



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JUAN LUCAS SANTOS FERREIRA

**PRIMEIRO CICLO DE VALIDAÇÃO DO JOGO EDUCACIONAL COMPLEXO
“ADAPTATIVE”**

**CAMPINA GRANDE
2023**

JUAN LUCAS SANTOS FERREIRA

**PRIMEIRO CICLO DE VALIDAÇÃO DO JOGO EDUCACIONAL COMPLEXO
“ADAPTATIVE”**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento do
Curso de Biologia da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas

Área de concentração: Ensino de
Ciências

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roberta Smania Marques

**CAMPINA GRANDE
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F383p Ferreira, Juan Lucas Santos.
Primeiro ciclo de validação do jogo educacional complexo 'Adaptative' [manuscrito] / Juan Lucas Santos Ferreira. - 2023.
58 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Roberta Smania-Marques, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS. "

1. Modelo de reconstrução educacional. 2. Jogos educacionais complexos. 3. Ensino de ciências. 4. Ensino de biologia. I. Título

21. ed. CDD 570

JUAN LUCAS SANTOS FERREIRA

**PRIMEIRO CICLO DE VALIDAÇÃO DO JOGO EDUCACIONAL COMPLEXO
“ADAPTATIVE”**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento do Curso
de Biologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em
Ciências Biológicas

Área de concentração: Ensino de
Ciências

Aprovado(a) em: 04 / 12/ 2023 .

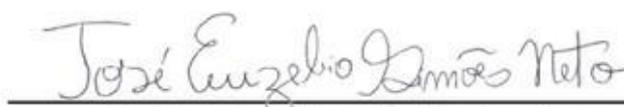
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Roberta Smania (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Michelle Garcia da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

AGRADECIMENTO

Primeiramente a minha família que sempre me motivou a estudar e seguir o caminho dos estudos, esta que sempre se preocupou com a minha educação e me deu forças em minhas escolhas dentro do campo acadêmico.

A minha mãe, Jussara Magda, uma mulher maravilhosa que sempre esteve comigo e foi ela que me ajudou a escolher o caminho da biologia. Mulher que desistiu dos sonhos para se preocupar com o meu, a ela, toda minha gratidão e nosso sucesso.

A minha orientadora, Roberta Smania Marques, por confiar em mim para esse projeto e sempre me orientar com paciências e que devido a ela pude ter uma das minhas conquistas.

A minhas amigas que sempre estiveram comigo em toda minha jornada, sempre foram meu suporte no curso. Principalmente a Flora Beatriz, que esteve comigo desde de o começo, levando nossa amizade além da universidade, sempre estando presente para me auxiliar em possíveis decisões horríveis.

A todos do laboratório que se disponibilizaram a ajudar nesse projeto, além de se tornarem amigos.

RESUMO

Esta é uma pesquisa de desenvolvimento que tem o Modelo de Reconstrução Educacional como base teórica e metodológica. O objetivo é avaliar e validar o jogo educacional complexo "Adaptive". Trata-se de um jogo de tabuleiro com o contexto de interações entre biomas brasileiros e espécies de animais nativos. Este é o primeiro ciclo de validação para identificar a potencialidade pedagógica do jogo, ou seja, se há indícios de que o jogo consegue promover os objetivos educacionais estipulados a priori. A estratégia metodológica utilizada foram ciclos de balanceamento e feedback que permite identificar e avaliar as reações do sistema de jogo às ações do jogador. Os testes foram feitos com grupos de especialistas em jogos (N=6), especialistas em conteúdos científicos (N=5) e pedagógicos (N =1), e com o público-alvo do jogo (discentes de graduação de biologia). Ao todo o jogo foi aplicado com 129 estudantes, contudo, apenas 83 responderam aos pré e pós-teste, tornando-se este o nosso número de análise. Os dados foram coletados a partir de formulários online, sendo que o pré-teste foi respondido antes da interação com o jogo e o pós-teste imediatamente após a conclusão da partida. A análise dos resultados com os especialistas principalmente do conteúdo científico demonstra afirmação sobre o objetivo educacional e como ele pode ser alcançado no jogo e com o público-alvo aponta evidências que apoiam a hipótese de que o jogo Adaptive tem potencial para promover objetivos educacionais relativos a aprendizagem de conteúdos conceituais procedimentais e atitudinais em ecologia, já que identificamos reconstrução educacional (ampliação de repertório): decréscimo de 6,5% de respostas pouco informadas; decréscimo de 7,5% de respostas parcialmente informadas; aumento de 14% de respostas bem-informadas. Quando comparamos as porcentagens do pré com o pós teste obtemos as seguintes evidências: 1) pouco e parcialmente informadas: antes 68,4%, depois 54,4%; 2) parcialmente informadas e bem-informadas: antes 65,1%, depois 71,6%. A intenção é que o jogo alcance mais de 50% de respostas bem-informadas e para isso serão necessárias algumas modificações, tais como: balanceamento das cartas do jogo (seja no nível de adaptação ou de migração da espécie para

melhor jogabilidade); ordem do acontecimento dos eventos e ações da rodada; tempo de jogo.

Palavras-Chave: modelo de reconstrução educacional; jogos educacionais complexos; ensino de Ciências; ensino de Biologia.

ABSTRACT

This is a development research project that has the Model of Educational Reconstruction as its theoretical and methodological basis. The aim is to evaluate and validate the complex educational game "Adaptive". It is a board game with the context of interactions between Brazilian biomes and native animal species. This is the first validation cycle to identify the game's pedagogical potential, i.e. whether there is evidence that the game can promote the educational objectives stipulated a priori. The methodological strategy used was balancing and feedback cycles, which allow the game system's reactions to the player's actions to be identified and evaluated. The tests were carried out with groups of experts in games (N=6), experts in scientific content (N=5) and pedagogical content (N=1), and with the game's target audience (undergraduate biology students). In all, the game was applied to 129 students, but only 83 responded to the pre- and post-tests, making this our analysis number. The data was collected using online forms, with the pre-test being completed before interacting with the game and the post-test immediately after the game had finished. The analysis of the results with the experts, mainly in terms of scientific content, shows affirmation of the educational objective and how it can be achieved in the game, and with the target audience it points to evidence that supports the hypothesis that the Adaptive game has the potential to promote educational objectives relating to the learning of procedural and attitudinal conceptual content in ecology, since we identified educational reconstruction (expansion of repertoire): a 6.5% decrease in poorly-informed responses; a 7.5% decrease in partially-informed responses; a 14% increase in well-informed responses. When we compare the pre and post-test percentages, we get the following evidence: 1) poorly and partially informed: before 68.4%, after 54.4%; 2) partially informed and well-informed: before 65.1%, after 71.6%. The aim is for the game to achieve more than 50% well-informed responses. To achieve this, some changes will have to be made, such as: balancing the game cards (either in terms of adaptation or migration of the species for better gameplay); the order in which the events and actions of the round take place; and the length of the game.

Keywords: model of educational reconstruction; complex educational games; science education; biology teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Jogos Educacionais Complexos	9
1.2	O jogo Adaptative	13
2	PERCURSO METODOLÓGICO	18
2.1	Design da pesquisa	18
2.2	Caracterização do público-alvo da pesquisa	20
2.2.1	<i>Instrumentos para coleta e análise dos dados</i>	22
2.2.1.1	<i>Especialistas</i>	22
2.2.1.2	<i>Discentes Participantes do jogo</i>	22
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
3.1	Resultados da Etapa 4 “Ajustes de Design”	28
3.2	Resultados da Etapa 5 “Avaliação e Validação”	31
3.2.1	<i>Avaliação dos Especialistas</i>	31
3.2.2	<i>Especialista em jogos</i>	31
3.2.3	<i>Especialistas em conteúdos científicos e pedagógicos</i>	41
3.2.4	<i>Avaliação do Público-Alvo</i>	47
3.2.4.1	<i>Estudantes de junho de 2022</i>	47
3.2.4.2	<i>Estudantes de Abril de 2023</i>	48
3.2.4.3	<i>Estudantes junho de de 2023</i>	49
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICE A - Questionário Socioeconômico	54
	APÊNDICE B - Questionário sobre a relação com jogos	55
	APÊNDICE C - Questionário de análise dos especialistas	56
	APÊNDICE D - Questionário sobre o conhecimento científico relacionado a ecologia para estudantes	57
	APÊNDICE E - Questionário sobre questões gerais do jogo e sugestões	58

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio), vinculado ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), tem como objetivo criar inovações educacionais por meio do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE). Um dos focos é o desenvolvimento, validação e aplicação de jogos educacionais complexos (LIRA; SMANIA-MARQUES, 2021) e ferramentas de avaliação para facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos

1.1 Jogos Educacionais Complexos

Jogos educacionais são considerados uma ferramenta promissora para a aprendizagem, segundo a literatura especializada em educação (KISHIMOTO, 2005). Eles contribuem para o desenvolvimento cognitivo e socioemocional dos alunos, promovem habilidades como criatividade e resolução de problemas, e tornam o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente (KISHIMOTO, 2005). Portanto, ao abordar jogos que possuem a função lúdica, é possível proporcionar sentimentos mais atrativos, efetivos, prazerosos ou, por outro lado, desprazerosos (KISHIMOTO, 2005).

Os jogos educacionais complexos, são produzidos a luz referenciais teóricos e metodológicos com suporte em processos de design, jogos estes, que equilibram o lúdico com o educacional, sendo assim, ao mesmo tempo que o jogo passa a ser motivador ele é uma ferramenta de aprendizagem (LIRA; SMANIA-MARQUES, 2021).

Com base na proposta teórico-metodológica do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), que combina três grandes teorias (construtivistas, *Bildung* e *Didaktik* e *Design Research*) é possível orientar a construção de intervenções educacionais (SILVA; FERREIRA, 2020). O Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio) tem investido esforços para ampliar as orientações teórico-metodológicas deste modelo, proposto para subsidiar a construção de sequências-didáticas, para o desenvolvimento de jogos educacionais que tenham objetivos de aprendizagem claros e que equilibrem o lúdico com o educacional.

As orientações teórico-metodológicas do MRE permitem identificar distanciamentos e aproximações entre o conhecimento prévio discente e o conhecimento científico, definindo objetivos de aprendizagem e estratégias metodológicas para alcançá-los. Essa abordagem tem sido amplamente utilizada como referência para o design de ambientes de ensino e aprendizagem (SILVA; FERREIRA, 2020) incluindo jogos educacionais, ajudando a criar experiências mais envolventes e eficazes (LIRA; SMANIA-MARQUES, 2021).

Os princípios de aprendizagem baseados no construtivismo propostos pelo MRE, enfatizam a importância da construção do conhecimento por discentes, considerando o conhecimento adquirido durante suas vivências. De acordo com essa teoria, o indivíduo aprende a partir de suas interações com o meio, construindo novos significados a partir de suas experiências, o que torna o processo de aprendizado mais efetivo. O construtivismo também valoriza a participação ativa do aluno na construção do conhecimento, em detrimento de uma abordagem passiva, na qual o aluno é um mero receptor de informações. Essa abordagem pedagógica pode ser complementada com a utilização de metodologias ativas de ensino, que incentivam a participação e a reflexão crítica dos alunos (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022).

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) propõe 3 componentes, para o planejamento de ambientes educacionais, com características distintas que se entrelaçam, formando um ciclo de desenvolvimento. Em outras palavras, os dados obtidos em cada um desses componentes interagem entre si, reconhecendo o estudante como um sujeito socialmente inserido.

Nesse contexto, a “Análise da Estrutura do Conteúdo” (primeiro componente) indica os primeiros passos, visando tornar mais claro e compreensível o modo como o conteúdo científico é organizado, com ênfase na educação e no suporte à aprendizagem (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022). Essa abordagem é crucial para facilitar o acesso e a compreensão do conteúdo, especialmente no cenário educacional.

