



**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**

**RAYANE KELLY GARCIA SALES**

**PREDAÇÃO ANIMAL: DESENVOLVIMENTO DO JOGO EDUCACIONAL**  
**COMPLEXO PARA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS**  
**RELATIVOS À BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR**

**CAMPINA GRANDE**  
**2024**

RAYANE KELLY GARCIA SALES

**PREDAÇÃO ANIMAL: DESENVOLVIMENTO DO JOGO EDUCACIONAL  
COMPLEXO PARA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS  
RELATIVOS À BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento do Curso  
de Ciências Biológicas da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito  
parcial à obtenção do título de Licenciada  
em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dr. Roberta Smania Marques

**CAMPINA GRANDE  
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão 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.

S163p Sales, Rayane Kelly Garcia.

Predação animal [manuscrito] : desenvolvimento do jogo educacional complexo para promoção da aprendizagem de conteúdos relativos à biodiversidade e cadeia alimentar / Rayane Kelly Garcia Sales. - 2024.

40 f. : il. color.

Digitado.

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

"Orientação : Prof. Dra. Roberta Smania Marques, Departamento de Biologia - CCBS".

1. Biodiversidade. 2. Jogo educacional. 3. Modelo de Reconstrução Educacional. I. Título

21. ed. CDD 570.7

RAYANE KELLY GARCIA SALES

**PREDAÇÃO ANIMAL: DESENVOLVIMENTO DO JOGO EDUCACIONAL  
COMPLEXO PARA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS  
RELATIVOS À BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 19/11/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado eletronicamente por:

- **Roberta Smania Marques** (\*\*\*.621.465-\*\*), em **05/12/2024 10:17:09** com chave **3b27302cb30b11efbc3c2618257239a1**.
- **Joan Bruno Silva** (\*\*\*.511.634-\*\*), em **05/12/2024 10:25:29** com chave **658861d2b30c11efa2632618257239a1**.
- **Érica Luana Ferreira Álvaro** (\*\*\*.605.334-\*\*), em **05/12/2024 21:06:45** com chave **fae1e3c6b36511ef9e9c06adb0a3afce**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse [https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar\\_documento/](https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Folha de Aprovação do Projeto Final

**Data da Emissão:** 15/12/2024

**Código de Autenticação:** a6045b



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2 MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL</b> .....	6
<b>3 JOGOS EDUCACIONAIS COMPLEXOS</b> .....	8
<b>4 ENSINO SOBRE BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR</b> .....	10
<b>5 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	11
5.1 <b>Etapa de Design</b> .....	11
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	12
6.1 <b>Pesquisa Preliminar: Abordagem lúdica</b> .....	12
6.2 <b>Construção do conceito do jogo</b> .....	12
6.2.1 <i>Análise dos quadros de potencialidade pedagógica</i> .....	12
6.2.2 <i>Construção dos Objetivos Educacionais</i> .....	15
6.2.3 <i>Ideia geral do jogo</i> .....	17
6.2.4 <i>Seleção das espécies de organismos</i> .....	18
6.3 <b>Ciclos de balanceamento e refinamento dos aspectos lúdicos</b> .....	18
6.3.1 <i>Versão balanceada</i> .....	20
6.4 <b>Ciclos de avaliação</b> .....	24
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>APÊNDICE A – ESPÉCIES PRESENTES NO JOGO</b> .....	38
<b>APÊNDICE B- PERGUNTAS RELACIONADAS COM O STATUS SOCIOECONÔMICO E FAMILIARIDADE COM JOGOS</b> .....	39

# PREDAÇÃO ANIMAL: DESENVOLVIMENTO DO JOGO EDUCACIONAL COMPLEXO PARA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS RELATIVOS À BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR

Rayane Kelly Garcia Sales<sup>1</sup>

## RESUMO

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), proposto para o ensino de ciências, reúne pressupostos comensuráveis de três grandes teorias (construtivista; tradição alemã “*Bildung and Didaktik*”; “*Design Research*”), a fim de equilibrar a relevância dos conhecimentos científicos com os conhecimentos pré-instrucionais discentes ao se desenvolver uma solução/ inovação educacional. Esta é uma pesquisa de desenvolvimento de um Jogo Educacional Complexo (JEC) a partir dos pressupostos teóricos e metodológicos do MRE. O percurso se deu a partir de pesquisas prévias que tiveram o MRE como norteador para estabelecer concepções próximas e distantes de discentes em relação ao conhecimento científico de referência em relação à Biodiversidade e à Cadeia alimentar. A pesquisa foi dividida em: 1) Análise do Quadro de Potencialidades Pedagógicas; 2) Seleção de Orientações Educacionais; 3) Definição de objetivos educacionais (conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais); 4) Prototipagem; 5) Avaliação. Os objetivos educacionais foram relacionados intrinsecamente com os do jogo durante a prototipagem, quando também foram definidos: público-alvo (Ensino Médio); faixa etária (a partir de 13 anos); grau de complexidade (médio) e mecânicas (jogo de tabuleiro de controle de área). A fase de avaliação para desenvolvimento e balanceamento consistiu em testes para identificar problemas e potencialidades educacionais, bem como a análise da relação entre o lúdico e o educacional, em busca do aperfeiçoamento do jogo, realizados com docentes em formação inicial. As evidências, além de indicarem necessidade de melhorias no design e na mecânica, indicam potencialidades relacionadas às seis habilidades cognitivas: lembrar, compreender, aplicar, avaliar, analisar e criar, tais como, lembrar que a espécie humana é um componente importante na biodiversidade; avaliar a interdependência dos seres vivos presentes na cadeia alimentar; e criar normas e valores de respeito acerca de interações entre as espécies.

**Palavras-chave:** biodiversidade; jogo educacional; modelo de reconstrução educacional.

## ABSTRAT

The Educational Reconstruction Model (ERM), proposed for science teaching, brings together commensurable assumptions from three major theories (constructivist; German tradition “*Bildung and Didaktik*”; “*Design Research*”), in order to balance the relevance of scientific knowledge with students’ pre-instructional knowledge when developing an educational solution/innovation. This is a research project on the development of a Complex Educational Game (CEG) based on the theoretical and methodological assumptions of the ERM. The path was taken from previous research that had the ERM as a guide to establish close and distant conceptions of students in relation to the scientific knowledge of reference in relation to Biodiversity and the Food Chain. The research was divided into: 1) Analysis of the Pedagogical Potentialities Framework; 2) Selection of Educational Guidelines; 3) Definition of educational objectives (conceptual, procedural and attitudinal contents); 4) Prototyping; 5) Evaluation. The educational objectives were

intrinsically related to those of the game during prototyping, when the following were also defined: target audience (high school); age group (from 13 years old); degree of complexity (medium); and mechanics (area control board game). The evaluation phase for development and balancing consisted of tests to identify educational problems and potential, as well as the analysis of the relationship between the playful and educational aspects, in search of improving the game, carried out with teachers in initial training. The evidence, in addition to indicating the need for improvements in design and mechanics, indicates potential related to the six cognitive skills: remembering, understanding, applying, evaluating, analyzing, and creating, such as remembering that the human species is an important component of biodiversity; evaluating the interdependence of living beings present in the food chain; and creating norms and values of respect regarding interactions between species.

