao usuário a liberdade de escolher em que velocidade essas variáveis serão preenchidas, podendo ser mais rápidas ou mais lentas. Cada variável possui seu *slider* de controle com seus valores para adequação. Para a energia, a saciedade e a experiência, o *slider* possui um valor máximo e um valor mínimo.

Toda ação que o personagem pratica tem um custo para a variável de energia, ou seja, ao realizar alguma ação com o personagem, a caixa da energia é esvaziada ou preenchida; colocar o animal para dormir por exemplo, faz com o que ele recupere energia. A variável de experiência controla a fase do personagem, sendo definidas em filhote, criança e adulto. As ações que o personagem pratica afeta a caixa da experiência de forma positiva, sendo ela então preenchida, pois as ações são tidas como forma de aprendizagem para o personagem. A variável de saciedade está relacionada com a alimentação do personagem, ou seja, se a caixa de saciedade está vazia ou não totalmente preenchida quer dizer que ele precisa ser alimentado. Se a caixa está cheia quer dizer que ele está saciado. Quando o nível da caixa de saciedade está muito baixo, ele perde energia mais rápido.

Além dessas variáveis, é também possível controlar através de um *slider* o tempo (em segundos) que será alternado dentro do jogo o período do “dia” e da “noite”. Esse *slider* varia de 5 (tempo mínimo e fixo) a 20 (tempo máximo) e podem ser acessados através do botão de configuração (simbolizado por uma engrenagem) no canto superior direito da tela do jogo.



Figura 3: Variáveis de energia, experiência e saciedade

4.4 Funcionalidades

O jogo é composto por seis funções (ou atividades) do personagem. São elas: alimentação, higienização, descanso, diversão, combate (mico)/defesa (arara azul) e procriação. A seguir, serão descritas cada uma das funções mais detalhadamente.

- Alimentação

A alimentação do mico, foi baseada no fato dele ser um animal frugívoro, ou seja, se alimenta de frutas. As frutas escolhidas fazem parte da mata atlântica, permitindo ao usuário o conhecimento de frutas dessa vegetação, que foram elas: guabiroba, uvaia, cambuci e aracá.

Araras-azuis são um dos psitacídeos mais especializados na alimentação constituída basicamente de sementes de palmeiras, que elas conseguem quebrar facilmente com a potência do seu bico. A região escolhida para representar seu habitat foi a pantaneira, onde ela alimenta-se das frutas acuri e bocaiúva.

As frutas ficam espalhadas pelas árvores do ambiente. Para alimentar o personagem, basta arrastar a fruta até sua boca/bico. O personagem só comerá se não estiver saciado. O aparecimento das frutas é aleatório, ficando em alguns momentos sem aparecer nenhuma fruta, simulando a escassez de comida no ambiente. A alimentação do personagem faz com que as caixas de energia, experiência e saciedade sejam preenchidas.

- Higienização

A função de higienização é igual para ambos os personagens. Essa função não gera benefícios ao personagem, porém quando ele está sujo não é possível realizar nenhuma outra ação com o personagem, fazendo também com que perca energia. Para limpá-lo, basta tocar no personagem, fazendo com que apareça a opção “Limpar”.

- Descanso

A função de descanso também é igual para os dois personagens. O usuário pode colocar o personagem para dormir em todas as fases e a qualquer momento, a não ser que o personagem esteja sujo. Para colocá-lo para dormir, basta clicar no personagem, onde aparecerá o botão “dormir” e para acordá-lo, o usuário deverá clicar no personagem novamente e terá o botão “acordar”. Essa função faz com que a caixa da variável de energia seja preenchida e enquanto o personagem dorme, nenhuma outra ação poderá ser executada.

- Diversão

A atividade de diversão disponível para o mico é uma corrida, onde o personagem deve pular troncos aleatórios que vão surgindo pelo caminho. Esse jogo foi simulado pelo fato de os micos-leões-dourados ficarem “brincando” por entre as árvores. Já para a arara,

³ <https://developer.android.com/studio/>

⁴ *Slider*: controle deslizante

a atividade de diversão disponível é um jogo baseado no *Flappy Bird*, onde o objetivo da arara é desviar de troncos que vão surgindo à sua frente, simulando o aprendizado de voo da personagem.

A atividade de cada personagem está disponível na fase filhote (primeira fase) para que o personagem possa adquirir experiência. Cada vez que o personagem se diverte, ele ganha experiência e perde energia e saciedade. Basta tocar no personagem, onde aparecerá o botão “correr” para o mico e “jogar” para a arara.