O segundo componente do MRE é a “Investigação das Perspectivas dos Estudantes”, que tem como objetivo possibilitar o aprofundamento nas visões dos estudantes sobre o conteúdo científico. Este componente explora as percepções dos alunos ao longo de todo o processo de aprendizagem, considerando o

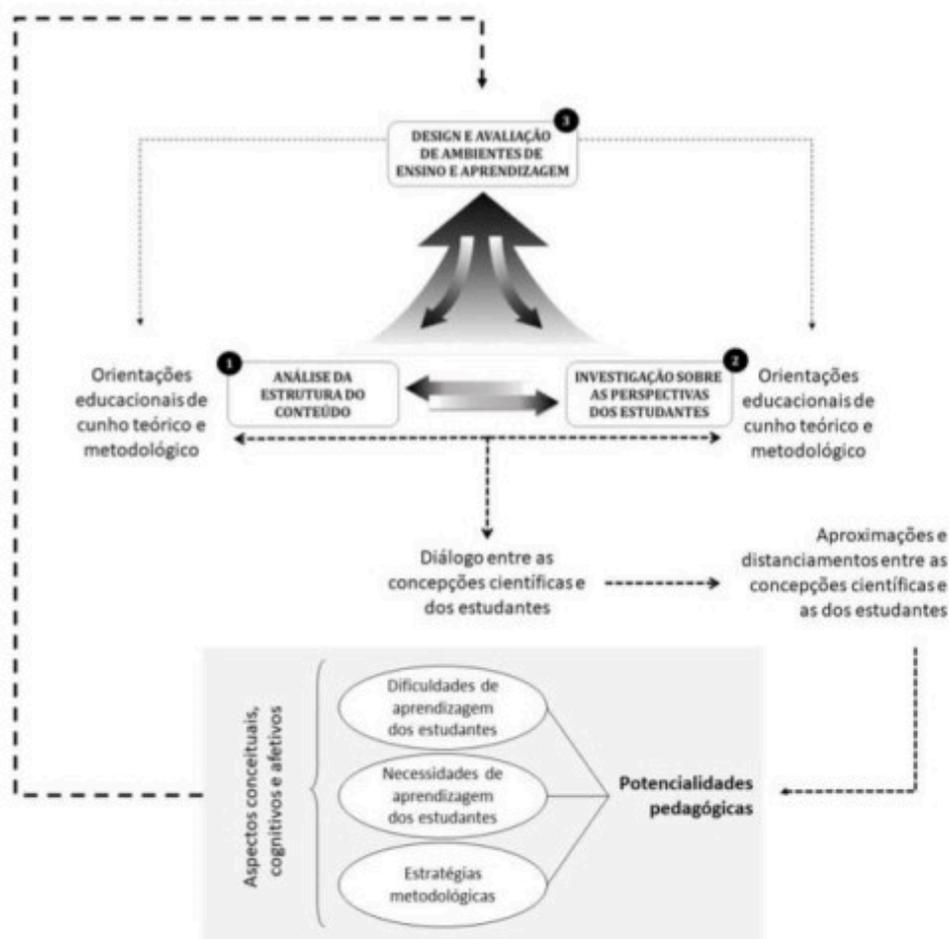
contexto em que ocorre, indo além de abordagens preconcebidas (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022).

Chegamos, então, ao terceiro componente, que se refere ao “Design e Avaliação de Ambientes de Ensino e Aprendizagem”, cujo objetivo é planejar e avaliar ambientes educacionais que podem assumir diferentes formas, como defenderemos os jogos educacionais complexos, por exemplo. O processo também deve incorporar um ciclo de avaliação que contribui para aprimorar a intervenção à medida que é aplicada junto ao público-alvo.

Neste contexto, fazendo a aproximação da “Análise do Conteúdo” com as “Investigação das Perspectivas dos Estudantes” é possível explicitar as aproximações e os distanciamentos da visão dos conceitos dos estudantes com o as concepções científicas, gerando o entendimento sobre as necessidades e/ou as dificuldades de aprendizagem criando objetivos para ser implementados durante o design da intervenção (“Design e Avaliação de Ambientes de Ensino e Aprendizagem”), que se liga novamente o primeiro e segundo componente, pois são interdependentes.

Essa abordagem visa resgatar aspectos frequentemente negligenciados na simplificação do conteúdo científico, buscando identificar as ideias essenciais de um tema científico sob uma perspectiva educacional, promovendo, assim, uma compreensão mais abrangente sobre o conteúdo (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022). Por meio do diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes, que tem como intuito gerar aproximações e distanciamentos entre esses conceitos, emergem as potencialidades pedagógicas (Figura 1) que demonstram as necessidades e dificuldade dos estudantes bem como as estratégias metodológicas (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022).

Figura 1: Processos de mobilização do Modelo de Reconstrução Educacional que possibilitam que as Potencialidades Pedagógicas emergjam.



Fonte: Figura retirada de SILVA; FERREIRA (2020).

A mobilização entre os três componentes implica em um ciclo de análises, investigações e processos de design, sendo que o resultado de um componente se relaciona diretamente com o resultado dos demais, promovendo uma nova análise do que já se tinha feito em um processo cíclico. Com base em todos esses ciclos e melhorias, torna-se possível compreender a efetividade que a intervenção pode proporcionar (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA, 2022).

Nessa conjunção, o MRE destaca-se como uma abordagem promissora para o desenvolvimento de jogos educacionais. Isso se deve ao seu planejamento elaborado, que orienta o processo de criação do jogo, evitando que este seja resultado de uma construção desprovida de parâmetros. O MRE, por meio de seu quadro intermediário e da utilização da ferramenta de design,

direciona o processo de design de inovações educacionais, incorporando as instruções das três teorias previamente mencionadas (LIRA; SMANIA-MARQUES, 2021).

1.2 O jogo Adaptative

A partir dos pressupostos do MRE, foi criado o jogo educacional complexo "Adaptative" (VASCONCELOS, 2021; VASCONCELOS; SMANIA-MARQUES, 2021). O "**Adaptative**" foi desenvolvido com o objetivo de promover o ensino de biologia e introduzir conceitos ecológicos por meio da jogabilidade e da interação individual de cada jogador com o ambiente, ao mesmo tempo que sensibiliza os jogadores para questões ambientais.

Foram realizados levantamentos bibliográficos sobre animais e conceitos ecológicos. Este enfoque abrangeu comportamento, morfofisiologia, anatomia e identificou-se as dificuldades no aprendizado desses temas e a percepção do não pertencimento do ser humano ao ambiente, que podem ser vistas no Quadro de Potencialidades Pedagógicas para o jogo Adaptative (Quadro 01).

Quadro 01 – Quadro de Potencialidades Pedagógicas do design do jogo "Adaptative"

Quadro de Potencialidades Pedagógicas
Hipótese de design 01: É importante compreender que homo sapiens é um mamífero primata, que faz parte do meio ambiente como todos os outros animais.
Aproximações: O ser humano está em constante contato com o meio ambiente.
Distanciamentos: O ser humano não é um animal.
Potencialidades Pedagógicas Associadas
<p>Necessidades de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • o ser humano está em constante contato com o meio ambiente pois ele faz parte dele; • o ser humano interage e transforma o meio ambiente com consequências para as comunidades de seres vivos ali presentes.

Quadro de Potencialidades Pedagógicas
<p>Dificuldades de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> o ser humano em pé de igualdade com o resto dos outros animais no mundo; as interferências no meio ambiente têm consequências para comunidades dos seres vivos daquele local e de outros que estejam a ele conectados.
<p>Estratégias Metodológicas: Contextualizar diferentes formas de interações entre os seres vivos, evidenciando as potencialidades de manipulação do ambiente pelo ser humano e suas possíveis consequências. Trazer aspectos e características dos primatas e comparar com os aspectos e características dos seres humanos, evidenciando que o ser humano não é um grupo de ser vivo a parte da classificação dos animais.</p>
<p>Hipótese de design 02: Os ciclos ecológicos de espécies animais e vegetais estão intrinsecamente relacionados.</p>
<p>Aproximações: Alguns animais se alimentam de plantas</p>
<p>Distanciamentos: Os animais são seres vivos e as plantas não são vivos; os animais são seres vivos importantes e os vegetais são seres vivos secundários.</p>
Potencialidades Pedagógicas Associadas
<p>Necessidades de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> as plantas geram o seu próprio alimento, e por consequência, energia, que é transferida para os animais quando eles delas se alimentam, criando um fluxo de energia na cadeia ecológica; as plantas se enquadram na classificação de seres vivos pois atendem a todas as características; as relações entre diferentes grupos de seres vivos permitem a sobrevivência ou acarreta a morte de grupos de seres vivos.
<p>Dificuldades de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> as plantas possuem processos fisiológicos complexos como os animais.
<p>Estratégias Metodológicas: Identificar os processos similares feitos por animais e plantas como por exemplo respiração, e mostrar a importância e adaptações que os dois tipos de seres vivos têm entre si para sua existência (nutrição feita heterotróficos pelo fluxo energético iniciado pelas plantas, e dispersão de sementes por aves e polinização de outras plantas pelas abelhas, por exemplo)</p>
<p>Hipótese de design 03: Os conteúdos Ecologia de Populações e Comunidades possuem relações com outros níveis de hierarquia biológica.</p>

Quadro de Potencialidades Pedagógicas
Aproximações: Muitas vezes os animais têm que mudar para outro habitat, impactando tanto os locais quanto a paisagem.
Distanciamentos: Cada animal tem o seu local específico de presença e ele não é removido dele de forma “natural”.
Potencialidades Pedagógicas Associadas
Necessidades de aprendizagem: <ul style="list-style-type: none"> nas dinâmicas de populações e comunidades existem competições entre os próprios membros dessa população (mesma espécie) como também de outras populações de outras espécies, e fragmentos desses habitats não conseguem suportar todas essas populações consumindo o recurso e espaço de forma nivelada, ocorrendo muitas vezes a migração de indivíduos de fragmentos considerados ideais para fragmentos inferiores, mas que possuem menos competição sobre recursos e espaço.
Dificuldades de aprendizagem: <ul style="list-style-type: none"> a dinâmica de populações e suas competições por recursos como alimento, água e espaço é bastante fluída, tendo essas populações as estratégias de se adaptarem a novos habitats e até mesmo a formação de meta populações para evitar grandes problemas em decorrência dessa competição.
Estratégias Metodológicas: Contextualizar as relações intra e interespecíficas entre as populações e comunidades, especialmente em relação a disputa de recursos e espaço no habitat, demonstrar os processos e aspectos necessários para a inclusão dessas populações em determinados locais.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2021).

Além disso, avançou-se para os ciclos, com a elaboração dos objetivos de aprendizagem específicos (Quadro 02), que englobam os conceitos a serem abordados no jogo, bem como as diretrizes, faixa etária, tempo e jogabilidade, entre outros (VASCONCELOS, 2021; VASCONCELOS; SMANIA-MARQUES, 2021). Vale ressaltar que os conceitos analisados nesta fase não foram os únicos considerados; ao longo dos Ciclos de investigação de prototipagem e dos Ciclos de investigação para balanceamento do protótipo, novos conceitos foram incorporados (VASCONCELOS, 2021; VASCONCELOS; SMANIA-MARQUES, 2021).

Quadro 02 –Objetivos Educacionais propostos por Vasconcelos (2021) para o design do jogo “Adaptative”

OBJETIVOS EDUCACIONAIS	
Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconhecer a fauna presente nos biomas brasileiros; ● Reconhecer que plantas e animais são ambos seres vivos com relações inter e intraespecíficas; ● Reconhecer que o ser humano é um animal que compõe o meio ambiente; ● Interpretar a relação de dependência entre plantas e animais; ● Interpretar a interpretação das relações dos animais com o seu habitat, estruturas anatômicas e/ou evolução; ● Interpretar as interferências humanas no ambiente relacionando-as com as suas consequências a fim de compreender os possíveis impactos causados por elas; ● Inferir os problemas entre o crescimento populacional e a capacidade suporte de um ambiente.
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconhecer a relação entre a disponibilidade de recursos com as necessidades das espécies para executar ações de dispersão ou reprodução; ● Explicar os conceitos de capacidade de suporte e relações inter e intraespecíficas a partir do manejo de espécies nos biomas específicos do tabuleiro; ● Implementar conceitos do jogo em situações diferenciadas retratando problemas socioculturais. ● Implementar conceitos biológicos para desenvolver melhores estratégias para ganhar o jogo.
Atitudinal	<ul style="list-style-type: none"> ● Sensibilizar sobre a importância de conservação do meio ambiente a fim de garantir a redução das alterações dos ciclos biológicos dos animais, principalmente os silvestres, para evitar tanto a extinção de espécies endêmicas como a diminuição de populações locais.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2021).

O autor do jogo VASONCELOS (2021) destacou que nem todas as potencialidades pedagógicas apresentadas no Quadro 01 foram incorporadas durante o processo de design, e que primou em incorporar os objetivos educacionais dispostos no Quadro 02.

Devido ao período pandêmico da Covid-19 vivenciado mais intensamente entre os anos de 2020 e 2021, o jogo não pode ser testado quanto ao seu

potencial de promoção dos objetivos propostos, e portanto, pouco se sabia sobre a sua eficácia.

Diante deste contexto, a justificativa deste trabalho foi dar continuidade a pesquisa de desenvolvimento do jogo “Adaptative”, executando as Etapas de Balanceamento, Avaliação e Validação, representando o primeiro ciclo de validação do jogo. O objetivo, portanto, é identificar a potencialidade educacional do jogo, ou seja, se há indícios de que o jogo consegue promover os objetivos educacionais estipulados a priori, a partir de estratégia metodológica composta por ciclos de balanceamento e feedback.