Keywords: biodiversity; educational game; educational reconstruction model.

## 1 INTRODUÇÃO

Para que estudantes tenham uma aprendizagem efetiva é importante que os fatores cognitivos estejam aliados aos fatores emocionais (REINFRIED; MATHIS; KATTMANN, 2009) que, por sua vez, podem ser estimulados através de atividades lúdicas (KISHIMOTO, 2005). As inovações educacionais, tais como as que se utilizam de ferramentas como os jogos didáticos, os modelos didáticos, as simulações e as experimentações, podem proporcionar uma ação discente ativa e instigante, que favorece a aprendizagem do conhecimento científico (MELO; ÁVILA; SANTOS, 2017; PEIXOTO; FREITAS, 2023). Logo para o contexto do ensino, traz resultados importantes no cotidiano da sala de aula. Sendo os jogos educacionais um tipo de inovação que se configura como potencial estratégia para promoção do ensino a partir da integração dos conhecimentos científicos com o lúdico (SMANIA-MARQUES et al, 2024). O jogo favorece o desenvolvimento social, cultural e psicomotor, além de mediar a ludicidade com a linguagem científica, facilitando a compreensão de conteúdos científicos (ANTUNES et al., 2009).

A depender da mecânica empregada no jogo, ele pode ainda favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico ao lidar com problemas e conflitos fictícios, além do potencial para o desenvolvimento de competências e de habilidades para o enfrentamento de situações análogas às simuladas pelo jogo (VASCONCELOS, 2021). Os jogos educacionais complexos (JEC), são jogos produzidos à luz de referenciais teóricos e metodológicos e não apenas de conhecimentos adquiridos ao longo da vida (SMANIA-MARQUES et al, 2024).

Com o intuito de desenvolver um JEC, este trabalho relata o desenvolvimento do jogo Predação Animal a partir das orientações teóricas e metodológicas do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), partindo de resultados já desenvolvidos por Silva (2019) e Brito (2020) no que se refere os conceitos de biodiversidade e cadeia alimentar. Esta pesquisa tem como objetivo contribuir para a solução dos distanciamentos educacionais acerca de biodiversidade e cadeia alimentar através do desenvolvimento de um jogo educacional complexo como mecanismo de promoção da aprendizagem.

## 2 MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), foi desenvolvido por pesquisadores alemães, entre os anos de 1995 e 1997, dedicados principalmente às áreas de Ensino de Física e de Biologia, para apoiar o *design* de intervenções educacionais (DUIT et al., 2012). Nesse contexto, essas intervenções são vistas como soluções viáveis para solucionar problemas educacionais identificados na prática educativa. O MRE faz parte de uma tendência de investigação que se preocupa em aproximar a teoria da prática educativa e é influenciado por três grandes teorias: as bases construtivistas, a tradição alemã de *Bildung e Didaktik* e a Pesquisa Baseada em Design (do inglês, Design Based Research - DBR) (SILVA, 2019).

Os ambientes de ensino e aprendizagem<sup>1</sup> devem ser planejados com o auxílio da ferramenta de *design* do MRE, que é composta por três componentes: i) Análise da estrutura do conteúdo; ii) Investigações sobre as perspectivas dos estudantes; e iii) Design e avaliação das intervenções educacionais de ensino e aprendizagem (DUIT et al., 2012; SILVA, SMANIA-MARQUES, FERREIRA, 2022).

A Análise da estrutura do conteúdo, tem como objetivo elucidar a estrutura do conhecimento científico a partir de uma perspectiva educacional, ou seja, identificar na literatura específica da área do conhecimento científico de referência, quais são os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais a serem ensinados (SMANIA-MARQUES et al, 2024).

No componente intitulado Investigações sobre as perspectivas dos estudantes, é analisada as concepções discentes sobre o conteúdo científico previamente identificado. Ao relacionar as concepções discentes com o conteúdo científico, é possível identificar aproximações e distanciamentos do que se sabe em relação ao que se precisa aprender (SILVA, 2019). Com isso, são identificadas as necessidades de aprendizagem (o que está próximo, mas ainda não completo) e as dificuldades de aprendizagem (o que está distante).

No *design* e avaliação das intervenções educacionais o objetivo é investigar aspectos sobre o seu potencial e sua efetivação para promoção da aprendizagem pretendida (SILVA, 2019).

Tendo em vista os componentes supracitados, é perceptível a relação entre eles, que se interconectam com objetivos claros e concisos. Os componentes do MRE são estruturados em três fases: a primeira, o aprofundamento do entendimento do problema educacional a ser resolvido; a segunda, dedicada à construção de uma proposta de solução para tal problema; e a terceira, destinada à validação do produto final (SILVA, 2019).

Com objetivo de facilitar a compreensão dos componentes do MRE, Silva e Ferreira (2020) destacaram os aspectos teóricos e metodológicos, apresentando um quadro intermediário (Quadro 1), que orienta o *design* de intervenções educacionais com base em teorias de referência, e como uma ferramenta de design, que facilita esse processo (SILVA, SMANIA-MARQUES, FERREIRA., 2022). O MRE oferece fundamentos teóricos e metodológicos para que a construção das intervenções educacionais não seja resultado de um processo arbitrário e sem critérios. As intervenções educacionais são

---

<sup>1</sup> Nesta pesquisa os termos ambientes de ensino e aprendizagem e intervenções educacionais são utilizados como sinônimos.

ações planejadas e direcionadas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, ajudando a resolver dificuldades ou promover o desenvolvimento de competências específicas entre os estudantes.

As intervenções educacionais planejadas à luz do MRE possuem características próprias (Quadro 1).