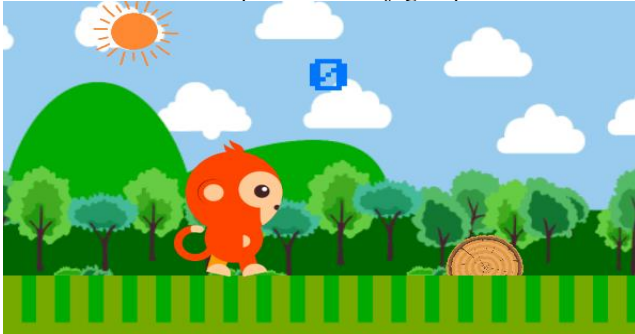


Figura 4: Jogo de diversão do Mico



Figura 5: Jogo de diversão da Arara

- Combate e defesa

O personagem do mico pode entrar em combate. Esse combate é para que ele possa defender-se de outros micos ou predadores. Nesse caso, aparecerá outros animais (coruja, jaguatirica ou outro mico) na tela e o usuário deverá tocar no personagem, onde no menu de funções aparecerá a opção de “defender”. Outra forma de combate é o ataque, que o mico utiliza para defender-se de outros micos ou proteger seu bando. Para atacar, o usuário deverá clicar no personagem onde aparecerá a opção “atacar”. Quando acionada a função de defesa ou ataque, o usuário é levado para uma tela de combate onde este é controlado por rodadas, onde o melhor de cinco vence. Para ganhar o jogo, o jogador deverá tocar no oponente depois que a palavra “atacar” aparecer na tela. Quando todas as pedras do placar forem preenchidas, seja a do oponente ou do personagem, é declarado o vencedor.

Para o personagem da arara é disponível apenas a função de defesa, onde ela se defende do seu maior predador, o homem. No fundo da tela aparecerá a imagem de um caçador com uma gaiola, dando ao usuário a opção de defesa. Para defender-se basta tocar no personagem e clicar no botão “defender”. Quando acionada a função, o usuário é levado ao jogo baseado no *Pac Man*, onde a arara percorrerá um labirinto consumindo “pontinhos” e fugindo de gaiolas. Se a arara encostar em alguma gaiola o jogo é encerrado e é tido que arara foi pega pelo caçador. Se a arara consumir todos os

“pontinhos” sem encostar em nenhuma gaiola, é tido que o personagem venceu o jogo e conseguiu defender-se do caçador.

- Procriação

A função de procriação só é possível na fase adulta. Essa procriação dá-se pelos toques em um botão medidor com formato de coração que estará no meio da tela, entre os personagens macho e fêmea. Quando o medidor se encher totalmente, um coração menor é carregado. Após todos os corações menores estarem carregados a procriação está concluída.



Figura 6: Tela de procriação do personagem Arara

4.5 Fases da vida

O jogo é composto por 3 fases da vida do personagem e é indicada na parte superior da tela. A seguir são descritas cada uma dessas fases e quais funções estão disponíveis em cada uma delas.

- Filhote: A fase filhote é a primeira fase do jogo e as funções ativas são a de alimentação, higienização, descanso e diversão. Quando a caixa da variável de experiência é preenchida totalmente, o personagem passa de filhote para “criança”.
- Infância: A fase de infância é a segunda fase do jogo e possui todas as funções disponíveis na fase filhote e é acrescentado as opções de combate e defesa, respectivas de cada personagem. Ao preencher novamente a caixa de experiência (que agora se encontra vazia), o personagem passa da infância para a fase adulta.
- Adulto: A fase adulta é a terceira e última fase do jogo, estando disponíveis todas as funções das fases anteriores e sendo acrescentada a função de procriação.

4.6 Tela Inicial

Na tela inicial do jogo é possível escolher com qual personagem o usuário deseja jogar, com o mico ou com a arara, sendo necessário apenas que ele toque na imagem do personagem escolhido.



Figura 7: Tela inicial do jogo

4.7 Informações dos Personagens

É possível que o usuário saiba um pouco mais sobre a vida dos personagens. Nesta opção, estão disponíveis informações sobre a alimentação, habitat e extinção de cada personagem. Para acessá-las basta clicar no botão de informação que se encontra no canto da tela principal.

4.8 Regras do Jogo: personagem Arara Azul

- Regra 1: Quando a personagem se encontra com fome (ou seja, a caixinha de alimentação se encontra vazia), caso o usuário não a alimente em 10 segundos, é informado ao usuário que ela está com fome e deve ser alimentada.
- Regra 2: Quando a personagem se encontra suja por mais de 10 segundos, é informado ao usuário para que limpe a personagem, para que ela não perca energia.
- Regra 3: Quando o caçador aparece e o usuário não ativa a função de “defender” em até 10 segundos, aparece o balãozinho informando ao usuário que ele deve defender a arara do caçador.
- Regra 4: Ao chegar na fase adulta, o usuário é alertado de que a arara já pode procriar caso o ele não clique no botão em até 10 segundos.



Figura 8: Tela principal com o personagem Arara com fome

5 METODOLOGIA

Este estudo, trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa. Para Richardson [25], a pesquisa quantitativa viabiliza

a classificação e análise através da transformação das respostas em dados, centrando nos fatos e fenômenos da realidade da população estudada, analisando e medindo determinados fenômenos cotidianos de maneira descritiva.

“A investigação quantitativa atua em níveis de realidade na qual os dados se apresentam aos sentidos e tem com campo de práticas e objetivos trazer à luz fenômenos, indicadores e tendências observáveis.” [22]

O modelo de avaliação é o proposto por Savi et. al [27], que procura avaliar se um jogo: a)tem a capacidade de motivar os estudantes a utilizarem o recurso como material de aprendizagem; b)é capaz de proporcionar uma boa experiência nos usuários; e c)se o jogo gera uma percepção de utilidade educacional (ou seja, se os estudantes acham que o jogo agrega algum conhecimento).