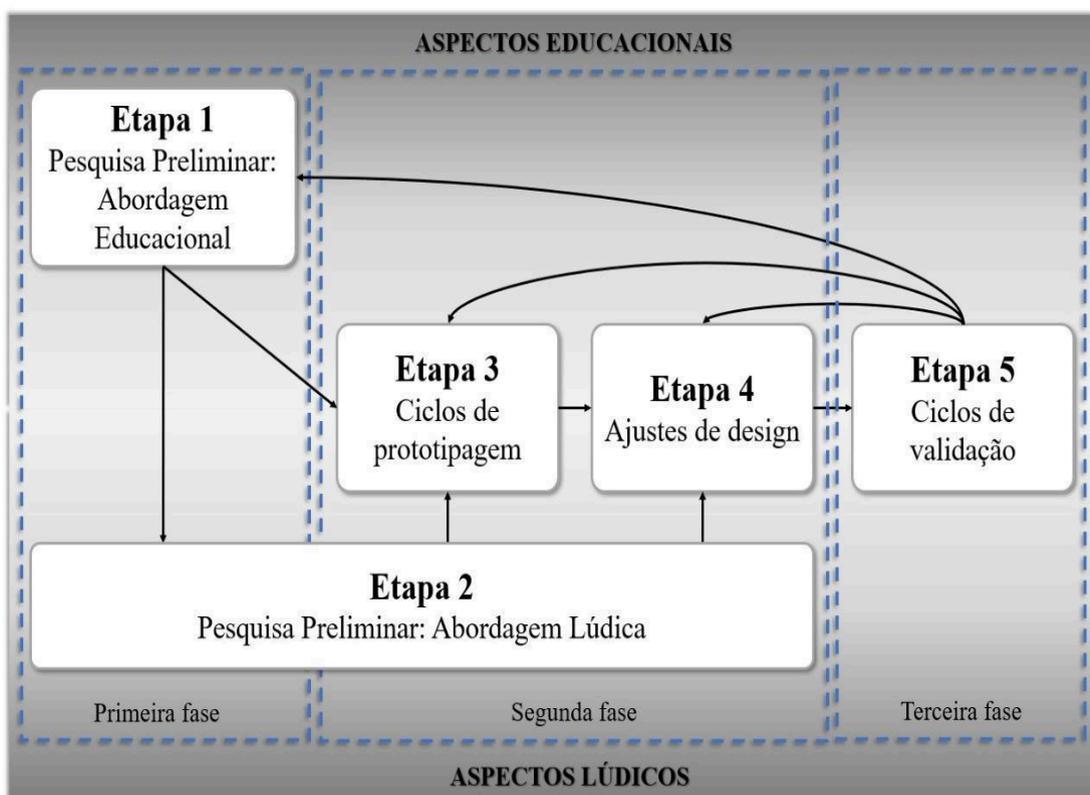
2 PERCURSO METODOLÓGICO

Essa é uma pesquisa de desenvolvimento, um tipo de Pesquisa Baseada em Design (PBD), cujos princípios apontam para a necessidade de haver uma relação teórico-prática no desenvolvimento de intervenções educacionais, desde a fase de design até a de avaliação alvo (PLOMP; NIEEVEN, 2007).

2.1 Design da pesquisa

Na Figura 2 é possível identificar as etapas de design, tanto as que o jogo “Adaptative” já passou até chegar ao momento em que iniciamos esta pesquisa, como as que desenvolvemos. Observa-se uma proposta de design para jogos educacionais complexos desenvolvida por Smania-Marques e Silva (2021) na Figura 02.

Figura 2: Proposta de Design para jogos educacionais complexos proposta por Smania-Marques e Silva (2021).

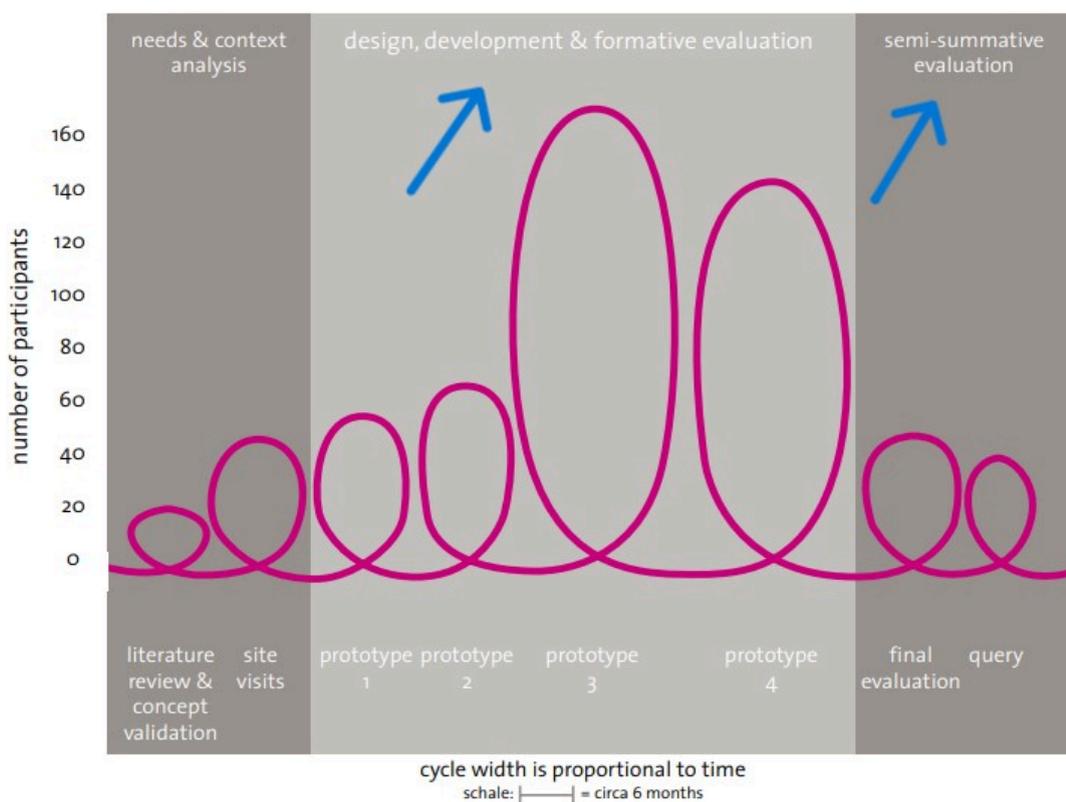


Fonte: Elaborado por Smania-Marques, R. e Silva, M.G. (2021).

O jogo "Adaptative" já passou pelas Etapas 1 a 3, cujos resultados podem ser vistos em Vasconcelos (2021) e Vasconcelos e Smania-Marques (2021). Assim, esta pesquisa se iniciou na Etapa 4 da Fase 2, com o ajuste do *design* por balanceamento, ou seja, ciclos de teste dentro do Laboratório, que auxiliaram no ajuste, em sua maioria, de algumas vantagens e desvantagens que poderiam se sobreexceder. Durante o balanceamento do jogo tanto os componentes e as regras, como objetivos educacionais e do jogo, podem sofrer modificações, afim de que o jogo esteja funcionando bem, ou seja, que as regras, por exemplo, sejam capazes de prever as possíveis situações no decorrer de uma partida; ou que a mecânica promova a mobilização de recursos cognitivos que promovam o aprendizado dos objetivos educacionais propostos.

Após os ajustes o jogo seguiu para a Etapa 5, que foi feito o primeiro um ciclo de validação com especialista (em jogos, especialistas em conteúdos científicos e pedagógicos), seguido de ajustes para então ser aplicado para a avaliação com o público-alvo. Este público-alvo da pesquisa será descrito com mais detalhes na próxima subseção. Podendo fazer a associação da Figura 2 (proposta de *Desing* de jogo educacional complexo) com a Figura 3 (Ciclo de uma pesquisa de desenvolvimento) em relação a tempo de percurso e necessidade de número de participantes;

Figura 3: Processos de investigação a partir de ciclos em CASCADE-SEA.



Fonte: retirada de (PLOMP; NIEVEEN,2007).

Temos então que as setas azuis correspondem, respectivamente, as Etapas 4 (Ajustes de design = design, desenvolvimento e avaliação formativa) e 5 (Ciclos de validação = avaliação semi-somativa) .

2.2 Caracterização do público-alvo da pesquisa

O projeto foi conduzido no Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio) e no Campus I da UEPB em Campina Grande-PB UEPB. O projeto envolveu o uso de sete cópias do jogo “Adaptive”, juntamente com um pré-teste e um pós-teste.

O primeiro ciclo de validação foi realizado tanto com especialistas, em conteúdo pedagógico e/ou científico, sendo eles, professores da universidade UEPB; especialistas em jogos (jogadores experientes e frequentes); como com o público-alvo do jogo (discentes do curso de graduação de Licenciatura e de Bacharelado em Ciências Biológicas).

Todas as pessoas participantes desta pesquisa foram voluntárias. As pessoas classificadas como especialistas foram escolhidas diante da sua

especialização e contato próximo às pessoas do laboratório LEBio. Os especialistas em jogos ($n = 6$), por exemplo, fazem parte de um grupo frequente de pessoas que se reúnem para jogar presencialmente em casas de amigos, lojas especializadas e eventos da área na Cidade de Campina Grande. Há membros do LEBio que fazem parte deste grupo de pessoas, o que facilitou o contato para o convite para a participação dos mesmos nos testes. Devido a experiência com uma grande variedade de jogos são capazes de tecer comentários e sugestões para o aprimoramento da mecânica e do jogo, garantindo que o jogo seja divertido. Os especialistas no conteúdo científico e pedagógico ($N = 6$) são docentes da área de ecologia e estágio, que podem perceber as limitações e potencialidades para a apresentação e aprendizagem dos objetivos educacionais, podendo por exemplo, indicar se a complexidade está adequada para o nível de ensino proposto (Ensino universitário e médio). Sendo assim, o total de 12 especialistas foi dividido em 6 de jogos; 4 de conteúdo científico; 1 conteúdo científico e pedagógico; e 1 conteúdo pedagógico. É importante ressaltar que, diferentemente do público-alvo do jogo (discentes da graduação), os especialistas não responderam a perguntas de conteúdo, e portanto, não realizaram o pós-teste.

O público-alvo do jogo são discentes da graduação, em específico da Licenciatura e do Bacharelado em Ciências Biológicas do 4 período, momento em que iniciaram o curso de “Ecologia de Populações” e ou “Ecologia de Comunidades”. O docente destes componentes é o nosso especialista em conteúdo científico e pedagógico. Foi combinado que no início do semestre, durante 2 períodos, faríamos a intervenção com o jogo nas turmas, já que, um dos objetivos do jogo, é também potencializar a aprendizagem de conceitos desenvolvidos ao longo destes dois componentes curriculares. Ao todo 129 estudantes participaram das partidas investigativas sendo que destes, foram 83 que responderam tanto ao pré como no pós-questionário e, portanto, 46 foram excluídos do N amostral, já que é necessário que comparar as respostas de ambos os testes para que se possa avaliar o potencial educacional do jogo.

2.2.1 Instrumentos para coleta e análise dos dados

Para coleta de dados com os especialistas, também foi enviado um formulário, que foi entregue após o jogo, lembrando que diferente do público alvo, os especialistas não precisaram de um pré teste, já que, os mesmos precisam ter contato com o jogo para que possam tecer comentários

2.2.1.1 Especialistas

Na análise dos especialistas em jogos, foi perguntado sobre o contato prévio com o conteúdo (ecologia) e a familiaridade com jogos, além de críticas/comentários ou sugestão para a mecânica do jogo. Nós especialistas em conteúdo científico e pedagógicos, também houve as mesmas perguntas porém, diferentemente, tinha perguntas a mais, que questionavam se o objetivo educacional de alguns conceitos, poderiam ser alcançados dentro do jogo.

2.2.1.2 Discentes Participantes do jogo

Durante a implementação do jogo nas salas de aula, reservou-se 30 minutos para explicar as regras e organizar as cópias nas salas, considerando o tamanho da sala e o número de alunos. Cada sessão de jogo teve uma duração de 2 horas, desde o início até o término da atividade. Para a coleta de dados, foi utilizado um formulário de avaliação que incluía questões relacionadas ao status socioeconômico (retiradas do questionário do IBGE) que ajuda a identificar o nosso público-alvo, a familiaridade com jogos e avaliação dos componentes educacionais (quadro 3).

Quadro 3: Perguntas relacionadas com ao status socioeconômico e familiaridade com jogos

Perguntas dos Status socioeconômico
Qual é a sua data de nascimento?
Qual o seu sexo?
A sua cor ou raça é:
Qual o seu nível de educação?
Você trabalha em ou estagia em alguma atividade remunerada em dinheiro? Se sim, qual?
Faixa de rendimento mensal:
Qual o estado que você mora?
Pergunta sobre a familiaridade com jogos
Você gosta de jogos?
Você joga algum jogo atualmente?
Faz quanto tempo que você tem contato com os jogos?
Você joga com qual frequência?
Você conhece tipos diferentes de jogos?
Quais os tipos de jogos você mais joga? (cartas, tabuleiro, RPG, eletrônicos)
Em qual mídia você consome os jogos?
Você já criou ou participou da criação de algum jogo?

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para análise das concepções que sugerem reconstrução educacional, indicando evidências que apoiam ou não as hipóteses de design do jogo, aplicamos um pré-teste (quadro 04) e um pós-teste (quadro 05).

Quadro 04: Perguntas relacionadas a conceitos ecológicos no Pré-teste.

Questões	Perguntas do pré-teste
1	Na sua opinião, qual a importância do controle populacional para o equilíbrio ecológico em um ecossistema? De que formas esse controle pode ocorrer?
2	Quais os prejuízos para espécie em manter

	uma sub-população em um fragmento isolado?
3	Quais as consequências que os impactos ambientais podem causar para as populações de animais e os seus ecossistemas?
4	Como o limite de recursos do ambiente e as dinâmicas de presa-predador influenciam no controle populacional?

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Quadro 05: Perguntas relacionadas a conceitos ecológicos presentes no jogo no Pró-teste.

Questões	Perguntas do Pós teste
1	Você vê semelhança dos eventos que aconteceram no jogo com a realidade? Se sim, qual(is)?
2	Você percebe algum(ns) tipo(s) mudança(s) no ambiente que podem influenciar a permanência ou expansão de uma população de uma espécie? Se sim, qual(is)?
3	Que relações você consegue estabelecer entre a interação presa-predador e a disponibilidade de recursos do ambiente?
4	Você vê relação do tamanho do fragmento de um bioma com as populações de espécies que vivem nele? Se sim, qual(is)?