**Quadro 1** - Sistematização das principais ideias que compõem o Modelo de Reconstrução Educacional.

<b>QUADRO SÍNTESE: MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL (MRE)</b>		
<b>GRANDES TEORIAS</b>	<b>QUADRO INTERMEDIÁRIO</b>	<b>FERRAMENTA DE DESIGN</b>
<b>Bases construtivistas</b> 1. Epistemologia Construtivista 2. Abordagem clássica da Mudança conceitual	1. Principais ideias do MRE 2. Reconstrução Conceitual	1º Componente do MRE: análise da estrutura do conteúdo 2º Componente do MRE: investigação sobre as perspectivas dos estudantes 3º Componente do MRE: <i>design</i> e avaliação de ambientes de ensino e aprendizagem
<b>Tradição alemã de <i>Bildung</i> e <i>Didaktik</i></b> 1. Análise didática 2. Interação fundamental das variáveis instrucionais 3. Elementarização	1. Análise da importância educacional 2. Interação fundamental entre os componentes do modelo 3. Processo de clarificação do conteúdo	
<b>Pesquisa baseada em <i>Design</i></b> Características da pesquisa Fases da Pesquisa	1. Características do processo de pesquisa 2. Fases do processo de pesquisa 3. Procedimento recursivo característico do processo de <i>design</i> descrito no MRE	
<b>IDEIAS-CHAVES DO MRE</b>		
1. A estrutura do conteúdo a ser ensinado não é “dada” pela estrutura do conhecimento científico, mas influenciada por ele e pelo conhecimento do estudante acerca deste conteúdo. Desse modo, o conhecimento íntimo das perspectivas dos estudantes sobre um dado conteúdo da ciência pode levar a um conhecimento sofisticado dele, do ponto de vista educacional. 2. É necessário criar um equilíbrio, e uma interação, entre as questões relacionadas ao conteúdo científico e aquelas de cunho educacional, quando se pretende planejar ambientes de ensino e aprendizagem. 3. O primeiro passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem é a definição dos objetivos e intenções de ensino, ambos pautados nas perspectivas dos alunos, na sua formação como sujeito integral, na estrutura do conteúdo científico e na relação estabelecida entre estes aspectos. 4. O processo de planejamento instrucional, segundo passo para o planejamento de ambiente de ensino e aprendizagem, deve ser moldado por quatro questões fundamentais: Por quê – O quê – Como – Por qual. Estas que para serem respondidas devem levar em consideração as pré-condições intelectuais, comportamentais e socioculturais dos estudantes.		
<b>VISÕES SOBRE...</b>		
<b>O estudante</b> É um sujeito não apenas cognitivo, mas também afetivo e social, que constrói seu próprio conhecimento com base nas experiências com o fenômeno e na troca com o outro. Tem conhecimento sobre o que acontece ao seu redor e por isso é importante conhecer o que o ele sabe sobre um determinado conteúdo.	<b>O professor</b> É um sujeito ativo, mediador, que tem autonomia profissional garantida, sem ser controlado por um currículo imposto. O professor é visto como um construtor do currículo de sala de aula, responsável por planejar um encontro frutífero entre os estudantes e o conteúdo científico.	
<b>O conhecimento científico</b> É visto como construção humana, como conhecimento histórico e patrimônio cultural. Não existe uma estrutura do conhecimento “verdadeira” para uma área específica, mas um consenso de uma comunidade científica específica. O conhecimento é provisório e intersubjetivo, sendo a ciência vista como uma das formas de representar o mundo material.	<b>O mundo material</b> O contexto no qual acontece o encontro entre os sujeitos e as experiências com os fenômenos e com outros sujeitos. No contexto do MRE, é o lugar onde o conhecimento de vida vai sendo adquirido e, também, o contexto situacional da sala de aula, onde as experiências de ensino e aprendizagem planejadas são implementadas.	
<b>O processo de aprendizagem da ciência</b> A aprendizagem da ciência é vista como reconstrução de concepções pré-instrucionais considerando ideias científicas, isto no sentido de promover modificações, enriquecimentos e reestruturações nas concepções pré-instrucionais dos estudantes. Desse modo, busca-se a ampliação do repertório de compreensão dos estudantes sobre um dado fenômeno da ciência. Neste caso, as concepções pré-instrucionais dos estudantes são entendidas como ferramentas para auxiliar no processo ensino e aprendizagem.		
<b>CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES DE ENSINO E APRENDIZAGEM PLANEJADOS A LUZ DO MRE</b>		
1. Os conceitos científicos e as concepções dos estudantes devem ter o mesmo valor e peso no processo de ensino e aprendizagem; 2. O estudante participa de forma ativa nas atividades propostas no ambiente de ensino e aprendizagem; 3. O conteúdo científico deve ser entendido como uma possibilidade, dentre outras, de interpretação do mundo; 4. Os objetivos de ensino consideram as três dimensões do conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal;		

5. O professor assume papel mediador no processo de ensino aprendizagem,
6. O ambiente de ensino e aprendizagem deve promover diversos contextos de tratamento do fenômeno a ser estudado, para oportunizar a ampliação do repertório de experiência dos estudantes com o fenômeno;
7. A aprendizagem dos conceitos envolve não apenas aspecto cognitivos, mas afetivos;
8. A avaliação deve envolver critérios cognitivos e afetivos relativos à aprendizagem dos estudantes.

**Fonte:** Silva; Ferreira (2020)

Essas ideias síntese, inicialmente propostas para a construção de Sequências Didáticas, foram o ponto de partida para a aproximação do MRE da construção de jogos educacionais por Smania-Marques e colaboradores (2024). E possibilitaram o desenvolvimento dos JECs de forma sistematizada.

### 3 JOGOS EDUCACIONAIS COMPLEXOS

Os jogos educacionais têm sido considerados na literatura da área de educação como promissores facilitadores e potencializadores dos processos de aprendizagem, uma vez que propiciam socialização, afetividade, diversão, prazer e até desprazer (KISHIMOTO, 2005). Se produzidos à luz de referenciais teóricos e metodológicos com suporte em processos de design, eles apresentam um equilíbrio entre as dimensões lúdicas e as dimensões educacionais, além de ser motivador, também se configura como um instrumento de aprendizagem (VASCONCELOS, 2021).

É importante situarmos que o termo Jogos Educacionais Complexos se refere aos jogos produzidos à luz referenciais teóricos e metodológicos e não, somente, a partir de saberes advindos da experiência de vida (LIRA; SMANIA-MARQUES, 2021). Desta forma, entendemos que o jogo é um instrumento de mediação entre quem joga e o conhecimento. Durante a partida, conforme as pessoas vão interagindo com o jogo, é possível aprender novos conceitos, procedimentos e atitudes. (SMANIA-MARQUES et al. 2024, p.13).

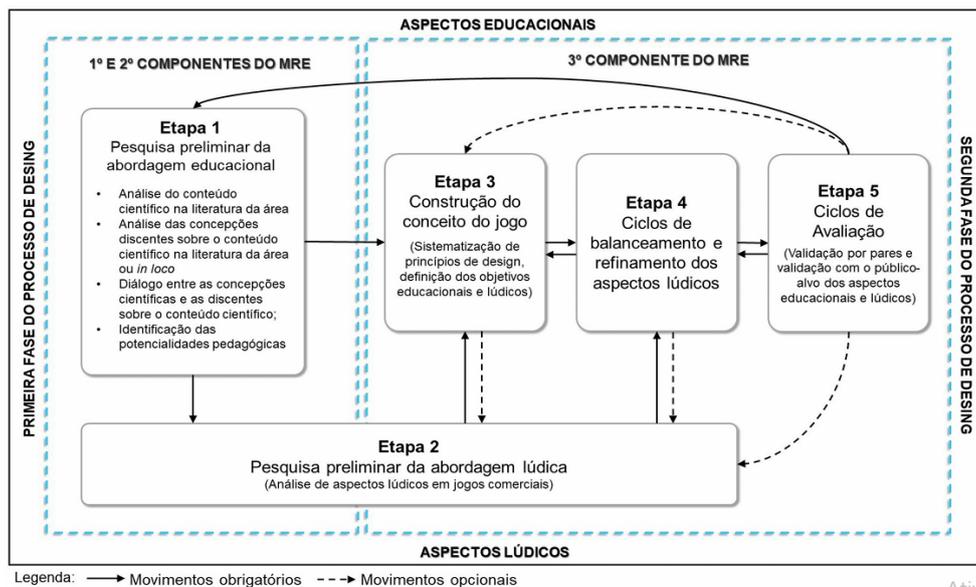
Os JECs apresentam um equilíbrio entre as dimensões lúdicas e educacionais. Podendo ser tanto um elemento motivador como um instrumento de aprendizagem que tem como finalidade resolver problemas identificados na prática educativa, almejando o desenvolvimento de competências para além de conteúdos (SMANIA-MARQUES et al, 2024). Levando em conta o objetivo específico de desenvolver os JECs, o MRE oferece fundamentos teóricos e metodológicos para que essa construção não seja resultado de um processo arbitrário e sem critérios (SMANIA-MARQUES et al, 2024).