Um requisito importante proposto nessa abordagem é o de não consumir muito tempo na sua aplicação, uma vez que os educadores normalmente não dispõem de muitas aulas que possam ser usadas para realizar o teste do jogo e para longas e cansativas sessões de avaliações [27].

Tendo em vista essas informações, a metodologia será ancorada ao modelo de avaliação de treinamentos de Kirkpatrick [18], baseado em quatro níveis. Segundo o autor, cada nível tem sua importância e conforme se passa de um nível para outro, o processo se torna mais complexo, porém é capaz de fornecer resultados mais consistentes e valiosos. Os níveis são: (1) Reação: onde se mede a satisfação e valor percebido do treinamento pelos participantes; (2) Aprendizagem: é capaz de mostrar o quanto os participantes podem mudar de atitude, ampliar seus conhecimentos e/ou habilidades; (3) Comportamento: identifica o quanto os participantes mudaram seu comportamento em decorrência do que foi aprendido. (4) Resultados: identifica os ganhos obtidos com o treinamento.

O modelo de avaliação aqui proposto será focado na reação dos alunos ao utilizarem o jogo educacional Rectibus, com questionários como ferramenta para a realização do processo. O estudo foi desenvolvido em etapas que vão desde à exploração de dados secundários, até as visitas para coleta dos mesmos, realizadas em escolas públicas do município de Alfenas. Foram adotados como critérios de inclusão: estudantes do ensino fundamental I, com faixa etária entre 6 e 10 anos e estar cursando a disciplina de ciências. A aplicação dos questionários foi realizada após a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Alfenas. Abaixo, segue o questionário utilizado para a pesquisa:

- Motivação

Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.

O jogo é atraente.

O conteúdo do jogo será importante para meu aprendizado.

Eu consegui entender o funcionamento do jogo.

Eu me senti bem ao conseguir realizar as atividades do jogo

- Experiência do usuário

Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.

Eu gostei do jogo e não me senti entediado.

Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.

Quando terminou o tempo, fiquei chateado pois queria jogar mais.

Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.

- Conhecimento

Depois do jogo sinto que meus conhecimentos melhoraram.

O jogo ajuda na aprendizagem de ciências.

Consegui relacionar o jogo com coisas que eu aprendi na escola.

6 ANÁLISE DE DADOS

Para a coleta de dados foi utilizada a entrevista semiestruturada por meio de instrumento constituído por duas partes. A primeira parte teve a finalidade de apresentar o jogo para os alunos, permitindo que eles o manuseassem e a segunda parte é o questionário dividido em três partes: motivação, experiência do usuário e conhecimento, com escalas de 1 a 5, adaptados para a faixa etária dos alunos.



Figura 9: Escala do questionário

Depois da coleta de dados através do questionário, a análise oferece como resultado uma pontuação sobre diferentes aspectos acerca da avaliação de um jogo educacional.

A partir do resultado, foi possível uma grande contribuição, tal como oportunidades de melhoria no jogo, uma visão por parte dos professores sobre uma nova forma de aprendizado pelos alunos ou mesmo a opinião dos alunos sobre a aprovação ou não do uso de um jogo educacional.

Para a organização e análise dos dados, foi utilizada a análise de Savi et. al [27] já mencionada antes. A figura 10 apresentada a seguir mostra a estrutura do modelo de avaliação de jogos educacionais. Esta estrutura apresenta no primeiro círculo a característica do modelo “buscar e avaliar” a reação dos alunos, ou seja, a percepção deles relacionada à experiência de aprendizagem, conforme apresenta o nível 1 proposto por Kirkpatrick [18].

Sendo assim foram incluídos nesta estrutura o modelo ARCS de Keller [17], que tem seu foco na interação dos alunos com os ambientes de aprendizagem e é baseado na teoria expectativa-valor, onde o objetivo é avaliar o nível de motivação.

O círculo seguinte apresenta componentes de *user experience* (UX) em jogos para avaliação da experiência de interação com o jogo. Nessa abordagem, o objetivo é avaliar e ampliar o entendimento dessas experiências que as pessoas têm com o produto, sendo que elas podem gerar mudanças no estado emocional das pessoas, como aponta Gámez [9].

A última estrutura é baseada na taxonomia de Bloom [2], para avaliar o impacto na aprendizagem do aluno. Bloom criou, juntamente com outros pesquisadores, uma classificação de raciocínio de seis níveis, numa sequência que vai do mais simples (conhecimento) ao mais complexo (avaliação). É uma estrutura que pode ser aplicada para planejar, projetar e avaliar a efetividade da aprendizagem.

Sendo assim, como a avaliação dos três modelos apresentados deve ser obtida a partir da percepção dos alunos. O questionário utilizado para coletar os dados é uma junção dos parâmetros que formam este modelo de avaliação.