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Estas oito perguntas abertas abordam a relação entre conceitos ecológicos, como dinâmica presa-predador, controle populacional, impacto ambiental e capacidade de suporte (quadro 04); e como esses conceitos são percebidos durante a partida do jogo (quadro 05). Para que as respostas dos discentes pudessem passar pela análise, foi necessário a criação de um quadro (quadro 6) com os distanciamento e aproximação das respostas desejadas, este quadro contém as respostas esperadas pelos participantes, que se aproximam do conteúdo científico, além da numeração e cor que cada resposta recebe dependendo da sua aproximação distanciamento ou em terceiro caso, um intermediário, onde o aluno contempla parcialmente as respostas desejadas.

Quadro 6: Respostas desejadas no pré e pós teste com a aproximação e/ou distanciamento do conteúdo científico junto com a cor definida para cada um.

Resposta esperada no pré e pós teste com aproximação ao conteúdo científico	
Questões 1	O controle populacional é importante pois é necessário um equilíbrio de diversidade de espécies em um ecossistema, e quando se tem uma homogeneidade de espécies isso impacta negativamente tanto para as populações locais como para o ecossistema. Os modos como podem ocorrer são: predação, quantidade de alimento disponível, espaço disponível e temperatura.
Questões 2	Quando se há fragmentação de uma população em subpopulações menores elas estão mais propensas a mudanças no ambiente que extingam essa subpopulação, e fica mais difícil desses espécimes interagirem com o resto da população em outros fragmentos
Questões 3	Pode impactar a taxa de recurso, mudança de temperatura, inviabilizar a utilização do habitat, pode matar fisicamente os espécimes.
Questões 4	Os recursos são uma forma de controle populacional, então o limite de recursos de um ambiente irá ditar quantas populações conseguem se manter em determinado ambiente, as dinâmicas de presa e predador tem influência similar, pois elas fazem essa pressão de controle populacional ajustando o tamanho das populações das presas e dos predadores em um ciclo.

Cor	Cores dadas a aproximação, intermediário e distanciamento
Vermelho claro-2	Distanciamento - resposta não contempla nenhum elemento esperado Numeração - 1
Azul centáurea-2	Intermediária - contempla parcialmente a resposta esperada Numeração - 2
Verde claro-2	Aproximação - contempla todos os elementos da resposta esperada Numeração - 3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Seguindo o quadro 6 os dados foram analisados de maneira individual, ou seja, as respostas obtidas através dos formulários foram lidas separadamente e categorizadas a partir das respostas dadas pelos estudantes.

Com as respostas obtidas e a separação das que seriam analisadas sendo em apenas quem respondeu ambos os testes, foi definido uma aproximação da resposta desejada e um distanciamento ao qual cada resposta foi submetida na análise, assim fazendo a separação por cores (quadro 7).

Quadro 07: Exemplo das resposta analisada do Estudante E26 no Pré-Teste, seguindo a análise da resposta.

Estudante	Resposta da questão 1	Resposta da questão 2	Resposta da questão 3	Resposta da questão 4
E26	Quanto menos gente houver mais espaço e recurso haverá. Qualquer forma se torna perversa, então não irei descrever nenhuma.	Segregação e conflito.	Morte e instabilidade ambiental.	Sobrevive o mais forte (Darwin)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Neste contexto, cada resposta foi marcada com uma cor que era definida como 'bem-informado' em verde, 'parcialmente informado' em azul claro e 'pouco informado' em vermelho (como por exemplo nos Quadro 07) onde temos a análise do Pré-teste do estudante E28 e do (Quadro 08) onde temos a análise do Pós-teste deste mesmo estudante, mostrando a evolução entre os testes. Para isso, utilizamos apenas o MRE pois o modelo permite a análise das respostas pela aproximação e distanciamento da concepção científica.

Quadro 08: Exemplo das respostas analisadas do Estudante E26 no Pós-Teste, seguindo a análise da resposta.

Estudante	Resposta da questão 1	Resposta da questão 2	Resposta da questão 3	Resposta da questão 4
E26	Sim, ações que dificultam a sobrevivência das espécies.	Sim. Animais controle, época de acasalament o, chuvas	Um garante a sobrevivência do outro, como também o limite de recursos.	Sim. Muitas espécies resultam na baixa de recursos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Em seguida, cada resposta recebeu uma numeração de 1, 2 e 3, seguindo o grau de informação, sendo 1 para resposta em vermelho, 2 para resposta em azul claro e 3 para resposta em verde. Com a numeração feita nos teste foi possível realizar a porcentagem individual de cada bem, parcialmente e pouco informado do mesmo jeito que foi possível comparar a numeração entre o Pré-Teste e o Pós-Teste, de maneira que, se um estudante não apresentou diferença na numeração, ou seja, se permaneceu igual, o resultado é 0, Se a mudança foi de "pouco informado" para "parcialmente informado", o resultado é 1. No caso de uma mudança de "parcialmente informado" para "bem-informado", o resultado também é 1. No entanto, se um participante passou de "pouco informado" para "bem-informado", o resultado é 2. Exemplo da enumeração e a comparação do desenvolvimento dos estudantes no quadro 9.

Quadro 9: Resposta analisada do Estudante E26 enumerado e comparando sua evolução nas respostas depois de ter jogado o "ADAPTATIVE".

Estudantes	Pré teste			
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
E26	1	2	3	1
	Pós teste			
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
	2	1	3	3
	Mudança			
	1	1	0	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão dividiremos a apresentação e análise dos dados para a quarta e quinta etapas do design de desenvolvimento de jogos educacionais complexos (FIGURA 2).

3.1 Resultados da Etapa 4 “Ajustes de Design”

O jogo passou por mudanças em seu design. A figura 4 apresenta como era o jogo em seus ciclos iniciais, porém, já possuindo alguns peões feitos de milho, feijão ou bolinhas de papel, utilizamos desses peões/Pinos para poder contabilizar os recursos disponíveis e a reprodução das espécies, havia também a contagem de recursos e dos pontos de cada participante em uma folha separada e uma tabelinha com o tempo de rodada que antes do final da etapa 4, já não era mais utilizada, porém não se tem fotos para usar de demonstração

Figura 4 – Peças do tabuleiro antes dos ajustes, ciclos de balanceamento no laboratório



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Durante esta etapa 4, pequenas mudanças foram feitas para que pudessem ir para as mãos dos especialistas na etapa 5. As mudanças, foram incluir pequenos cubos de madeira para que pudessem ser usados em vez de

milho ou feijão, também houve a mudança nos papéis que demarcavam os fragmentos, que agora eram impressos. Outro problema identificado foi a necessidade de mudar a forma de contabilizar os recursos e a temperatura de cada fragmento e o tempo de reprodução de cada população em jogo. Na versão original os fragmentos eram controlados com anotações em uma folha que careciam de muitas contas a cada rodada em que entrava ou saía uma espécie, ou que alguma ação antrópica modifica as condições originais do fragmento. Apesar de identificarmos a necessidade de mudança, não conseguimos avançar com uma solução. Que só apareceu na Etapa 5, quando o jogo passou pela avaliação dos especialistas em jogos.

Figura 5: Peças do jogo já modificadas com as peças novos e as demarcações de fragmentos impressos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Foi adicionado ainda, cartas de apoio para os jogadores com o resumo das regras (Figura 06).

Figura 6: Cartas de apoio com resumo das regras. A impressão destas cartas era feita frente (imagem da esquerda) e verso (imagem da direita)

<p>Turno</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. As espécies que atingiram o valor da taxa de reprodução crescem uma população no mesmo tile da original. Se as condições do tabuleiro não permitirem, remova os marcadores até restar apenas um. 2. Coloque uma peça de tabuleiro. 3. Abra uma carta controle. 4. Jogada <u>Espécie</u>: baixe uma carta ou migre até duas populações no tabuleiro. 5. Acrescente um marcador de taxa de reprodução nas suas cartas de espécie. <p> <i>*sempre que um novo tile entra em um fragmento controlado ele sofre as consequências do efeito.</i></p> <p>Fim de jogo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Após a última carta controle ser revelada o jogo termina. • Revisem todas as áreas controladas. • Espécies que atingiram a taxa de reprodução crescem população por ordem: menor para maior taxa de reprodução. Desempate: 1. menor taxa de recursos; 2. menor taxa de dispersão. 	<p>Bem adaptado: a espécie está dentro do seu espectro de temperatura ideal. Ganha +1 de valor adaptativo no fim do jogo.</p> <p>Adaptado: até 2°C a mais do espectro de temperatura ideal da espécie. Consegue se reproduzir.</p> <p>Mal adaptado: entre 2°C e 3,5°C a mais do espectro de temperatura ideal da espécie. Perde -1 de valor adaptativo no fim do jogo.</p> <p>Não adaptado: mais de 3,5°C do espectro de temperatura. População morre.</p> <p>Predação/Caça: a taxa de reprodução da espécie fica paralisada. Caso não haja a preferência alimentar, preda aquelas com menor taxa de reprodução. Casos de empate, preda a espécie com menor taxa de dispersão. Se ainda houver empate, ambas são predadas.</p> <p><i>*caso a população de uma espécie esteja sendo controlada por duas ações de predação ou predação e caça ao mesmo tempo, ela morre.</i></p> <p></p>
--	--

Fonte: Retirada de (VASCONCELOS; SMANIA-MARQUES, 2021).

Nesta carta há a explicação do funcionamento de cada turno, bem como da forma de pontuação de cada população ao final do jogo, sendo de bem adaptada a não adaptada. O objetivo era oferecer um resumo, como fazem muitos jogos modernos, para que, durante a partida, não seja necessário voltar às extensas regras do jogo com tanta intensidade.

Não foram propostas mudanças dos objetivos educacionais definidos para o jogo por Vasconcelos (2021) (Quadro 2), já que nesta Etapa identificamos que havia estrutura e estratégias propícias para testar a potencialidade pedagógica associada a eles.

Com os estes resultados, o jogo foi reformulado e chegamos a um novo protótipo cujas regras funcionavam, ou seja, conseguia prever as possíveis situações que poderiam acontecer durante a partida; as partidas demoravam em média 2 horas e poderiam jogar de 2 a 4 pessoas.

3.2 Resultados da Etapa 5 “Avaliação e Validação”

Após os ajustes de design, o jogo passou pela fase de avaliação e validação. Dividiremos esta seção em "Avaliação por Especialistas" e "Avaliação pelo Público-Alvo".

3.2.1 Avaliação dos Especialistas

Nesta avaliação, consideramos os comentários dos especialistas em jogos e em conteúdo científico e/ou pedagógico, que contribuiram para o equilíbrio e a melhoria do jogo. As críticas e sugestões, especialmente da equipe de especialistas em jogos, resultaram em significativas alterações durante os testes, reformulando diversas dinâmicas de jogo. Além disso, recebemos comentários positivos em relação à concepção geral do jogo e sua jogabilidade.

3.2.2 Especialista em jogos

Obtivemos a participação de um total de 6 especialistas em jogos que concordaram em responder ao questionário voluntariamente. O perfil dos participantes mostra que o público feminino corresponde a 50% dos participantes, enquanto o masculino é representado por 50%. Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 33,3%, pardos 50% e pretos 16,7%. Quanto à escolaridade, observou-se que 66,7% dos participantes possuem Ensino Superior Completo e 33,3% têm Ensino Superior Incompleto.

A distribuição dos participantes em relação à faixa de renda foi a seguinte: Entre 1 e 2 mil Reais 33,3%, Entre 3 e 5 mil Reais 33,3%, Entre 5 e 10 mil Reais 16,7%, Entre 10 e 20 mil Reais 16,7%, enquanto 16,7% preferiram não responder. Quanto ao estado de residência dos participantes, 16,7% são da Bahia, 16,7% e 83,3% da Paraíba.

Temos também a relação que os especialistas possuem com o jogos, dessa maneira, como analisado no formulário, 100% dos especialistas gostam de jogos, 100% estão jogando algum tipo de jogo atualmente, 66,7 jogam há mais de 20 anos, 16,7% de 20 a 15 anos e 16,7% de 15 a 10 anos de jogo, ao relataram a

frequência com que jogam obtivemos que (50%) jogam várias vezes na semana, 33,3% várias vezes no mês e 16,7% jogam todos os dias.

O conhecimento dos especialistas em jogos se dividiu de duas maneiras, de forma que 66,7% conhecem muitos tipos de jogos e 33,3% conhecem alguns tipos de jogo, sendo os jogos conhecidos como “Rpg”, “tabuleiro”, “cartas” e “puzzle”. O tipo de jogo escolhido por eles se deu por jogos físicos com 33,3%, jogos digitais com 16,7% e/ou os que preferem ambos 50%. Muitos desses especialistas já participaram da criação de jogos 66,7% e outros não 33,3%.

Incluindo os jogos junto da educação, temos que 50% das participantes já jogaram jogos educacionais e 50% não, sendo eles “Potato Pirates”, “jogo de memória de estilos literários” ou na participação de um “Workshop treinamento de professores”, sendo assim, com o total de 100% do especialista em jogos, eles acredita, que jogos podem ser utilizados na educação.

Os dados revelam uma amostra diversificada de especialistas em jogos, equilibrada em gênero e etnia. Com participantes predominantemente com Ensino Superior, variando em faixa de renda e geograficamente. Todos demonstraram interesse e experiência prática em jogos, com 100% acreditando na utilidade dos jogos na educação. Essas informações são cruciais para compreender os especialistas em jogos, adaptar estratégias e destacar o conhecimento relevante do conhecimento em jogos que podem ser aplicados no jogo.