As etapas que guiam o processo de desenvolvimento do JEC se conectam (Figura 1), em processo recursivo, permitindo que ao longo da construção voltemos a etapas anteriores para solucionar possíveis problemas que surgem ao longo do desenvolvimento do *design*<sup>2</sup>.

**Figura 01-** Processo de design de Jogos educacionais a partir do referencial teórico e metodológico do Modelo de Reconstrução Educacional proposto por Smania-Marques et al. (2024).

---

<sup>2</sup> Quando falamos de design estamos falando do desenvolvimento do processo de construção do JECs.



Fonte: Elaborado por Smania-Marques et al (2024).

A etapa 1, pesquisa preliminar de abordagem educacional assume um papel importante no desenvolvimento do JEC, são feitas análises da literatura, em busca de compreender as necessidades de aprendizagem com relação ao conceito trabalhado no jogo (SMANIA-MARQUES et al, 2024). Ao final desta análise emergem as potencialidades pedagógicas, onde é possível identificar as principais dificuldades e necessidades de aprendizagem no que se refere aos conteúdos científicos que serão abordados no JEC, conforme visto na Etapa 1 da figura 01.

Na Etapa 2 tem-se que a pesquisa preliminar que busca analisar aspectos lúdicos dos jogos comerciais, tais como as mecânicas de jogo, os elementos que regulam a interação do jogador, que permita alterar o estado do jogo e avançar em busca da vitória, entre outros (SMANIA-MARQUES et al, 2024).

Os resultados da etapa 1 e 2 possibilitam a construção dos objetivos educacionais (SMANIA-MARQUES, 2024). Tais objetivos devem guiar os objetivos do jogo. Definir previamente quais são os objetivos educacionais que serão mobilizados é uma estratégia que busca garantir que o jogo promova um ambiente no qual a aprendizagem seja favorecida. A partir daí todos os outros aspectos relativos à concepção do jogo são esboçados para a construção de protótipos físicos.

Na etapa 4, ocorre os ajustes de design, que objetivam o desenvolvimento e o balanceamento do protótipo (SMANIA-MARQUES, et al. 2024). De acordo com estes autores, os testes com protótipos primários permitem identificar pontos de melhoria durante a aplicação do jogo, possíveis falhas e lacunas que necessitam de aprimoramentos, sejam elas falhas de mecânica e até de design das artes, que seja legível, e de fácil compreensão. É importante observar se os objetivos do jogo estão sendo alcançados, os ciclos de investigação e ajustes de design só encerraram quando for realizado um protótipo final que tenha uma boa mecânica e regras adequadas para aplicação com o público alvo (SMANIA-MARQUES, et al. 2024). Além de se observar se o jogo consegue fluir bem entre os jogadores é importante que seja divertido e que o jogador sinta vontade de jogar outra vez, gerando engajamento e vontade de aprender.

Por fim, na etapa 5 ocorrem os ciclos de validação (SMANIA-MARQUES, et al. 2024). O protótipo final da etapa anterior será submetido ao processo de validação, que

tem como objetivo fazer com que o jogo atenda aos critérios necessários e seja adequado para o propósito o qual foi construído. São considerados aspectos técnicos, estéticos, dinâmicos, ludicidade, conteúdo, bem como o potencial pedagógico. Nesta etapa, a equipe de avaliadores deixa feedbacks sobre a adequação da proposta aos objetivos educacionais e lúdicos do jogo (SMANIA-MARQUES et al., 2024). Bem como analisam os conteúdos abordados, os objetivos, o design, as informações nas cartas, se aspectos como fonte, design e jogabilidade funcionam de forma coesa, para que ao final possa se obter um jogo educacional que seja funcional e aplicável para o público alvo por professores e especialistas a fim de gerar interações entre a turma e o professor, despertar o protagonismo do aluno e ensinar de forma lúdica e educativa os conteúdos científicos de forma construtivista.

#### **4 ENSINO SOBRE BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR**

Na biologia, diversos conceitos abrangem desde a origem da vida ao processo de evolução e desenvolvimento da diversidade de organismos e toda a sua complexidade (DA VEIGA; EHLERS, 2003). Essa diversidade de organismos compõe a biodiversidade, essencial para a sustentabilidade dos ecossistemas, garantindo a estabilidade e a resiliência. O aumento da população humana está impondo diversas ameaças à biodiversidade global, acelerando o ritmo de extinção das espécies (RICKLEFS, 2010, p. 716). Neste contexto, políticas ambientais eficazes, unidas à conscientização e à ação global coordenada são extremamente importantes para enfrentar as ameaças de desequilíbrio provocadas na cadeia alimentar, no que refere a queimadas, desmatamento e caça ilegal que impedem a interação entre as espécies provando um desequilíbrio na biodiversidade de organismos.

Diante deste cenário, fica evidente a necessidade da formação crítica para a compreensão do papel da humanidade nesse processo de preservação e manutenção da biodiversidade. Portanto, desde a educação básica, a compreensão do conceito de biodiversidade é essencial para formar cidadãos conscientes e preparados para lidar com as questões ambientais contemporâneas. Corroborando com estas ideias, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca dentro da proposta de habilidades voltadas a área de conhecimento de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio essa necessidade de formação: “(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (BNCC, p 559)”.

A maior parte da literatura brasileira trata as metodologias ativas como estratégias pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e aprendizagem no aprendiz (VALENTE, ALMEIDA, GERALDINI, 2017). Metodologias ativas, como o uso de jogos educacionais, têm se mostrado uma estratégia eficiente para o ensino (KISHIMOTO, 2005). Jogos sobre biodiversidade, por exemplo, permitem que os estudantes interajam com cenários que simulam as consequências da perda ou preservação de espécies, facilitando a compreensão dos efeitos da ação humana e das políticas ambientais.

Foram mapeados na literatura diversos trabalhos que complementam a visão de que existem lacunas referentes à aprendizagem sobre biodiversidade, o que compromete a aprendizagem dos estudantes. Dentre estes estudos, utilizamos o Quadro de

Potencialidades Pedagógicas (QPP) construído por Silva (2019) à luz do MRE, que apresenta a análise da estrutura do conteúdo e as investigações sobre as perspectivas dos estudantes, sendo possível analisar as concepções científicas e as concepções dos estudantes sobre o conceito de biodiversidade, bem como as necessidades de aprendizagem de forma clara.