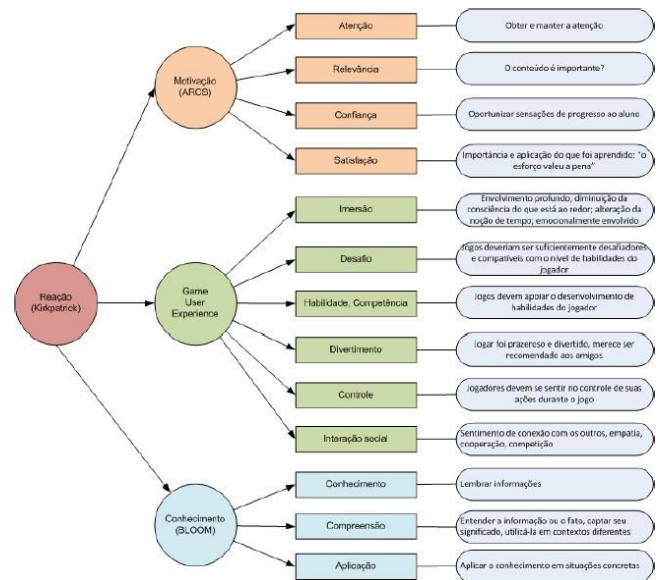


Figura 10: Modelo de análise dos dados

7 RESULTADOS

• Motivação

O primeiro tópico avaliado foi se houve algo interessante no início do jogo que capturou a atenção do jogador. Como indicado na figura 11, foi possível observar que a maioria dos alunos teve a atenção capturada no início do jogo, indicando que antes de iniciar o jogo, os jogadores já se interessaram pela aplicação.

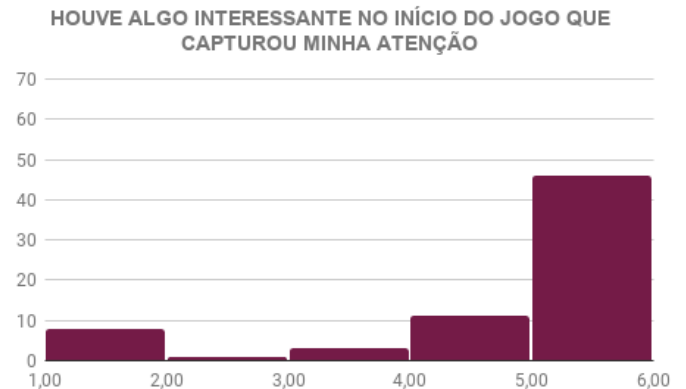


Figura 11: Avaliação da captura de atenção no início do jogo

O segundo tópico do questionário que foi avaliado é se o jogo é atraente. A figura 12 mostra que quase 100% dos alunos demonstraram que o jogo é atraente. Isso mostra que as cores, sons e animais são atraentes, causando um impacto diretamente proporcional ao jogador.



Figura 12: Avaliação sobre a atração do jogo

O terceiro tópico avaliado foi sobre o tema do jogo, ou seja, ecologia e ciências. A maioria dos alunos mostraram que o conteúdo do jogo, de alguma maneira, foi importante para o aprendizado, mostrando a relevância do assunto abordado no jogo.



Figura 13: Avaliação da importância do conteúdo do jogo

O quarto tópico do questionário aborda sobre o funcionamento do jogo. A maior parte dos alunos conseguiram entender o funcionamento do jogo, e isso mostra que o jogo possui um alto nível de usabilidade para o público-alvo, o que gerou grande satisfação por parte dos alunos.

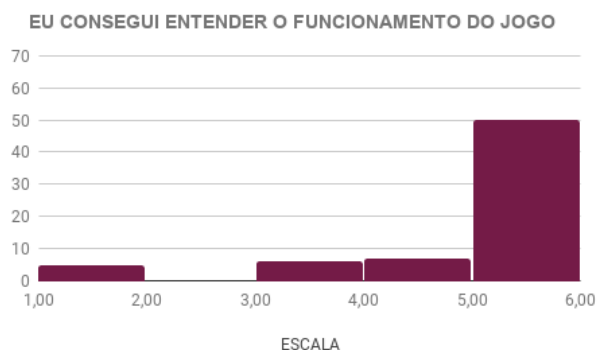


Figura 14: Avaliação sobre o funcionamento do jogo

O quinto e último tópico dentro do quesito motivação, apresentado no questionário, foi sobre a realização das atividades propostas dentro do jogo, como por exemplo, alimentar o personagem, higienizar, observar a evolução, entre outros. Esse tópico, assim como o anterior, se enquadra na satisfação, onde a maior parte dos alunos demonstraram se sentir bem ao conseguir realizar as atividades do jogo.



Figura 15: Avaliação da sensação que o jogo traz

- Conhecimento

No primeiro tópico sobre conhecimento, foi avaliado se os alunos sentiram que seus conhecimentos melhoraram depois de passar um tempo manuseando o jogo. Mais da metade dos alunos relataram que a afirmação era verdadeira. Ou seja, depois de conhecerem melhor o jogo, a maioria dos alunos obteve algum tipo de conhecimento através da aplicação, demonstrando que o jogo agiu de maneira positiva para a maior parte dos alunos.