O contato prévio dos especialista em jogos com o tema faz se necessário pois, entender os conceitos científicos de ecologia podem auxiliá los a entender os conceitos que são abordados no jogo, tais perguntas sobre o contato prévio das a resposta dada por cada um pode ser vista no quadro 10;

Quadro 10: Pergunta do formulário com especialistas em jogo e seu contato prévio com o conteúdo abordado no jogo.

	Perguntas relacionadas ao contato prévio do tema			
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
	Na sua opinião, qual a importância do controle populacional para o equilíbrio ecológico em um	Quais os prejuízos para espécie em manter sub população em um fragmento isolado?	Quais as consequências que os impactos ambientais podem causar para as populações de	Como o limite de recursos do ambiente e as dinâmicas de presa-predador influenciam no

	ecossistema? De que formas esse controle pode ocorrer?		animais e os seus ecossistemas?	controle populacional?
	Respostas obtidas			
	1	2	3	4
Especialista em jogo - 1	Muito importante. Políticas públicas voltadas para isso, educação (no caso das pessoas), preservação do meio ambiente e combate ao tráfico de animais, ou seja, o ser humano, interferir o mínimo possível.	Dependendo da espécie, ela pode acabar se reproduzindo e acabar virando uma praga ou predando alguma espécie e acabar dizimando uma outra espécie	Podem fazer os animais migrarem, em busca de abrigo e alimento.	Influência demais, afinal, é isso que faz a regulação natural da população
Especialista em jogo - 2	Fundamental. Muitas formas, mas rapidamente consigo pensar em dividir em controle de natalidade (predação de ovos por ex.), ou através da predação dos indivíduos em idade reprodutiva.	Aumenta as chances de sobrevivência daquela linhagem genética, contribuindo ou facilitando pra maior biodiversidade do ecossistema.	Destruição da qualidade e modos de vida desses animais, provocando, no logo prazo, mudanças físicas e/ou química em adaptação ou sua extinção.	Faz com que em um determinado habitat ou ecossistema, em situação de equilíbrio, tenhamos uma população relativamente estável de cada conjunto de especies em seus nicho ecológico.
Especialista em jogo - 3	É imprescindível. Natural (através de predadores por exemplo) e o artificial (através da caça humana)	Não sei	O excesso de uma população específica pode causar desequilíbrios. Ver o impacto dos lobos de yellowstone	Não sei
Especialista em jogo - 4	Controle de uma espécie específica para que não ocorra diminuição em massa de outra espécie, e acabar com uma	Controle populacional de outras espécies que são suas presas, ciclos de plantas e afins	Extinção de espécies, danos climáticos, extinção de espécies de plantas	Aumento de presas, pode ocasionar aumento populacional de predador devido à abundância de

	etapa de outro ciclo			recursos. Podendo ocasionar diminuição da população de presa
Especialista em jogo - 5	Muito importante. Pode ocorrer através da conscientização da população por meio da educação e saúde pública	Manter o equilíbrio	Desde o desequilíbrio até a extinção	Mantêm o equilíbrio das espécies
Especialista em jogo - 6	Muito importante. Sem ideias.	Importante	Extinções e desbalanceamento ecológico	Atualmente não influenciam, pois não há controle

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Como dito anteriormente, foi analisado as críticas/comentários dos especialistas em jogos, ao qual, sugeriram mudanças para melhorar a jogabilidade e então deixar o jogo mais divertido.

Em relação ao número de cartas e à mecânica de migração, uma sugestão específica foi apresentada:

“Com o avançar do jogo, migrar se torna muito difícil pela quantidade de unidades, e a quantidade de cartas faz com que nem sempre ação de controle seja possível (2 ações o jogo inteiro), assim que a partir de x rodadas ou se não tiver mais cartas de controle, pode fazer duas ações de movimento.” (Avaliação deixada por um especialista em jogos).

Com base nesse feedback, optamos por criar novas cartas que facilitam a migração, melhorando tanto a jogabilidade, quanto oportunizando melhor percepção dos efeitos e necessidades de migração de uma população. Introduziu-se uma ação obrigatória, seguida por duas outras: adicionar uma carta de espécie e realizar a migração das espécies já colocadas.

No que diz respeito à ilustração do jogo e demais componentes, recebemos a seguinte crítica:

“Cores diferentes entre grupo de espécies para facilitar de achar no tabuleiro. As imagens dos tokens ficam complicadas de ver a distância e no final do jogo. Facilitaria ter informações simples nos

tokens de controle.” (Avaliação deixada por um especialista em jogos).

Uma das maiores dificuldades que tivemos durante a Etapa 4 era para fazermos as contagens dos recursos disponíveis e consumidos pelas populações de cada fragmento. Durante uma partida investigativa com estes especialistas em jogos surgiu a ideia para utilizarmos peças que representassem dezenas de recursos. Estas peças poderiam então ser alocadas nas cartas das espécies e nos fragmentos de cada tipo de terreno (mangue, caatinga e floresta) (Figura 7).

Figura 7: Peões sobrepostos nas cartas de espécie, junto com as tags de identificação das espécies.



Fonte: Elaborada por Smania Marques (2022).

Em relação aos marcadores de temperatura, que antes eram simbolizados por papéis com números impressos, foi feita uma base com peões de madeira em formato circular, parte que a impressão da temperatura ficasse mais visível e fácil de modificá-la, já que durante o jogo, a mesma poderá sofrer modificações. Houve também a adição de peões de madeira vermelha para representar as marcações de rodadas para a espécie atingir a época de reprodução (Figura 8).

Figura 8: Recursos dos biomas à esquerda da imagem, peões vermelhos representando a taxa de reprodução e as temperaturas com a base de madeira a direita.



Fonte: Elaborada por Smania Marques (2022).

Uma outra grande mudança foi a confecção de novas cartas e a mudança de algumas para balanceamento do jogo (Quadro 11)

Quadro 11: Balanceamento das cartas da etapa 4 (antes) e como ficaram para a etapa 5 (depois).

CARTAS EVENTO	
ETAPA 4	ETAPA 5
Cartas Controle	
Área de Demarcação Indígena	Área de Demarcação Indígena
Proibida a instalação e fechamento imediato de: hidrelétricas, mineradora, industrias, barragens, agricultura extensiva e pecuária extensiva no fragmento.	Proibido a instalação e fechamento imediato de: hidrelétricas, barragens, mineradoras, industrias, conjunto habitacional, agricultura extensiva e pecuária extensiva no fragmento. Atividades ilegais continuam a ocorrer na área.
Hidrelétrica	Hidrelétrica
Reduz a taxa de alimento do habitat em 20 por tile.	Reduz a quantidade de recurso em 20 por peça do fragmento.
Barragem	Barragem
Reduz a taxa de alimento do habitat em 30 por tile.	Reduz a quantidade de recurso em 30 por peça do fragmento.
Agricultura Extensiva	Agricultura Extensiva
Desmatamento da área para a criação de monocultura, reduzindo a taxa de alimento em 10 por tile.	Desmatamento do fragmento para a criação de monocultura. Reduz a quantidade de recurso em 10 por peça do fragmento.
Agropecuária Extensiva	Agropecuária Extensiva
Desmatamento da área para a criação de agropecuária reduzindo a taxa de alimento em 10 por tile.	Desmatamento do fragmento para a criação de agropecuária. Reduz a quantidade de recurso em 10 por peça do fragmento.

Madreiro Ilegal	Madreira Ilegal
Desmatamento da área e todos os tiles adjacentes desse mesmo habitat, reduzindo a taxa de alimento em 10 por tile.	Desmatamento do fragmento para exploração de matéria-prima. Reduz a quantidade de recurso em 10 por peça do fragmento.
Mineradora	Mineradora
Reduz a taxa de alimento do habitat em 20 por tile. Poluição de aumento da temperatura em 3°C após 3 turnos.	Reduz a quantidade de recursos em 20 por peça do fragmento. A cada 3 rodadas o fragmento aumenta a temperatura em 3° C.
Indústria	Indústria
Reduz a taxa de alimento em 10 por tile. Poluição de aumento da temperatura em 2°C após 3 turnos.	Reduz a quantidade de recursos em 10 por peça do fragmento. A cada 3 rodadas o fragmento aumenta a temperatura em 2°C.
Conjunto de Casas	Conjunto Habitacional
Reduz a taxa de alimento em 10 por tile. Poluição de aumento da temperatura em 1°C após 3 turnos.	Reduz a quantidade de recursos em 10 por peça do fragmento. A cada 3 rodadas o fragmento aumenta a temperatura em 1°C.
Caçador Ilegal¹	Caçador Ilegal
Caça até 4 populações de espécies.	Caça as 4 populações com menor taxa de reprodução no fragmento.
Caçador Ilegal²	Espécie Exótica Invasora (<i>Sus scrofa</i>)
Caça até 4 populações de espécies.	Preda as 4 populações com menor taxa de reprodução no fragmento.
<i>Panthera onca</i>	Predador Nativo (<i>Panthera onca</i>)
Preda até 3 populações de espécies. Preferência alimentar por aves, squamata.	Preda as 3 populações com menor taxa de reprodução no fragmento. Preferência alimentar por neonirthes e squamata .
<i>Lycolopex vetulus</i>	Predador Nativo (<i>Lycolopex vetulus</i>)
Preda até 2 populações de espécies. Preferência alimentar pelos testudines.	Preda as 2 populações com menor taxa de reprodução no fragmento. Preferência alimentar por testudines .
Cartas Reação	
Rompimento de Barragem	Rompimento de Barragem
A barragem se rompeu e o fragmento inundou. Reduza o recurso em 50 nessa rodada.	"A barragem se rompeu e o fragmento inundou." Reduza o recurso em 50 nessa rodada. A barragem continua a reduzir a quantidade de recurso do fragmento.
Biólogo	Biólogo Ambientalista
Anula o efeito de caça no habitat	"Políticas e técnicas de manejo foram desenvolvidas." Anule o efeito da espécie exótica invasora no fragmento.
Agente do Ibama	Agente do Ibama
Anula o efeito de caça no habitat.	"Denunciaram caça ilegal no fragmento. Prenda-o" Anule o efeito do caçador ilegal no fragmento.
Forrageamento	Forrageamento
Mova o predador para um fragmento adjacente que tenha ao menos uma população.	"Fome!" Mova o predador nativo para um fragmento que tenha ao menos uma população.

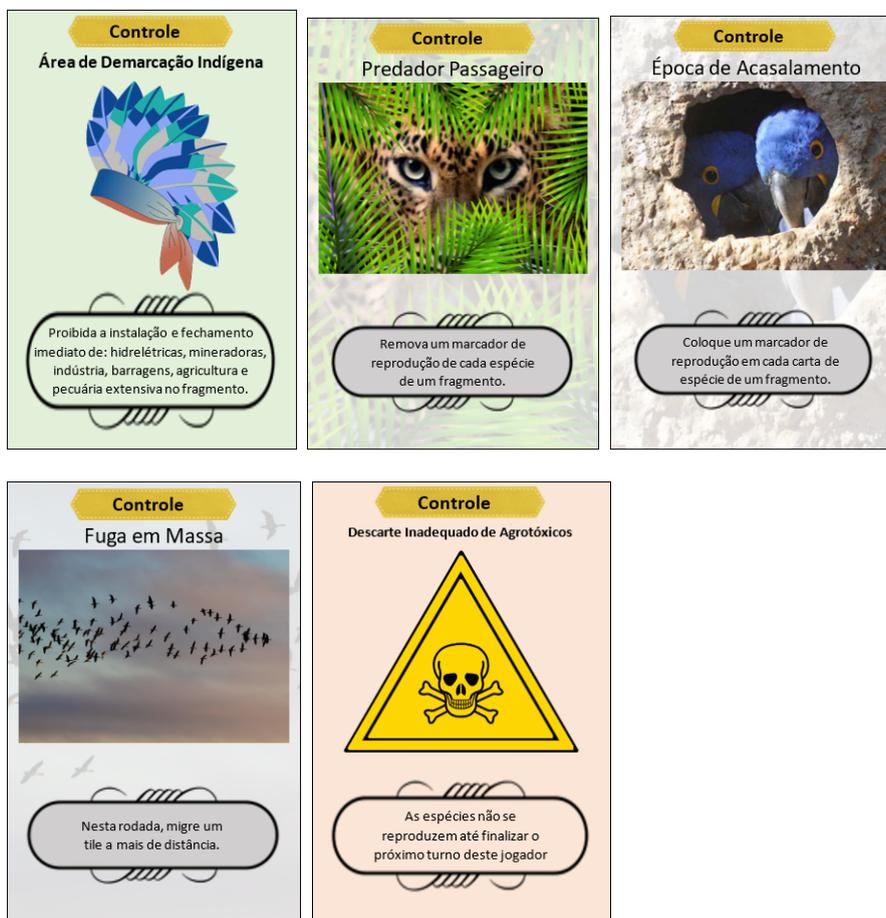
Alvará de Fechamento	Alvará de Fechamento
Fecha instalações com palavra-chave Poluição	"A instalação não cumpriu com os protocolos!" Retira a carta com o efeito de Poluição . Fecha: Mineradoras, indústrias e conjunto habitacional.
Reflorestamento	Reflorestamento
Anula o efeito de desmatamento no habitat.	"O agro não é pop!" Retira a carta com o efeito de Desmatamento . Fecha: Agropecuária Extensiva, Agricultura Extensiva e Madeireiro Illegal.
Cartas Efeito	
Descarte Inadequado de Agrotóxicos	Descarte Inadequado de Agrotóxicos
As espécies não se reproduzem até finalizar o próximo turno deste jogador.	As populações do fragmento não se reproduzem por 1 rodada.
Queimadas	Queimada Illegal
Reduz a taxa de alimento em 20 por tile, aumenta a temperatura em 1°C, Duração de 1 turno.	Durante 1 rodada diminui a quantidade de recurso em 20 por peça do fragmento e aumenta a temperatura em 1° C.
Seca Intensificada	Seca Intensificada
Aumenta a temperatura em 2°C, duração de 4 turnos. PS: No ambiente Amazônia diminui a taxa de alimento em 10 por tile durante o período ativo da carta.	Durante 4 rodadas aumenta a temperatura do fragmento em 2°C. Na floresta tropical, diminui a quantidade de recurso em 10 por peça do fragmento.
Chuva Intensificada	Chuva Intensificada
Diminui a temperatura em 2°C, duração de 4 turnos. PS: No ambiente Caatinga aumenta a taxa de alimento em 10 por tile durante o período ativo da carta.	Durante 4 rodadas diminui a temperatura do fragmento em 2°C. Na caatinga, aumenta a quantidade de recurso em 10 por peça do fragmento.
Cartas Fenômenos	
Época de Acasalamento	Época de Acasalamento
Coloque um marcador de reprodução em cada carta de espécie de um fragmento.	"A primavera chegou mais cedo!" Adicione um marcador de reprodução em cada carta de espécie de um fragmento.
Fuga em Massa	Debandada
Nesta rodada, migre um tile a mais de distância.	"Algo aconteceu! Fuja!" Migre uma população de um fragmento.
Predador Passageiro	Espécie Exótica
Remova um marcador de reprodução de cada espécie de um fragmento.	"Um competidor em potencial!" Remova um marcador de reprodução em cada carta de espécie de um fragmento.