Não obstante, a biodiversidade está intimamente ligada ao conceito de cadeia alimentar, uma vez que a variedade de organismos em um ecossistema garante o fluxo de energia e nutrientes entre os diferentes níveis tróficos. Em uma cadeia alimentar, produtores, consumidores e decompositores dependem uns dos outros para sobreviver, e a perda de espécies pode desequilibrar essa rede delicada. A diminuição da biodiversidade afeta diretamente a estrutura das cadeias alimentares, podendo resultar na redução de predadores ou herbívoros, na proliferação descontrolada de algumas espécies e, em última instância, na perda de estabilidade dos ecossistemas (DE SOUZA, 2015).

Por meio de metodologias ativas, como jogos educativos sobre cadeias alimentares e biodiversidade, os alunos podem visualizar de forma prática como a interdependência entre as espécies é fundamental. Simulações de cadeias alimentares em um ambiente de jogo, pode permitir que os estudantes explorem como a remoção de uma única espécie pode afetar todo o ecossistema, reforçando a importância da biodiversidade para o equilíbrio ambiental.

No Trabalho publicado por Brito (2020) é possível elencar diversas dificuldades de aprendizagem desse conceito, como a compreensão do fluxo de energia nas cadeias alimentares, o papel do ser humano nesse contexto e as interações e interdependências entre os níveis tróficos. Utilizamos os resultados encontrados por Brito (2020), construídos à luz do MRE, o qual gerou o QPP, onde foi possível observar as concepções científicas e as concepções dos estudantes, bem como as necessidades de aprendizagem e a partir desses resultados pensar em possíveis formas de minimizar os distanciamentos educacionais destacando a importância de uma visão integrada da cadeia alimentar e a importância do equilíbrio ecológico para a biodiversidade.

## **5 PERCURSO METODOLÓGICO**

A metodologia utilizada seguiu as orientações dos três componentes do MRE e garantiu as interações que são estabelecidas entre eles. Entretanto, antes de explicar as etapas que integram o percurso metodológico deste trabalho, cabe ressaltar que este é um estudo de desenvolvimento, um tipo de abordagem da Pesquisa Baseada em Design, que busca desenvolver intervenções educacionais por meio de um processo gradual de pesquisa.

A pesquisa de desenvolvimento, possui como objetivo final não apenas uma implementação completa, mas o desenvolvimento de protótipos que passam por fases em espiral, atividades de análise, design, validações e revisão que atendam às necessidades e cheguem a um equilíbrio satisfatório (PLOMP, 2013). Nessa perspectiva, é possível identificar um problema e criar possíveis soluções para o enfrentamento do mesmo.

### **5.1 Etapas de Design**

O processo metodológico seguido na construção do jogo educacional tem como referencial teórico-metodológico o Modelo de Reconstrução Educacional (DUIT et al.,

2012). As diretrizes derivadas da *Design Research* englobam os procedimentos do *educational design*, seguindo um formato cíclico e estruturado em três fases: a pesquisa preliminar, a etapa de prototipagem e a fase de avaliação, que por sua vez envolvem processos de análise, planejamento, avaliação e ajustes das atividades, até que se alcance um alinhamento satisfatório entre os objetivos desejados e os resultados obtidos (PLOMP, 2013).

Para a construção do JEC essas fases foram divididas em etapas como apresentado anteriormente (ver Figura 1). Nesta pesquisa foram realizadas as Etapas: 2) Pesquisa preliminar de abordagem lúdica a partir de jogos comerciais e educacionais; 3) Construção do conceito do jogo a partir da análise dos Quadros de Potencialidades Pedagógicas desenvolvidos por Silva (2019) e Brito (2020); Seleção de Orientações Educacionais; 4) Balanceamento e refinamento dos aspectos lúdicos com docentes em formação inicial de Biologia; 5) Avaliação focada na validação por pares, no caso docentes e ou jogadores frequentes.

Esta pesquisa está vinculada ao projeto intitulado “Jogos Biológicos” do LEBio da Universidade Estadual da Paraíba, Campus Campina Grande, este projeto foi aprovado pelo comitê de ética sob o número do parecer 3.165.118. Este comitê aceitou a solicitação de dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos participantes de forma independente, entendendo que este documento formal poderia interferir na percepção e na reação do público-alvo à intervenção educacional.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Pesquisa Preliminar: Abordagem lúdica

Para a seleção das mecânicas do jogo, foram analisados jogos comerciais, ou seja, aqueles jogos voltados para o mercado que possuem destaque para aspectos relacionados ao entretenimento, foi a partir desses jogos que conseguimos identificar as mecânicas utilizadas para que o jogo tenha mais fluidez e estimule os jogadores a continuarem jogando. Também foram analisados aspectos como a preparação inicial do jogo, a jogabilidade, o nível de complexidade, tipos de design, tempo de preparação, explicação e aplicação. Esses aspectos puderam ser evidenciados a partir de uma análise dos jogos acompanhada do preenchimento de fichas de avaliação de jogos disponíveis em Smânia-Marques e colaboradores (2024). A primeira parte da ficha é composta por informações gerais e perguntas que estimulam a reflexão acerca da experiência vivenciada. Na segunda seção da ficha há itens para a avaliação de itens relacionados ao design gráfico e a estética do jogo, como por exemplo: elementos visuais, clareza e legibilidade dos itens. (SMANIA MARQUES et al., 2024).

Aspectos como a movimentação de peças em tabuleiros, competição e design influenciaram o desenvolvimento das mecânicas do jogo, não houve um jogo específico a qual nos inspiramos, o jogo foi desenvolvido a partir da junção de várias pesquisas e observações, e foi se aprimorando ao longo do processo de prototipagem.

### 6.2 Construção do conceito do jogo

#### 6.2.1 Análise dos Quadros de Potencialidade Pedagógica

Segundo o MRE, o primeiro passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem é a definição dos objetivos de aprendizagem, que são pautados nas perspectivas dos estudantes e na estrutura do conteúdo científico (SILVA, SMANIA-

MARQUES, FERREIRA, 2022). Essas perspectivas podem ser encontradas no Quadro de Potencialidades Pedagógicas (QPP) construído à luz do MRE.

O Quadro de Potencialidades Pedagógicas (QPP) é um instrumento que possibilita uma visão ampla sobre a relação dos conhecimentos discentes com os científicos, uma vez que possui orientações educacionais que emergem da compreensão dos conhecimentos dos estudantes que estão próximos ou distantes do conhecimento a ser ensinado, possibilitando evidenciar as necessidades e dificuldades de aprendizagem. Nesta pesquisa, utilizamos o QPP construído por Silva (2019) sobre o conceito de biodiversidade, bem como o QPP construído por Brito (2020) sobre o conceito de cadeia alimentar.

Selecionamos as Orientação Educacionais (OE) 01 do QPP de Silva (2019) “É fundamental entender o significado de cada um dos níveis de organização da BD, reconhecendo que ela pode ser analisada por meio destes níveis”, presente no (Quadro 2), bem como duas OEs do QPP de Brito (2020) “É fundamental compreender que a cadeia alimentar representa uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem como fonte de energia uns para os outros em um ecossistema” e “É essencial analisar as interações estabelecidas entre os componentes de uma cadeia alimentar, a partir da interdependência estabelecida entre eles”, presente no (Quadro 3).