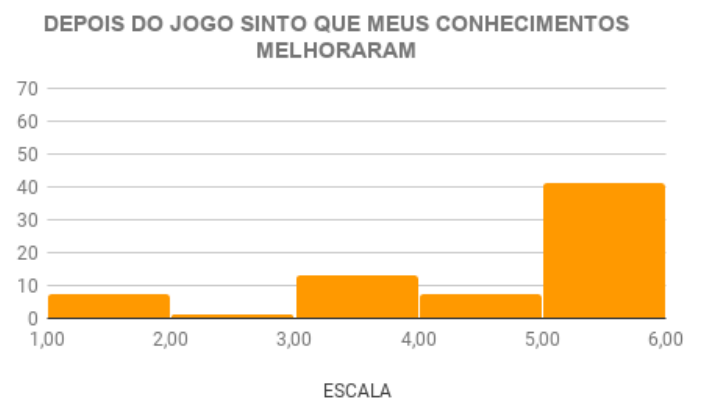


Figura 16: Avaliação do ganho de conhecimento

O segundo tópico analisado foi sobre a aprendizagem de ciências. A maioria dos alunos demonstraram que o jogo, que foi projetado para auxiliar no aprendizado de ciências, realmente condiz com a sua finalidade, como apresentado na figura 17. Isso indica que o objetivo geral do jogo foi alcançado.

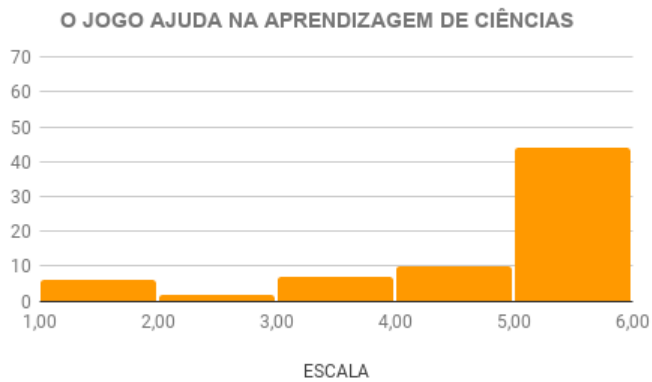


Figura 17: Avaliação sobre o aprendizado de ciências

O terceiro tópico avaliado, dentro do conhecimento, assim como o anterior, também é um dos mais importantes a serem abordados nesse trabalho. Mais da metade dos alunos questionados responderam que conseguiram ver uma relação do jogo com o conteúdo que é abordado em sala de aula. Sendo assim, o jogo atuou de maneira conjunta com a matéria dada pelo professor de ciências.

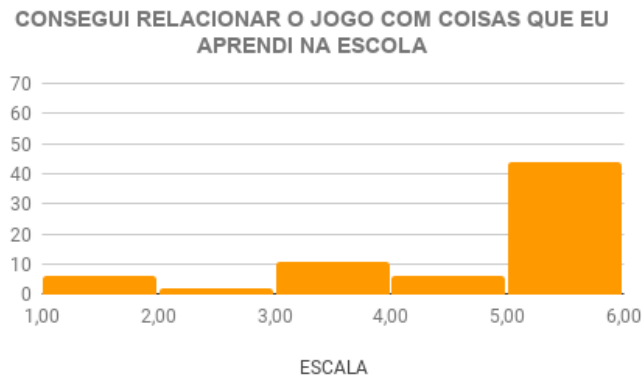


Figura 18: Avaliação da relação do jogo com o conteúdo visto em aula

- Experiência do usuário

No primeiro tópico dentro da experiência do usuário, foi avaliado se os alunos perceberam o tempo passar enquanto jogavam o Rectibus. Isso mostra que o jogo pode ser utilizado de maneira otimizada, sendo que enquanto o aluno joga, ao mesmo tempo ele aprende um novo conteúdo, ou acaba revisando o que aprendeu em aula.

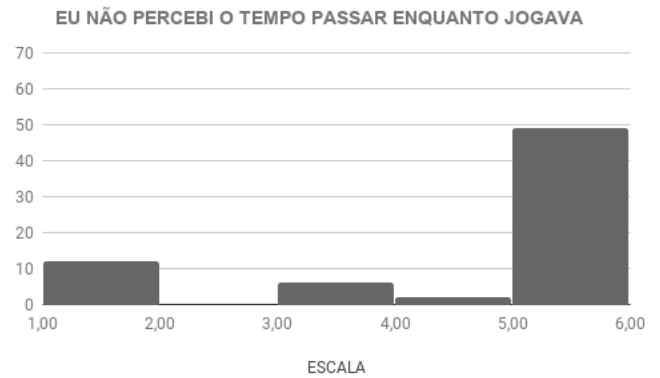


Figura 19: Avaliação da passagem de tempo do jogo

No segundo tópico foi avaliado se os alunos gostaram do jogo, ou se se sentiram entediado. Aqui, os resultados foram ótimos, o que mostra que o jogo é atrativo, e além disso, prendeu a atenção dos alunos.