Fonte: Elaboradas por Wendell (2023).

Primeiramente as novas cartas elaboradas (Figuras 9 - 9a, 9b, 9c, 9d, 9e), “Época de acasalamento” e “Fuga em massa” possibilitaram que as reproduções e a migração pudessem acontecer mais vezes durante a partida, fazendo assim, com que os jogadores tivessem como alcançar lugares mais longe com maior

disponibilidade de recursos para que a reprodução de sua espécie ocorra, representando melhor processo de migração na realidade.

Figura 9: Cartas novas acrescentadas, da esquerda para a direita; **Figura 09a** - Área de demarcação indígena; **Figura 09b** - Predador passageiro; **Figura 09c** - Época de acasalamento; **Figura 09d** - Fuga em massa e **Figura 09e** - Descarte inadequado de agrotóxicos.



Fonte: Retiradas do Drive do Laboratório de Ensino de Biologia (2022).

A inclusão das cartas de “Predador passageiro” (Figura 09b) permite que o jogador mova um predador já colocado no jogo, para qualquer tile adjacente ao qual o predador tenha sido colocado, impedindo assim que sua espécie seja predada. A carta “Descarte inadequado de agrotóxicos” torna-se um “coringa” na mão do jogador, já que todos os jogadores não irão poder reproduzir suas espécies até que o turno do jogador que usou esta carta, acabar.

As mudanças realizadas nas cartas de evento fizeram-se necessárias devido ao balanceamento, pois não estavam causando os efeitos esperados durante o jogo (as causas e consequências da migração das populações, por exemplo, não estavam sendo percebidas, já que as cartas para este efeito no

jogo não estavam vantajosas para o seu uso); ou estavam confusas, ou ainda faziam o tempo de jogo demorar mais por não ter ações tão abrangentes. As mudanças como adições de cartas novas e legendas como “Reação” (Figuras 10 - 10a, 10b, 10c) ajudam a gerar mais “caos” durante a partida.

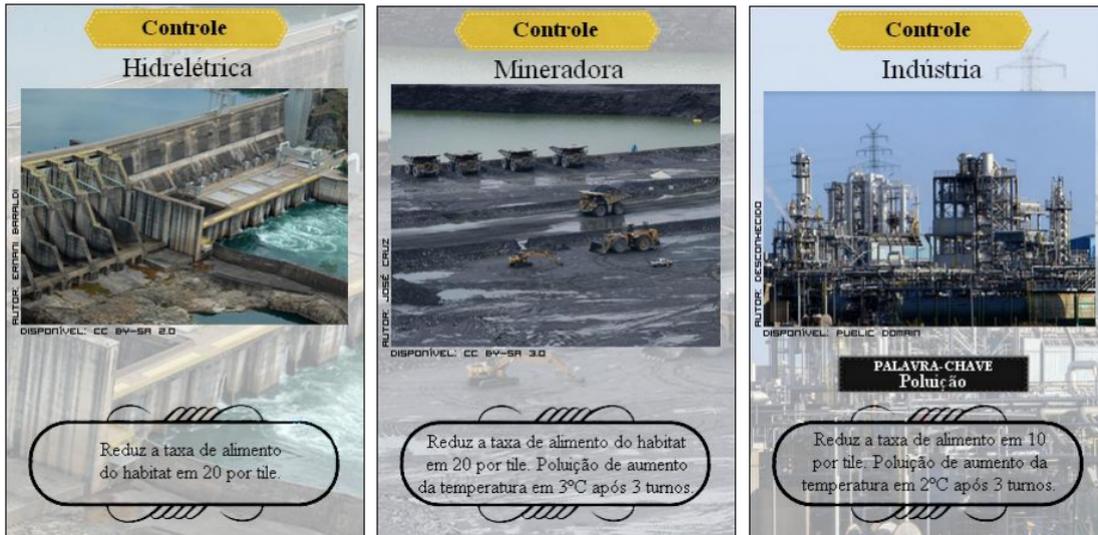
Figura 10: Cartas de reação, da esquerda para a direita; **Figura 10a** -Rompimento da barragem; **Figura 10b** - Reflorestamento; **Figura 10c** - Agente do Ibama.



Fonte: Retiradas do Drive do Laboratório de Ensino de Biologia (2022).

Por fim, a carta “Área de demarcação indígena” impede que cartas como hidrelétricas, mineradoras, indústrias (Figuras 11 - 11a, 11b e 11c) e etc possam ser instaladas no fragmento ao qual a demarcação esteja, e caso já tenha alguma carta controle deste tipo, será fechada, ou seja, retirada do jogo.

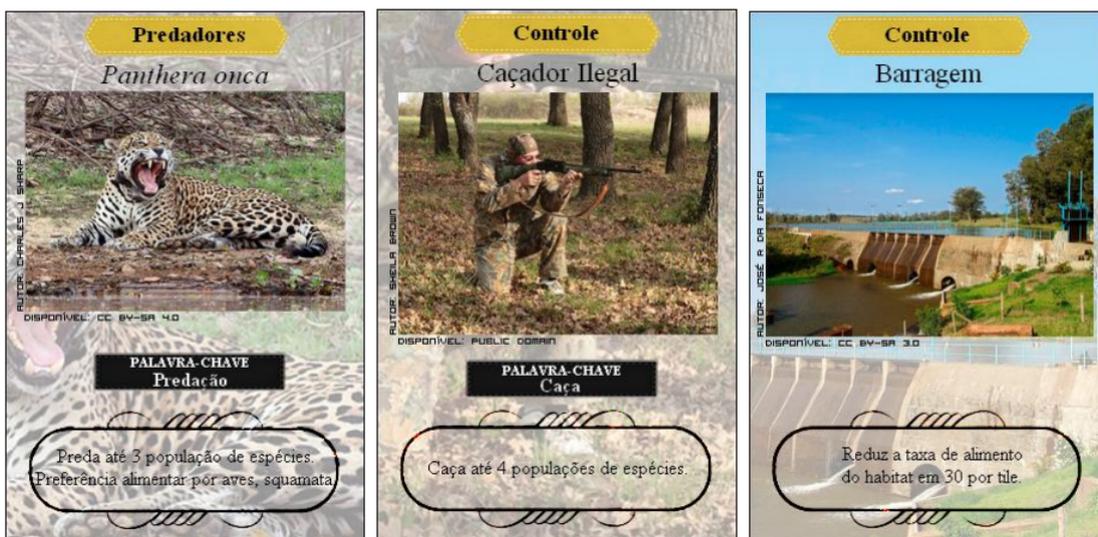
Figura 11: Cartas de controle, da esquerda para a direita; **Figura 11a** -Hidrelétrica; **Figura 11b** - Mineradora; **Figura 11c** - Indústria.



Fonte: Retiradas do Drive do Laboratório de Ensino de Biologia (2022)

Ao adicionar cartas de reação (Figuras 10 - 10a, 10b e 10c), elas permanecem na mão do jogador até sua vez, quando podem ser jogadas para neutralizar ou ampliar efeitos, seja positiva ou negativamente. Por exemplo, podem ser usadas contra cartas de predação, caça ilegal ou para desencadear eventos como o estouro da barragem (Figuras 12 - 12a, 12b e 12c).

Figura 12: Cartas novas acrescentadas, da esquerda para a direita; **Figura 12a** -Predador (Panthera onça); **Figura 12b** -Caçador ilegal; **Figura 12c** -Barragem.



Fonte: Retiradas do Drive do Laboratório de Ensino de Biologia (2022)

Com todas essas adições o jogo passou a ser mais dinâmico e otimizado, passou-se a ter mais eventos durante o jogo, permitindo a evolução do jogador e uma demonstração maior de como suas escolhas impactam mais nos fragmentos.

3.2.3 Especialistas em conteúdos científicos e pedagógicos

Os especialistas em conteúdo (N=5) mais o pedagógico (N=1) contabilizou em 6 participantes ao total. O perfil dos especialistas demonstra que o público feminino corresponde a 66,7% dos participantes, enquanto o masculino é representado por 33,3%. Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 16,7%, pardos 83,3%. Quanto à escolaridade, observou-se que 100% dos participantes possuem Ensino Superior Completo.

A distribuição dos participantes em relação à faixa de renda foi a seguinte: Entre 1 e 2 mil Reais 33,3%, Entre 2 e 3 mil reais 16,7%, Entre 3 e 5 mil Reais 33,3%, Entre 5 e 10 mil Reais 16,7%. Quanto ao estado de residência dos participantes 100% da Paraíba.

Temos também a relação que os especialistas possuem com os jogos, dessa maneira, como analisado no formulário, 83,3% dos especialistas gostam de jogos, porém 16,7% não gostam, apenas 66,7% estão jogando algum tipo de jogo atualmente e 33,3 não estão, quanto ao tempo de contato com jogos durante a vida, 33,3% jogam, 16,7% apenas 1 ano, 33,3% jogam a 1 mes ou menos e 16,7% nunca tiveram contato. Ao relataram a frequência daqueles que jogam, obtivemos que 16,7% jogam 1 vez na semana, 33,3% jogam 1 vez no mês e 33,3% jogam poucas vezes no ano e 16,7% nunca jogou.

O conhecimento dos especialistas em jogos se dividiu de três maneiras, de forma que 16,7% conhecem muitos tipos de jogos e 66,7% conhecem alguns tipos de jogo e 16,7% não conheço nenhum tipo de jogo, sendo os jogos conhecidos como RPG, MMORPG, MOBA, tabuleiro, jogos eletrônicos e cartas. O tipo de jogo escolhido por eles se deu por 50% jogarem jogos virtuais e outros 50% preferem ambos jogos físicos e virtuais. Nenhum dos especialistas participou da criação de um jogo.

Incluindo os jogos junto da educação, temos que 33,3% dos participantes já jogaram jogos educacionais e 66,7% não, sendo esses jogos educacionais

Jogo de Cartas e Tabuleiro e o qual Foi aplicado no ambiente escolar sendo assim, com o total de 100% do especialista em conteúdo científico e pedagógico, acreditam que jogos podem ser utilizados na educação.

Foi analisada as respostas dos especialistas em conteúdo científico e pedagógico e conceitos de ecologia como controle populacional, equilíbrio ecológico, meta populações e/ou ações antrópicas com a disponibilidade de recurso no ambiente (quadro 12). Este quadro auxilia a identificar se os objetivos educacionais podem ser atingidos durante o jogo.

Quadro 12: avaliação das respostas dos especialistas em conteúdo científico e pedagógico sobre os objetivos educacionais.

	AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS			
	Perguntas			
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
	Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de entender o controle populacional e sua importância para o equilíbrio ecológico podem ser atingidos? Se sim, como?	Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de relacionar meta populações com emigração e com migração de espécies em diferentes fragmentos podem ser atingidos? Se sim, como?	Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de identificar e relacionar dinâmicas de presa-predador e capacidade suporte do ambiente com a sua importância para o controle populacional de uma espécie podem ser atingidos? Se sim, como?	Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de relacionar às ações antrópicas com a disponibilidade de recurso no ambiente e como isso afeta o equilíbrio ecológico podem ser atingidos? Se sim, como?
Especialista em conteúdo científico 1	Sim. Por meio da ideia de migração e adaptação.	Sim. A relação do potencial de migração por espécie e sua adaptação ao meio fica claro.	Um pouco. Talvez se às cartas do jogo pudessem ser predadores ou presas.	Sim. A relação dos distúrbio com a diminuição da capacidade reprodutiva e piora da qualidade do recurso demonstra isso
Especialista pedagógico	Sim, ao jogar é possível verificar a importância de cada espécie em determinado bioma, importante ficar atentos às informações	Sim. O procedimento de trocar uma espécie de um bioma para outro, identifica o processo de migração, e faz repensar se realmente o animal vai se adaptar	Sim. O jogo permite repensar acerca de todos os seres que vivem no meio ambiente, bem como reforçar a aprendizagem sobre a	Sim. Durante o jogo desperta a curiosidade e o interesse em salvar as espécies, o meio ambiente, apesar da tentativa

	das espécies, tais como temperatura, reprodução, alimentação.	àquele lugar.	relação meio ambiente/espécies.	de ganhar o jogo.
Especialista em conteúdo científico 2	Sim, pois a medida que os recursos vão se tornando mais escassos, é necessário fazer ações para buscar o controle populacional, seja movendo peças no tabuleiro ou manuseando cartas, que, por exemplo, pode que lhe dá a possibilidade de inserir no jogo um predador para controlar as populações que estão consumindo os recursos no ambiente.	Sim, pois no jogo às populações podem aumentar de tamanho (através da reprodução) e, através do manuseio das peças, podem migrar para outros fragmentos menos populosos e com mais recursos, buscando aqueles fragmentos com recursos e com as condições ideais para que consigam se estabelecer, formando uma meta população de uma dada espécie em diferentes fragmentos.	Sim, pois em fragmentos com os recursos esgotados, às populações não são capazes de se reproduzir, além disso, se inserido um predador (por meio de alguma carta especial), às populações serão prestadas, podendo ser extintas. Além disso, se as presas não estiverem presentes no fragmento, o predador não conseguirá se manter no ambiente e também será extinto.	Sim, algumas cartas poderão ter a ação de inserir impactos antrópicos no ambiente. Estes impactos trarão efeitos negativos ao ambiente, limitando ainda mais a quantidade de recursos e alterando as condições de clima dos fragmentos, e por isto, muitas espécies não conseguirão se manter vivas no ambiente.
Especialista em conteúdo científico 3	Sim, de acordo com a gestão de recursos e como o próprio meio ambiente influencia na história de vida dos seres.	Sim, de acordo com a noção de capacidade de suporte do meio e da percepção desta pelos seres, fazendo-os deslocar-se nos ecossistemas.	Sim, nota-se a regulação da capacidade de suporte do ambiente pela atuação das espécies predadoras, influenciando às presas a expandirem sua população para outros ecossistemas ou sucumbirem.	Sim, vê-se o impacto enorme causado por ações antrópicas em todos os ecossistemas, bem como nos seres ali presentes.
Especialista em conteúdo científico 4	Sim, é entendível que o recurso limitado dentro dos ambientes controla as populações, e que a presença de várias espécies se reproduzindo produz um colapso no fragmento. Ademais, o limite de recurso existente para cada tipo de floresta/fragmento, possibilita visualizar que o limite de recursos para às espécies também é variado para cada habitat.	Sim, a presença das espécies com suas próprias especificações de características ambientes favoráveis e toleráveis para sua sobrevivência/manutenção, e o potencial de migração apresentado nas cartas para cada espécie (os passos que podem executar por round), demonstra de forma geral, como é o processo de migração e que sua execução depende de vários fatores (alguns foram demonstrado na dinâmica do jogo, como	Sim, a limitação que o recurso de cada ambiente traz para a dinâmica do jogo, permite que observemos o quanto os recursos (deste espaço, alimento...) não são ilimitados e que interferem intensamente na manutenção das populações. Além disso, a preferência alimentar dos predadores no jogo, demonstra que o recurso/presa não são independentes e aleatórios, um	Sim, observar o efeito das atividades humanas sobre a dinâmica da população, deste alterações no recurso, como mudanças nas próprias populações através da ação do jogo, permite visualizar mais intimamente a forma "causa e efeito" das ações antrópicas.

		a temperatura do local, o potencial de recurso e a distância do fragmento de interesse do local inicial que a espécie se encontra).	ambiente pode apresentar abundância de uma população que não é de preferência do predador.	
Especialista em conteúdo científico 5	Sim. às estratégias para sobrevivência e manutenção das populações ressaltam a importância do controle populacional para garantir o equilíbrio ecológico dos ecossistemas, uma vez que, a diminuição ou aumento exagerados do crescimento populacional, a depender das características dos ecossistemas e principalmente dos recursos disponíveis, poderiam acarretar na extinção local da população.	Sim. Em vários momentos os estudantes poderão se deparar com a necessidade de realizar algumas migrações em busca de habitats que ofereçam melhores condições para suas populações. Esses movimentos poderão ser relacionados com o conceito de metapopulação, visto a possibilidade de distribuir indivíduos da mesma espécie em diferentes fragmentos dos ecossistemas no jogo, justamente através dos movimentos migratórios, que irão conferir, de certa forma, a conexão entre esses fragmentos.	Sim. O jogo trabalha muito bem com os preceitos que caracterizam a capacidade suporte dos ambientes, além da importância da dinâmica predador-presa para controle populacional. Foi visto que esses fatores moldam diretamente o crescimento populacional no jogo (assim como ocorre na natureza). No jogo, cada ambiente já possui uma quantidade limite de recurso, além disso, às cartas das espécies já indicam a quantidade de recurso que cada organismo consome (variando de uma espécie para outra). Uma vez que a capacidade suporte é atingida (o limite de recurso dos ambientes se acabam) não sendo possível aumentar o número de organismos naquele fragmento.	Sim. O jogo aborda diferentes ações antrópicas e seus impactos sobre os ambientes. Esses impactos afetam diretamente a disponibilidade de recursos para às populações, assim como alteram algumas condições climáticas dos ecossistemas, afetando também a dinâmica das populações nesses habitats. Todas essas consequências são indicadas nas cartas que explicam cada ação antrópica implantada nos ambientes pelos jogadores.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

É perceptível que, a visão dos especialistas mostra-se positiva, para os objetivos educacionais apresentados nos jogos e que eles podem sim ser alcançados. A maioria das respostas mostraram-se positivas para o potencial educacional. É importante destacar o comentário do "Especialista em Conteúdo Científico 1" no Quadro 12, na pergunta da Questão 3, que explicita se é possível alcançar o objetivo educacional das dinâmicas de presa-predador e a capacidade de suporte do ambiente, com sua importância para o controle populacional de uma espécie. O especialista responde;

“Um pouco. Talvez se as cartas do jogo pudessem ser predadores ou presas” (Avaliação deixada por um especialista em conteúdo científico).

Diante dessa resposta, é possível inferir que, durante a confecção das cartas, todas as espécies podem ser predadas com tanto que, haja no tabuleiro a carta de controle “Predadores” (Figura 12a).

Os especialistas em conteúdo também atribuíram outros comentários ou sugestões no formulário enviado, comentários esses, que parabenizam o jogo e como o mesmo trouxe a divulgação científica de espécies brasileiras;

“O jogo é uma ótima ferramenta, sendo uma proposta inovadora para o ensino de ecologia em geral, conseguindo reunir a ecologia de populações, comunidades, ecossistemas e paisagens de uma maneira divertida, além de trazer informações na divulgação científica de espécies nativas do país” (Avaliação deixada por um especialista em conteúdo científico).

Um deles de forma verbalmente destacou a qualidade dos conceitos aplicados no jogo, relatando como exemplo que os conceitos como presa-predador ficaram bem definidos, além de que, o modo como as ações antropológicas influenciaram na partida remete bem às consequências humanas no mundo. Outrossim, foi a maneira como o jogo é complexo para os estudantes.

A especialista em conteúdo pedagógico expressou uma visão positiva em relação ao jogo, sugerindo que este poderia ser estendido para aplicação na Educação Básica:

“Muito legal e super criativo. Sugiro muito que seja ampliado para além do Ensino Superior.” (Avaliação deixada pela especialista em pedagogia).

Para ampliar o alcance do jogo ao ensino médio, foi necessário realizar diversas alterações e redefinir características. Por exemplo, adaptamos a adaptabilidade de algumas espécies e ajustamos as cartas de ação para influenciar uma maior reprodução. Além disso, reduzimos o tempo de jogabilidade, embora a complicação aparente seja o tempo disponível por aula.

A expansão para o ensino fundamental torna-se inviável em primeira instância, uma vez que é necessário avaliar o nível de complexidade do jogo em relação à faixa etária dos jogadores. O jogo estipula a idade mínima de 15 anos, indicando que é adequado para estudantes do ensino médio.

3.2.4 Avaliação do Público-Alvo

Nesta avaliação, consideramos as respostas dadas pelos estudantes voluntários que receberam um pré e um pós teste. As respostas foram analisadas com a justificativa de perceber uma possível evolução no aprendizado de conceitos científicos depois do contato com o jogo.

3.2.4.1 Estudantes de junho de 2022

O total de discentes que responderam o formulário foi de (N= 43). O perfil dos estudantes demonstra que o público feminino corresponde a 62,8% dos participantes, enquanto o masculino é representado por 32,7%. Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 39,5%, pardos 53,5%, amarelos 4,7% e Preta 2,3%. Quanto à escolaridade, observou-se que 7% dos participantes possuem Ensino Superior Completo, 69,8% Ensino Superior Incompleto, 20,9% Ensino Médio completo e 2,3% o Ensino fundamental incompleto.

A distribuição dos participantes em relação à faixa de renda foi a seguinte: Entre 1,00 a 500,00 reais 51,2%, de 501 a 1.000 mil reais 9,3%, Entre 1 e 2 mil reais 18,6%, Entre 2 e 3 mil reais 7,4%, Entre 3 e 5 mil Reais 2,3% e 14% preferiram não responder. Quanto ao estado de residência dos participantes 95,3% da Paraíba e 4,7% do Rio Grande do Norte .

Temos também a relação que os discente possuem com os jogos, dessa maneira, como analisado no formulário, 93% gostam de jogos, porem 7% não gostam, apenas 55,8% estão jogando algum tipo de jogo atualmente e 44,2 não estão, quanto ao tempo de contato com jogos durante a vida, temos que 4,7% mais de vinte anos, 20,9% 15 a 20 anos, 20,9% 15 a 10 anos, 20,9% 10 a 5 anos,

2,3% 5 a 3 anos, 2,3% 3 a 2 anos, 7% 1 ano, 16,3% 1 mês e 4,7% nunca tiveram contato.

O conhecimento em jogos se dividiu de três maneiras, de forma que 27,9% conhecem muitos tipos de jogos e 69,8% conhecem alguns tipos de jogo e 2,3% não conhece nenhum tipo de jogo, sendo os jogos mais conhecidos cartas, eletrônicos e tabuleiro. O tipo de jogo escolhido por eles se deu por 27,9% jogarem jogos virtuais, 16,3% preferem jogos físicos outros 48,8% preferem ambos jogos físicos e virtuais e 7% não consomem jogos na participação na criação de jogos 74,4% já participaram e 25,6% não.

Incluindo os jogos junto da educação, temos que 65,5% dos participantes já jogaram jogos educacionais e 39,5% não, sendo a maioria desses jogos aplicados no ambiente escolar sendo assim, com o total de 100% dos estudantes, acreditam que jogos podem ser utilizados na educação.

3.2.4.2 Estudantes de Abril de 2023

O total de discentes que responderam o formulário foi de (N= 57). O perfil dos estudantes demonstra que o público feminino corresponde a 73,7% dos participantes, enquanto o masculino é representado por 26,3%. Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 50,9%, pardos 36,8%, amarelos 1,8% e Preta 10,5% Quanto à escolaridade, observou-se que 1,8% dos participantes possuem Ensino Superior Completo, 80,7% Ensino Superior Incompleto, 17,5% Ensino Médio completo.

A distribuição dos participantes em relação à faixa de renda foi a seguinte: Entre 1,00 a 500,00 reais 28,1%, de 501 a 1.000 mil reais 28,1%, Entre 1 e 2 mil reais 21,1%, Entre 3 e 5 mil Reais 7%, de 5 a 10 mil 1,8% e 14% preferiram não responder. Quanto ao estado de residência dos participantes 94,7% da Paraíba e 3,5% do Rio Grande do Norte e 1,8% Pernambuco.

Temos também a relação que os discente possuem com os jogos, dessa maneira, como analisado no formulário, 96,5% gostam de jogos, porém 3,5% não gostam, apenas 59,6% estão jogando algum tipo de jogo atualmente e 40,4% não estão, quanto ao tempo de contato com jogos durante a vida, temos que 12,3%

mais de vinte anos, 12,3% 15 a 20 anos, 17,5% 15 a 10 anos, 14% 10 a 5 anos, 7% 5 a 3 anos, 1,8% 3 a 2 anos, 12,3% 1 ano, 22,8% 1 mês.

O conhecimento em jogos se dividiu em 4 maneiras, de forma que 24,6% conhecem muitos tipos de jogos e 64,9% conhecem alguns tipos de jogo, 7% que conhece algum jogo e 3,5% não conheço nenhum tipo de jogo, sendo os jogos mais conhecidos também, cartas, eletrônicos e tabuleiro. O tipo de jogo escolhido por eles se deu por 29,8% jogarem jogos virtuais, 12,3% preferem jogos físicos outros 56,1% preferem ambos jogos físicos e virtuais e 1,8% não consomem jogos. Na participação na criação de jogos 63,2% já participaram e 36,8% não participaram.