Foi então que definimos que o jogo se trataria de um jogo de tabuleiro de controle de área, o que quer dizer que o jogador realiza movimentos planejados em determinadas áreas do tabuleiro para o beneficiar. O jogo Predação Animal, deve ser jogado com 3 pessoas, ele conta com a presença de cartas espécies, um tabuleiro representado por hexágonos, peças de movimento, peças de identificação de morte para facilitar a identificação e a ação dos decompositores. Nesse momento, foram definidos a quantidade de cartas, o tamanho das cartas, o design, como se daria a preparação inicial do jogo e o tempo de jogo. O tabuleiro é essencial para que ocorram as ações durante o jogo, é nele que as espécies se movimentam, se alimentam e também quando morrem são decompostas, ele representa a interação dessas espécies em uma área, é no tabuleiro onde os jogadores irão inserir na primeira rodada as peças de produtor primário de forma aleatória, garantindo assim maior rejogabilidade, pois a cada nova partida uma nova configuração de produtores é feita possibilitando inúmeras possibilidades de cenário.

**Quadro 2-** Quadro de potencialidades pedagógicas sobre biodiversidade de Silva, 2019.

<p><b>Orientação educacional 1:</b> É fundamental entender o significado de cada um dos níveis de organização da biodiversidade, reconhecendo que ela pode ser analisada por meio deles.</p>
<p><b>Aproximações:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biodiversidade representada pela diversidade de espécie.</li> <li>2. Entendimento sobre o conceito tipológico de espécie.</li> </ol> <p><b>Distanciamentos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar a biodiversidade por meio da diversidade de espécie sem considerar os demais níveis de organização.</li> <li>2. Significado simplificado atribuído a cada um dos níveis da biodiversidade, principalmente ao nível genético.</li> <li>3. Diversidade de espécie representada unicamente pela diversidade de plantas e animais.</li> <li>4. Entendimento sobre o conceito biológico de espécie.</li> </ol> <p>Potencialidades pedagógicas associadas:</p> <p><b>Necessidades de aprendizagem</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entender os três níveis de organização por meio dos quais a biodiversidade pode ser representada.</li> <li>2. Refletir sobre as várias possibilidades de definir o conceito de espécie.</li> </ol> <p><b>Dificuldades de aprendizagem</b></p>

1. Explicar a biodiversidade considerando os seus três níveis de organização.
2. Conhecimento aprofundado sobre cada nível de organização da biodiversidade.
3. Entender a amplitude da diversidade taxonômica.
4. Entender o conceito biológico de espécie e o conceito de organismo.

**Estratégias Metodológicas**

1. Ponto de partida: utilizar a compreensão sobre a diversidade de plantas e animais para refletir sobre aspectos da biodiversidade e sobre a diversidade de espécies.
2. Ponto de partida: utilizar o entendimento sobre o conceito tipológico de espécie, para refletir sobre suas demais formas de conceituação, como por exemplo o conceito biológico de espécie.
3. Utilizar definições mais amplas de biodiversidade que considerem além da diversidade de animais e plantas, àquela relativa aos demais seres vivos.

**Fonte:** Adaptado de Silva, 2019.

**Quadro 3 - Quadro de potencialidades pedagógicas sobre cadeia alimentar de Brito, 2020.**

<p><b>Conhecimento de referência_OE1:</b> É fundamental compreender que a cadeia alimentar representa uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem como fonte de energia um para os outros em um ecossistema.</p>
<p><b>Aproximações:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A cadeia alimentar é composta por seres vivos representados pelos animais.</li> </ol> <p><b>Distanciamento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os estudantes não compreendem o fluxo de energia na cadeia alimentar.</li> <li>2. As interações entre os componentes de uma cadeia alimentar é determinada pelo tamanhos dos seus organismos, seguindo o fluxo de energia do menor organismo para o maior.</li> <li>3. Os seres humanos não são identificados como componentes da cadeia alimentar.</li> </ol> <p><b>Potencialidades pedagógicas associadas</b></p> <p><u>Necessidades de aprendizagem</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar a biodiversidade presente na composição de uma cadeia alimentar, incluindo os seres humanos.</li> </ol> <p><u>Dificuldades de aprendizagem</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar o fluxo de energia na cadeia alimentar.</li> <li>2. Interpretar a cadeia alimentar como uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem de fonte de energia uns para os outros em um ecossistema, seguindo o fluxo de energia do produtor em direção aos decompositores.</li> <li>3. Identificar os seres humanos como componentes de uma cadeia alimentar.</li> </ol> <p><u>Estratégias metodológicas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ponto de partida: abordar os componentes da cadeia alimentar a partir das interações dos animais com suas fontes de energia.</li> </ol>
<p><b>Conhecimento de referência_OE2:</b> É essencial analisar as interações estabelecidas entre os componentes de uma cadeia alimentar, a partir da interdependência estabelecida entre eles.</p>
<p><b>Aproximações:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os componentes da cadeia alimentar são interdependentes.</li> <li>2. Os decompositores trazem benefícios para as plantas e o meio ambiente.</li> </ol> <p><b>Distanciamento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. As relações de dependência dos seres humanos com os demais componentes de uma cadeia alimentar não são citadas.</li> </ol> <p><b>Potencialidades pedagógicas associadas</b></p> <p><u>Necessidades de aprendizagem</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examinar como a interdependência entre os componentes de uma cadeia alimentar podem trazer impactos positivos e negativos para o ecossistema.</li> </ol> <p><u>Dificuldades de aprendizagem</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atribuir relação de dependência entre os seres humanos e os demais componentes de uma cadeia alimentar.</li> </ol> <p><u>Estratégias metodológicas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ponto de Partida: utilizar o conhecimento sobre os benefícios dos decompositores para as plantas e o meio ambiente, para iniciar uma reflexão sobre os impactos positivos e negativos para o ecossistema da interdependência entre os componentes de uma cadeia alimentar.</li> <li>2. Utilizar a relação de dependência entre os seres vivos para problematizar a necessidade dos seres humanos de preservar e conservar a biodiversidade.</li> </ol>

**Fonte:** Brito, 2020

A partir da análise dos quadros de potencialidade pedagógica foram feitas seleções das necessidades, dificuldades e potencialidades pedagógicas presentes nos mesmos para o desenvolvimento do jogo. No que se refere ao Quadro 2, referente à biodiversidade, foi selecionada a necessidade de aprendizagem 1 que busca compreender os níveis da biodiversidade, bem como a dificuldade de aprendizagem 3 e 4, que diz respeito a entender a amplitude taxonômica e o conceito biológico de espécie e organismos na biodiversidade. Nesta perspectiva, no que concerne ao conceito de cadeia alimentar presente nas orientações educacionais 1 e 2 do Quadro 3, foi selecionada a necessidade de aprendizagem 1 que busca identificar a biodiversidade presente na cadeia alimentar incluindo os seres humanos, bem como foram selecionadas as dificuldades de aprendizagem 1,2 que compreende a sequência de interações entre os organismos e o fluxo de energia na cadeia. Como estratégia metodológica principal, buscamos desenvolver o conceito de cadeia alimentar a partir da interação dos organismos com suas fontes de alimento, assim como a interdependência entre os organismos e a importância da preservação da biodiversidade.