Figura 20: Avaliação do jogo

No terceiro tópico, foi avaliado sobre a experiência do aluno com as funcionalidades do jogo. Além de ensinar, é importante que o jogo seja o mais funcional possível. Como apresentado na figura 21, é possível observar que a maioria dos alunos conseguiram alcançar rapidamente os objetivos do jogo, entendendo seu funcionamento. Mas ainda assim, houve uma grande parcela de alunos que apresentaram pequenas dificuldades ao encontrar algum botão, ou em atividades básicas (como por exemplo, alimentar o personagem), indicando, assim que ainda há funcionalidades que precisam ser melhoradas.

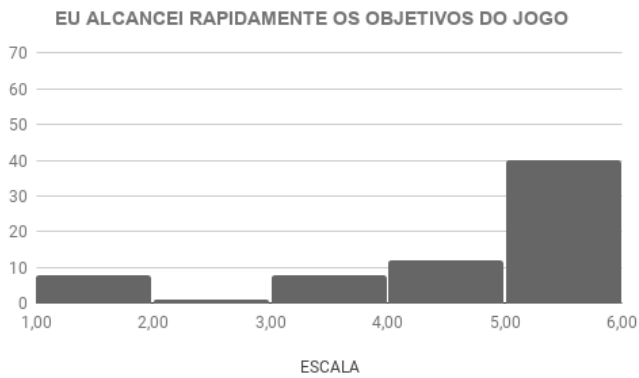


Figura 21: Avaliação do alcance dos objetivos do jogo

No quarto tópico, foi avaliado se os alunos gostariam de manusear mais o jogo. Esse tópico foi um dos que obtiveram resultado mais positivo. Os alunos alegaram que o jogo era agradável, atrativo e que se fosse possível, eles gostariam de manuseá-lo por muito mais tempo.

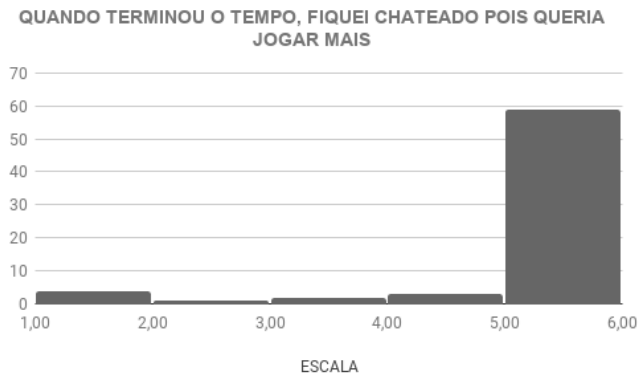


Figura 22: Avaliação do tempo de manuseio do jogo

O quinto e último tópico relacionado à experiência do usuário com o jogo, buscou avaliar se o jogo era agradável e se possuía uma boa jogabilidade, ou seja, se os alunos gostaram de jogar ou se queriam que o tempo acabasse logo. Como mostrado na figura 23, quase 100% dos alunos mostraram que não queria que o jogo terminasse.

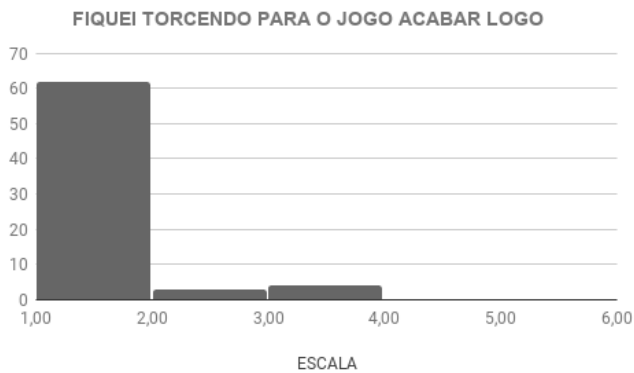


Figura 23: Avaliação do tempo de manuseio do jogo

8 TESTE DE USABILIDADE

Após concluídas as ações propostas para o projeto, foram realizados testes de usabilidade. A finalidade dos testes foi observar a qualidade da interface e a intuitividade do jogo.

A heurística usada para formular o questionário foi de Budiu e Jakob [4], e as respostas foram dadas em uma escala linear de 1 a 5, representando as opções ruim e ótimo, respectivamente. Todos os testes e perguntas foram realizados apenas sobre o personagem da arara, onde o público-alvo abordado foram profissionais da área de tecnologia, com um conhecimento avançado sobre essa área. Os testes foram realizados no laboratório de desenvolvimento do jogo, e foram selecionados 9 usuários para a realização da pesquisa. Concluídos os testes de usabilidade, foram analisados os resultados acerca do questionário respondido pelos usuários. Para uma melhor observação dos resultados, foram gerados gráficos.

A primeira avaliação trata da análise da intuição do usuário para localizar as opções de jogar e de defender do personagem. Como pode ser observado na figura 24, a maioria dos usuários teve facilidade em localizar a opção de jogar. Porém, para localizarem a opção de defender, que foi pedida posteriormente, alguns tiveram uma dificuldade maior. As duas opções são encontradas no mesmo lugar no jogo, o que indica que o usuário que teve dificuldade em localizar a segunda opção, não se recordava do que já havia visto e realizado no jogo. A média das respostas foi de 3,77 e 3,22 para a opção de jogar e de defender, respectivamente.