Incluindo os jogos junto da educação, temos que 47,4% dos participantes já jogaram jogos educacionais e 52,6% não, sendo a maioria desses jogos aplicados na universidade ou em aulas EAD sendo assim, com o total de 100% dos estudantes, acreditam que jogos podem ser utilizados na educação.

3.2.4.3 Estudantes junho de de 2023

O total de discentes que responderam o formulário foi de (N= 29). O perfil dos estudantes demonstra que o público feminino corresponde a 65,5% dos participantes, enquanto o masculino é representado por 34,5%. Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 48,3%, pardos 31%, amarelos 1,3% e Preta 17,2% Quanto à escolaridade, observou-se que, 34,5% Possui Ensino Superior Incompleto, 62,1% Ensino Médio completo e 3,4% Ensino fundamental completo.

A distribuição dos participantes em relação à faixa de renda foi a seguinte: Entre 1,00 a 500,00 reais 10,3%, de 501 a 1.000 mil reais 10,3%, Entre 1 e 2 mil reais 20,7%, Entre 2 e 3 mil Reais 3,4%, de 3 a 5 mil 6,9% e 48,3% preferiram não responder. Quanto ao estado de residência dos participantes 93,1% da Paraíba e 6,9% do Rio Grande do Norte.

Temos também a relação que os discente possuem com os jogos, dessa maneira, como analisado no formulário, 96,6% gostam de jogos, porém 3,4% não gostam, apenas 65,5% estão jogando algum tipo de jogo atualmente e 34,5% não estão, quanto ao tempo de contato com jogos durante a vida, temos que 10,3%

mais de vinte anos, 24,1% 15 a 20 anos, 17,2% 15 a 10 anos, 31% 10 a 5 anos, 6,9% 5 a 3 anos, 3,4% 3 a 2 anos, 3,4% 1 ano, 3,4% 1 mês.

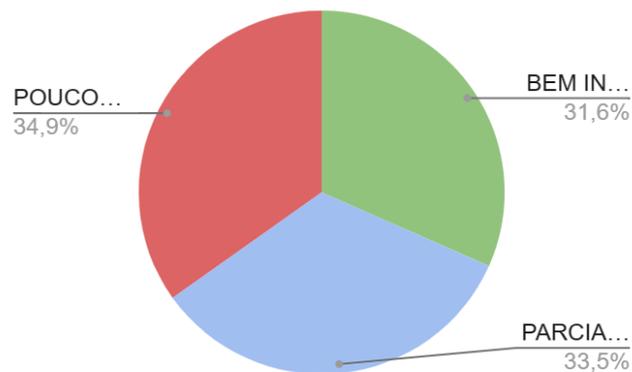
O conhecimento em jogos se dividiu em 3 maneiras, de forma que 27,6% conhecem muitos tipos de jogos e 69% conhecem alguns tipos de jogos e 3,4% não conhece nenhum tipo de jogo, sendo os jogos mais conhecidos também, cartas, eletrônicos e tabuleiro. O tipo de jogo escolhido por eles se deu por 44,8% jogarem jogos virtuais, 10,3% preferem jogos físicos outros 37,9% preferem ambos jogos físicos e virtuais e 2,6% não consomem jogos. Na participação na criação de jogos, 20,7% já participaram e 79,3% não participaram.

Incluindo os jogos junto da educação, temos que 62,1% dos participantes já jogaram jogos educacionais e 37,9% não, sendo a maioria desses jogos aplicados na universidade ou em aulas EAD sendo assim, com o total de 100% do estudantes, acreditam que jogos podem ser utilizados na educação.

Fazendo a junção de todos os participantes do público alvo. Analisando as perguntas do pré com as do pós -teste, os gráficos 1 e 2 mais os objetivos educacionais e o aumento de estudantes bem informados, sendo de 14% é visto que as aplicações mostraram evidências de que o jogo ajuda os estudantes na percepção de problemas entre o crescimento populacional e a capacidade de suporte de um ambiente, visto que, ambos estão interligados, o reconhecimento da interferência do homem e os impactos causados pela suas ações e a relação do animal com seus habitat.

O pré-teste, demonstra que 31,6% dos estudantes tiveram as respostas bem-informadas, 33,5% obtiveram parcialmente informadas e 34,9% pouco informadas, essas porcentagem são resultantes do pré contato com o jogo. veja o gráfico de pizza 01.

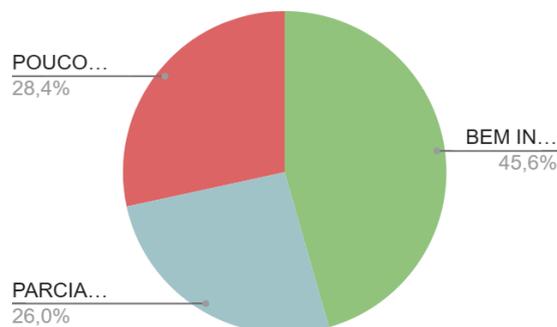
Gráfico 01: Porcentagem das respostas analisadas do Pré-Teste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Já o Pós-Teste, demonstra que 45,6% dos estudantes estavam bem-informados, 26% parcialmente informados e 28,4% pouco informados, após o contato com o jogo (Gráfico 02). É visto o aumento dos alunos que tiveram suas respostas analisadas como bem-informadas.

Gráfico 02: Porcentagem das respostas analisadas do Pós-Teste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Assim, a análise dos resultados aponta evidências que apoiam as hipóteses testadas (percepção de problemas entre o crescimento populacional e a capacidade de suporte de um ambiente; interferência antrópica e os seus impactos; e a relação do animal com seus habitats) a partir da reconstrução educacional indicada pela diminuição de 6,5% de respostas pouco informadas e 7,5% de parcialmente informadas, que implicaram no aumento de 14% de respostas bem-informadas. Quando comparamos as porcentagens do pré com o pós teste obtemos as seguintes evidências: 1) pouco e parcialmente informadas: antes 68,4%, depois 54,4%; 2) parcialmente informadas e bem-informadas: antes 65,1%, depois 71,6%.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências encontradas apoiam as hipótese de que o jogo tem o potencial para promoção dos objetivos educacionais a que se propõem, tais como de reconhecimento, dedução e interpretação das ações humanas no ambiente e suas consequências, junto com a interação dos animais com seus habitats, a fim de sensibilizar os estudantes para necessidade de preservar o meio ambiente para reduzir o impacto nas rotas de vida dos animais, especialmente os que vivem na natureza, a fim de evitar a extinção de espécies locais e a redução de suas populações. Contudo, a intenção é que o jogo alcance mais de 50%, já que, esta porcentagem representa que metade de todos que jogaram o jogo conseguem ter o alcançar os objetivos educacionais, sendo assim, boa parte teriam que conseguir ter respostas bem-informadas e para que isso ocorra serão necessárias algumas modificações, tais como: balanceamento das cartas do jogo (seja no nível de adaptação ou de migração da espécie para melhor jogabilidade); ordem do acontecimento dos eventos e ações da rodada; tempo de jogo. Modificado: Este trabalho visa contribuir para o aprimoramento do ensino de biologia, buscando inspirar a criação de novos jogos educacionais complexos que auxiliem nos processos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, pretende-se enriquecer e dinamizar o ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

DA SILVA, M. G.; SMANIA-MARQUES, R. FERREIRA, H. S. MOBILIZAÇÃO DE ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL PARA APOIAR O PROCESSO DE DESIGN DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BIODIVERSIDADE. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 173–190, 2022. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p173. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2654>.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. (Org.) *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 8a Ed. São Paulo: Cortez, 2005. 183p.

LIRA, Fleuriane Dantas; SMANIA-MARQUES, Roberta. MAIS UM NADA COMUM DIA NA ESCOLA: UM JOGO EDUCACIONAL COMPLEXO NO ESTILO RPG DE AVENTURA PARA TRATAR O TEMA SEXUALIDADE. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 290, 2021.

PLOMP, T; NIEVEEN, N. An introduction to educational design research. In: *Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University* [Z]. Shanghai: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development. 2007.

Silva, M. G. da, & Ferreira, H. S. (2020). Modelo de Reconstrução Educacional como um aporte teórico e metodológico para o design de ambientes de ensino e aprendizagem da ciência. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 25(1), 262–281. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p262>

VASCONCELOS, Gabriel Barbosa. *Adaptative: construção de um jogo educacional complexo como ferramenta facilitadora dos processos de ensino e aprendizagem de ecologia a luz do Modelo De Reconstrução Educacional*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba. Orientadora: Roberta Smania-Marques.

VASCONCELOS, G.B.; SMANIA-MARQUES, R. Construção de um boardgame didático como ferramenta facilitadora dos processos de ensino e aprendizagem de ecologia, zoologia, genética e evolução. In: Silva, M.J.L.; Meneses, C.H.G.; Cruz, F.F. (Org.). *Rede De Saberes 2*. 1ed. Campina Grande: EDUEPB, 2021, v. 1, p. 270-297.

APÊNDICE A - Questionário Socioeconômico

Questionário do IBGE
Endereço de e-mail;
Nome completo;
Qual é a sua data de nascimento?
Qual o seu sexo?
A sua cor ou raça é:
Qual o seu nível de educação?
Você trabalha em ou estagiar em alguma atividade remunerada em dinheiro? Se sim, qual?
Faixa de rendimento mensal:
Qual o estado que você mora?

Fonte: Retirado do formulário no drive (2022)

APÊNDICE B - Questionário sobre a relação com jogos

Familiaridade com jogos
Você gosta de jogos?
Você joga algum jogo atualmente?
Faz quanto tempo que você tem contato com os jogos?
Você joga com qual frequência?
Você conhece tipos diferentes de jogos?
Quais os tipos de jogos que você mais joga? (cartas, tabuleiro, RPG, eletrônicos)
Em qual mídia você consome os jogos?
Você já criou ou participou da criação de algum jogo?

Fonte: Retirado do formulário no drive (2022).

APÊNDICE C - Questionário de análise dos especialistas

AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS
Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de entender o controle populacional e sua importância para o equilíbrio ecológico podem ser atingidos? Se sim, como?
Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de relacionar populações com emigração e com migração de espécies em diferentes fragmentos podem ser atingidos? Se sim, como?
Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de identificar e relacionar dinâmicas de presa-predador e capacidade suporte do ambiente com a sua importância para o controle populacional de uma espécie podem ser atingidos? Se sim, como?
Você acha que durante o jogo (com o manuseio das peças do tabuleiro e cartas) os objetivos educacionais de relacionar às ações antrópicas com a disponibilidade de recurso no ambiente e como isso afeta o equilíbrio ecológico podem ser atingidos? Se sim, como?

Fonte: Retirado do formulário no drive (2022).

APÊNDICE D - Questionário sobre o conhecimento científico relacionado a ecologia para estudantes

Pré teste dos estudantes
Na sua opinião, qual a importância do controle populacional para o equilíbrio ecológico em um ecossistema? De que formas esse controle pode ocorrer?
Quais os prejuízos para espécie em manter uma sub população em um fragmento isolado?
Quais as consequências que os impactos ambientais podem causar para as populações de animais e os seus ecossistemas?
Como o limite de recursos do ambiente e as dinâmicas de presa-predador influenciam no controle populacional?
Pós teste dos estudantes
Você vê semelhança dos eventos que aconteceram no jogo com a realidade? Se sim, qual(is)?
Você percebe algum(ns) tipo(s) mudança(s) no ambiente que pode(m) influenciar a permanência ou expansão de uma população de uma espécie? Se sim, qual(is)?
Que relações você consegue estabelecer entre a interação presa-predador e a disponibilidade de recursos do ambiente?
Você vê relação do tamanho do fragmento de um bioma com as populações de espécies que vivem nele? Se sim, qual(is)?

Fonte: Retirado do formulário no drive (2022).

APÊNDICE E - Questionário sobre questões gerais do jogo e sugestões.

Perguntas sobre, tema, tabuleiro, mecânica, clareza do jogo, cartas e a experiência do jogador
TEMA: Criatividade
TEMA: Complexidade
TEMA: Apresentação
TEMA: Importância
TEMA: Compreensão
TABULEIRO: Design (Formas, Cores, Fontes)
TABULEIRO: Tamanho
TABULEIRO: Tiles/Peças de tabuleiro
TABULEIRO: Ícones
TABULEIRO: Legendas
TABULEIRO: Ilustração
TABULEIRO: Utilização / Objetivo
TABULEIRO: Inserção das peças no tabuleiro
MECÂNICA: Distribuição de cartas
MECÂNICA: Movimentação das peças no tabuleiro
CLAREZA: Regras / Manual
CLAREZA: Objetivos do jogo
CARTAS: Design (Formas, Cores, Fontes)
CARTAS: Tamanho das cartas
CARTAS: Conteúdo / Informação
CARTAS: Ilustrações
CARTAS: Ícones
CARTAS: Utilização / Objetivo
CARTAS: Quantidade de cartas
O que você achou do nome do jogo? Mudaria? Se sim, faça sua sugestão.
Você leu as informações sobre as espécies das cartas?
Deu vontade de jogar novamente?
Você sentiu dificuldades para compreensão do manual de instruções? Se sim, quais?
Você achou o nível de dificuldade muito alto para o público alvo (estudantes do ensino superior)?
Como foi sua experiência enquanto jogador?
Sugestões/Críticas/Comentários Gerais

Fonte: Retirado do formulário no drive (2022).