### 6.2.2 Construção dos Objetivos Educacionais

Os objetivos educacionais consideram as três dimensões do conteúdo: conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 2015). Os conteúdos conceituais referem-se aos fatos, acontecimentos, dados e fenômenos concretos. Os conteúdos procedimentais referem-se às regras, técnicas, métodos e procedimentos, direcionadas a um objetivo. E os conteúdos atitudinais referem-se à formação de atitudes, valores e normas em relação à informação recebida (ZABALA, 2015). A construção dos objetivos educacionais também é guiada pela Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom Revisada, a qual representa um esquema utilizado para classificar metas educacionais, objetivos e, mais recentemente, padrões, fornecendo uma estrutura que dá significado aos objetivos classificados em uma de suas categorias (KRATHWOHL, 2002). Com auxílio desta taxonomia é possível uma melhor comunicação entre os objetivos, de forma clara e eficiente.

Há várias vantagens em se utilizar esta taxonomia para definir os objetivos educacionais, entre elas estimular os professores a auxiliarem seus alunos, de forma estruturada e consciente, a adquirirem competências específicas a partir da percepção da necessidade de dominar habilidades mais simples (fatos) para, posteriormente, dominar as mais complexas (conceitos) (FERRAZ; BELHOT., 2010). Dessa forma, de acordo com Ferraz e Belhot (2010) “Todo desenvolvimento cognitivo deve seguir uma estrutura hierárquica para que, no momento oportuno, os discentes sejam capazes de aplicar e transferir, de forma multidisciplinar, um conhecimento adquirido”. A utilização da taxonomia de Bloom, possibilita ao professor compreender quais os conceitos trabalhados são mais complexos e em quais processos cognitivos esses conceitos estão envolvidos.

A utilização da Tabela de Taxonomia permite analisar a ênfase relativa, o alinhamento curricular e as oportunidades educacionais perdidas. A partir dessa análise, os professores podem determinar onde e como aprimorar o planejamento curricular e a execução da instrução (KRATHWOHL, 2002). Com base na dimensão do conteúdo de Zabala e nas habilidades cognitivas de Bloom, foram desenvolvidos os objetivos educacionais do (Quadro 4).

**Quadro 4** - Objetivos educacionais de acordo com as dimensões do conteúdo e das habilidades cognitivas

Dimensões do conteúdo
-----------------------

Habilidades cognitivas	Conceitual	Procedimental	Atitudinal
<b>Lembrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que os seres humanos são parte da cadeia alimentar.</li> <li>• Que a espécie possui especificidades alimentares.</li> <li>• O conceito tipológico de espécie.</li> <li>• Que a espécie humana é um componente importante na biodiversidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De localizar os organismos integrantes de uma cadeia alimentar.</li> <li>• Como associar o ser humano ao nível de espécie na biodiversidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que cada organismo tem um papel fundamental para o equilíbrio da cadeia alimentar.</li> <li>• Que a espécie humana não está acima das demais espécies.</li> </ul>
<b>Compreender</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que é preciso associar a ideia de ser humano a de organismo.</li> <li>• Que os organismos servem como fonte de energia uns para os outros em um ecossistema.</li> <li>• O conceito de Biodiversidade de espécies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como comparar o fluxo de energia em cada nível trófico.</li> <li>• Como associar o ser humano ao nível de espécie na biodiversidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como relacionar a interdependência dos organismos na conservação da cadeia alimentar</li> </ul>
<b>Aplicar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conceito de decompositores integrantes ao propor exemplos de cadeia alimentar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os conceitos de decompositor, produtor e consumidor ao propor graficamente uma cadeia.</li> <li>• O papel da biodiversidade para a preservação de um ecossistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas e valores de conservação e sustentabilidade ambiental.</li> </ul>
<b>Analisar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os componentes da cadeia alimentar como parte da biodiversidade.</li> <li>• A categorização dos níveis de organização da biodiversidade, onde o ser humano se insere.</li> <li>• As ações humanas e os impactos que elas causam no ecossistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O equilíbrio energético dentro da cadeia alimentar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como o equilíbrio da cadeia alimentar é uma forma de conservação e preservação da biodiversidade.</li> </ul>
<b>Avaliar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os componentes presentes na cadeia alimentar.</li> <li>• Os tipos de interações entre os componentes na cadeia alimentar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A interdependência dos seres vivos presentes na cadeia alimentar.</li> <li>• Criticamente como as espécies se relacionam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A dependência do homem em relação às demais espécies</li> </ul>
<b>Criar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um exemplo de fluxo de energia entre os níveis tróficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um exemplo de fluxo de energia entre os níveis tróficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma representação da cadeia alimentar incluindo o ser humano.</li> <li>• Normas e valores de respeito acerca de interações entre as espécies.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Mediante a determinação dos objetivos educacionais, foi definido a faixa etária recomendada para a aplicação do jogo. Nessa perspectiva, no estágio operatório formal ou abstrato do pensamento construtivista de Piaget, o indivíduo a partir de 12 anos começa a desenvolver a capacidade de pensar de forma abstrata, lógica e sistemática. Com possibilidade de formular hipóteses, buscar soluções, construir reflexões e teorias, tornando-se apta a aplicar o raciocínio lógico para solução de problemas (FERRACIOLI, 1999). Dessa forma, recomendamos a aplicação do jogo para pessoas a partir de treze anos de idade, onde a compreensão cognitiva atinge o estágio abstrato que, por sua vez, possibilita a materialização dos conceitos. Tendo em vista as mecânicas do jogo

complexo, sua utilização em faixas de menor idade a elencada para o público alvo, não seria recomendada, uma vez que não seria possível alcançar os objetivos educacionais proposto dado o estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Ademais, ressaltando que a possibilidade de efetividade deve ser ainda maior para o público-alvo, ensino médio, que terá uma melhor compreensão da complexidade das mecânicas.

### 6.2.3 *Ideia geral do jogo*

A partir dos resultados de todas as etapas anteriores, definimos que o jogo se trataria de um jogo de tabuleiro de controle de área, o que quer dizer que o jogador realiza movimentos planejados em determinadas áreas do tabuleiro para o beneficiar.

O jogo intitulado Predação Animal deve ser jogado com 3 pessoas. Entre os componentes definimos que teriam cartas espécies, um tabuleiro representado por hexágonos, peças de movimento, peças de identificação de morte para facilitar a identificação e a ação dos decompositores.

Estimamos ainda que as cartas espécie deveriam apresentar a descrição de seu nome científico e popular, com objetivo de disseminar o conhecimento sobre a biodiversidade de espécies na caatinga. Uma vez que essas espécies interagem entre si, em cada cartas deveriam ser representados o quanto aquela espécie pode andar, o quanto de energia ela passa para o próximo nível trófico, sua força em uma competição por alimento e seu hábito alimentar.