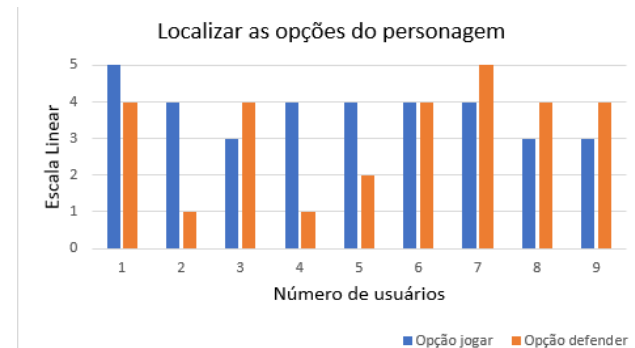


Figura 24: Resultado da avaliação de localização das opções do personagem

A segunda avaliação é voltada para a interface dos jogos apresentados para o personagem. Foi perguntado ao usuário se a interface apresentada no jogo de diversão e no jogo de defesa, possuíam uma interface agradável, ou seja, se a estética do jogo estava bem formulada. Como pode ser observado na figura 25 a maioria dos usuários deu uma nota alta dentro da escala linear apresentada, para os dois jogos avaliados, levando ao entendimento prévio de que a interface é agradável. A média das respostas foi de 4,22 e 3,88 para o jogo de diversão e de defesa, respectivamente.

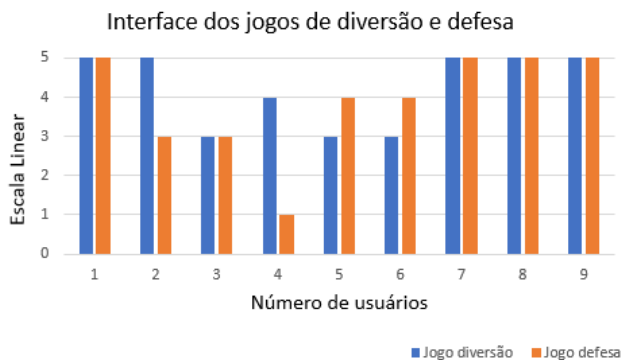


Figura 25: Avaliação da interface dos jogos de diversão e defesa

A terceira avaliação trata da alimentação e a evolução do personagem. Foi perguntado ao usuário se a ação de alimentar e evoluir a arara eram intuitivas, ou seja, se ao se deparar com o jogo era possível saber como realizar essas ações sem um conhecimento prévio. A figura 26 mostra que a ação de alimentar foi mais intuitiva que a ação de evoluir o personagem, que teve notas mais próximas de ruim na escala linear. A média das respostas foi de 4 e 1,88 para alimentar e evoluir, respectivamente.

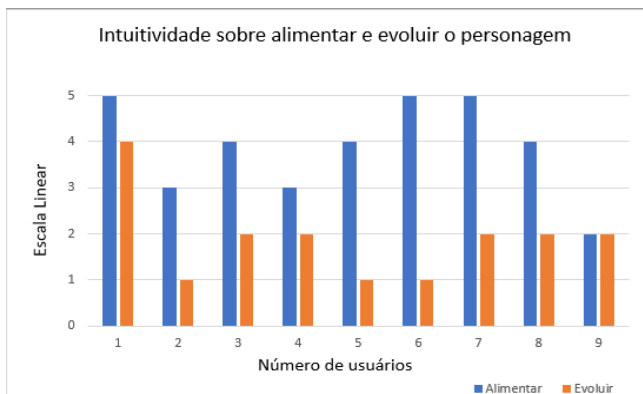


Figura 26: Resultado da intuitividade e evolução do personagem

Como as escalas de evoluir o personagem foram relativamente baixas em relação à alimentação, isso foi corrigido implementando o indicador de fases do personagem, deixando claro ao usuário em que estágio da vida o animal se encontra. Também foi adicionado ao projeto um botão de curiosidades, onde é explicado ao usuário como o jogo funciona num geral.

9 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como um jogo educacional com interface agradável pode atrair os usuários, uma vez que os jogadores fiquem cada vez mais imersos no universo do jogo.

Foi possível observar que os usuários tiveram uma pequena dificuldade em se lembrar do que já havia feito no jogo, indicando que o Rectibus [21] possui um baixo nível de intuitividade.

Quanto à interface, houve um ótimo resultado, o que indica que a estética do jogo é altamente agradável ao usuário, atendendo a um dos principais objetivos da aplicação.

E por fim, pôde-se observar com a avaliação da evolução do personagem que os usuários encontraram relativa dificuldade em conseguir observar tal ação, o que já foi corrigido através de uma

tela de explicação do funcionamento e pelo indicativo de fase que o personagem se encontra.

A partir dos bons resultados obtidos através do teste de aplicabilidade do jogo Rectibus, foi possível observar que, no geral, o aplicativo conseguiu atender às suas objetividades, mostrando que os alunos, em sua maioria, conseguiram relacionar o conteúdo do jogo com a matéria de ciências aprendida na escola, mostrando, assim, que o jogo seria um ótimo aliado nas salas de aulas, para alunos com a faixa etária de 6 a 10 anos.

Desta forma, pode-se dizer que este trabalho pretende contribuir na otimização dos processos educativos com o auxílio de novas ferramentas de aprendizagem, realizando melhoras significativas em cima dos resultados obtidos com a realização dos testes.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Alves e A. Bianchin, "O jogo como recurso de aprendizagem." Rev. psicopedag. Vol. 27, nº83, São Paulo, 2010.
- [2] B. S. Bloom. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York; Toronto: Longmans, Green. 1956.207 p.
- [3] BRASIL. "Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais." Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [4] R. Budiud e N. Jakob, "Usabilidade Móvel." Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 201-?
- [5] A. Calisto, D. Barbosa e C. Silva, "Uma análise comparativa entre jogos educativos visando a criação de um jogo para educação ambiental." In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2010.
- [6] Y. Cheng, S. Lou, S. Kuo e R. Shih. "Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game - based learning to environmental education." Australasian Journal of Educational Technology, p.96-110. Australia, 2013.
- [7] K. Crohn e M. Birnbaum, "Environmental education evaluation: Time to reflect, time for change." Evaluation and Program Planning, p.155-158, 2010.
- [8] L. Fisman, "The Effects of Local Learning on Environmental Awareness in Children: An Empirical Investigation." The Journal of Environmental Education, 2005, Vol. 36, No. 3, p. 39-50.
- [9] E. H. C. Gámez. On the Core Elements of the Experience of Playing Video Games.2009. 208 f. Tese de doutorado - UCL Interaction Centre Department of Computer Science, 2009.
- [10] R. Garris, R. Ahlers e J. Driskell, "Games, motivation, and learning: A research and practice model." Simulation & Gaming, p.441-467, 2002.
- [11] J. P. Gee, "Learning by design: Good vídeo games as learning machines." E-Learning, Vol. 2, No 1, 2005.
- [12] L. Gomes, D. Rocha e A. Oliveira, "Proposta de jogo didático: Caminhos da Ecologia." Revista SBEnBio, 2014, No. 7, p. 4845-4852.
- [13] B. Gros, "Digital Games in Education." Journal of Research on Technology in Education, 2007, Vol. 40, No. 1, p. 23-38.
- [14] J. Grubel e M. Bez, "Jogos Educativos." CINTED – UFRGS. Vol. 4, No. 2, dez. 2006.
- [15] C. Hong, W. Suyue e L. Juan, "Research and Exploration upon Informationization of Biology Teacher Education Program." In: The 1st

International Conference on Information Science and Engineering, China, 2009.

[16] J. M. Keller e K. Suzuki. Learner Motivation and E-Learning Design: A Multinationally Validated Process. *Journal of Educational Media*, v. 29, n. 3, p. 229-239, Out 2004.

[17] J. M. Keller. *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer, 2009.

[18] D. L. Kirkpatrick. *Evaluating Training Programs - The Four Levels*. Berrett-Koehler Publishers, Inc. 1994.

[19] F. Lucchese e B. Ribeiro, "Conceituação de Jogos Digitais." Universidade Estadual de Campinas, 2008.

[20] B. Myers e M. Beigl, "Handheld Computing." *IEEE Computer Magazine*, 2003.

[21] D. Soares e P. Bressan, "Rectibus: Jogo digital para a conscientização do risco de extinção." Universidade Federal de Alfenas. 2015.

[22] M. A. Paulilo. A pesquisa qualitativa e a história de vida. *Rev.: Serviço social em revista da Universidade Estadual de Londrina*. Vol. 2, no. 1, Jul/Dez 1999.

[23] H. Portela, D. Martins, F. Morais e J. Luz, "Proposta de Jogo Educacional para o Ensino de Sistemática Filogenética." In: XV SBGames, São Paulo - SP - Brazil, 8-10 set., 2016.

[24] F. Rezende, M. Nunes, J. Brancher e F. Scordi, "Jogo eletrônico e sua influência nas emoções do usuário: Uma análise sobre como os jogos podem estimular emoções relacionadas à aprendizagem." In: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação; XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2013.

[25] R. J. Richardson. *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*. 3a ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[26] R. Savi e V. Ulbricht, "Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios." *CINTED-UFRGS*. Vol. 6, no 2, dez 2008.

[27] R. Savi, C. Wangenheim, V. Ulbricht e T. Vanzin. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. *CINTED-UFRGS*. Vol. 8, no 3, Dez 2010.

[28] P. Schutz e R. Pekrun, "Emotion in education." San Diego, CA: Academic Press, 2007.

[29] F. Souza, C. Bezerra Segundo, T. Lima, A. Apolinário Jr. e A. Loula, "Calangos: O desenvolvimento de um Jogo Educacional para o Ensino de Ecologia e Evolução." Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana. 201-?

[30] C. Vasconcellos, "Emoções e aprendizagem em um curso para o desenvolvimento de competências empreendedoras." Universidade Federal da Bahia – UFBA, 2008.