Definidos a priori a quantidade e tamanho das cartas, o design, como se daria a preparação inicial do jogo e o tempo de jogo. O tabuleiro é essencial para que ocorram as ações durante o jogo, é nele que as espécies se movimentariam, se alimentariam e também quando morressem seriam decompostas. Ele representa a interação dessas espécies em uma área delimitada pelo tabuleiro, no qual os jogadores deverão inserir na primeira rodada as peças de produtor primário de forma aleatória, garantindo assim maior rejogabilidade, pois a cada nova partida uma nova configuração de produtores é feita possibilitando inúmeras possibilidades de cenário.

O tempo do jogo é cerca de 45 minutos, podendo se estender de acordo com o momento da aplicação, necessidade de explicação das regras, necessidade de organização da turma e distribuição do jogo pelo professor mediador.

Definimos que cada jogador deveria receber 2 produtores primários, 2 consumidores primários, 2 consumidores secundários, 1 consumidor terciário, 1 decompositor, 1 caçador, e três cartas ações. Para isso, no verso da carta são apresentadas letras que identificam a carta no momento da distribuição. Sendo as cartas de produtores representadas pela letra P, as cartas de consumidores primários A, consumidores secundários B, consumidores terciários C, decompositores D, caçador uma imagem do caçador e cartas ações intituladas no verso.

Definimos o número de ações por rodada, onde todos os jogadores têm direito a três ações opcionais e uma ação obrigatória até a 7 rodada, que é inserir uma nova espécie. Entre as ações opcionais, estão **predar**, em que a espécie deve estar no hexágono a qual sua presa esta, podem realizar um embate, vence a espécie com maior número de força, **andar**, que é delimitada pela quantidade de hexágonos que cada espécie pode percorrer durante uma rodada, definida na descrição presente na carta espécie, **alimentar-se**, em que a espécie chega até um produtor e ativa a ação alimentar-se, recebendo energia, **ativar uma carta de ação**, onde a cada rodada os jogadores têm a possibilidade de ativar uma

carta ação, em que uma ação ambiental positiva ou negativa ocorre no jogo, afetando a área desejada pelo detentor da carta. Foram definidas as movimentações de cada espécie de acordo com sua especificidade, uma vez que os consumidores primários possuem mais energia e se locomovem mais que os próximos consumidores, com objetivo de demonstrar que a energia é passada e nesse processo ela é reduzida.

Cada jogador possui suas espécies dispostas no tabuleiro e no seu marcador de rodada, seu objetivo é manter as espécies vivas e alimentadas até o final das rodadas, se suas espécies não se alimentarem por três rodadas elas morrem, e todos os pontos já adquiridos por elas são perdidos, para isso são adicionados 3 marcadores de alimentado ao inserir uma nota espécie, e a cada rodada que ela não se alimentar, perde um marcador.

#### 6.2.4 *Seleção das espécies de organismos*

Foi feito um levantamento bibliográfico acerca da fauna e flora presente no bioma Caatinga. Foram selecionadas espécies que se enquadram na temática do jogo, possibilitando a formação da cadeia alimentar didática, sendo divididas em herbívoros, carnívoros e onívoros, atribuindo-lhe um valor de força e uma pontuação, além de um valor em energia.

Foram utilizadas palavras chaves no google acadêmico para a busca, sendo elas o nome científico da espécie + Caatinga + alimentação, em busca de informações precisas de localização, alimentação e comportamento das espécies na região semiárida da caatinga. Não foram restritas apenas espécies endêmicas, foram selecionadas espécies nativas, ou seja, aquelas que se estabelecem de forma equilibrada em uma dada região. Ao longo das pesquisas foi construído um quadro (Apêndice 1) com informações como o nome científico, o nome popular, tipo de alimentação e os dados de onde as informações foram retiradas, para eventuais consultas.

### 6.3 Ciclos de balanceamento e refinamento dos aspectos lúdicos

O início desses ciclos começou com a construção de protótipos iniciais do jogo para testes com o intuito de analisar se as mecânicas, conceitos e interações esperadas pelo jogo estavam satisfatórias ou se precisam ser melhor adaptadas. Objetiva-se que durante o jogo, de modo geral, os estudantes consigam compreender a importância da biodiversidade para a manutenção da vida nos ecossistemas, reconhecendo o impacto das ações humanas na conservação ou extinção das espécies, bem como identificar os fluxos de matéria e energia nos ciclos naturais e sua importância para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas.

O Jogo Predação Animal surge como uma sugestão de introduzir os conteúdos de cadeia alimentar e biodiversidade, conceitos que estão relacionados a área de Ecologia, além disso, com auxílio de cartas ações é possível que o aluno compreenda algumas das principais causas de destruição dos habitats, como o desmatamento, as queimadas, a presença de espécies exóticas invasoras e a caça ilegal e os prejuízos que isso pode acarretar para o ecossistema. Pensando nisso, durante os ciclos de prototipagem foram feitas as adaptações necessárias com relação ao tamanho das peças, movimentação, organização do jogo, tempo de jogo, mecânicas e principalmente a confecção dos componentes do jogo.

O design foi feito utilizando a plataforma online Canva em sua versão gratuita. As imagens utilizadas foram selecionadas através da plataforma google imagens,

utilizando a ferramenta “Licenças Creative Commons”, ou seja, foram selecionadas do domínio público.

Não apresentaremos um histórico com as mudanças do jogo, apenas a versão final, após o final dos ciclos de prototipagem e balanceamento iniciais terem chegado ao protótipo final. Mas elencamos que as principais mudanças necessárias foram no formato e cor das cartas, bem como no tamanho das peças e do tabuleiro. Outras mudanças foram feitas após o processo de validação.

Na quinta etapa foi testado o protótipo, com objetivo de analisar a sua potencialidade de promoção da reconstrução educacional. Neste momento avaliamos se os objetivos educacionais do jogo têm potencial para serem alcançados, bem como o balanceamento dos aspectos lúdicos e design (tais como clareza do manual e das regras, clareza das informações das cartas, entre outros). Os ciclos de investigação só se encerraram quando obtivemos um protótipo final adequado mecanicamente e que esteja alinhado com os objetivos educacionais propostos para o processo de validação.

Nesta fase, o protótipo foi testado com os membros do Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio) e estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, Campus Campina Grande, a fim de identificar problemas e corrigi-los; após cada partida investigativa as correções necessárias eram feitas e novas partidas agendadas. O ciclo se repetiu até que por fim as avaliações fossem positivas em relação a potencialidade de alcance dos objetivos do jogo. Esta etapa é construída em conjunto com o processo de construção do jogo, uma vez que a cada identificação de uma necessidade de aprimoramento, o jogo voltava a fase de design, e depois volta a prototipagem para uma nova avaliação.

Após a definição destas ideias analisamos as características do jogo em relação ao proposto no quadro 1 sobre as ideias gerais do MRE (quadro 5).

**Quadro 5-** Características do MRE presentes no jogo Predação Animal.

<b>Características próprias dos ambientes de ensino e aprendizagem segundo o MRE.</b>	<b>Localização das características nos processos de design do jogo apresentado.</b>
Os conteúdos científicos e as concepções dos/das estudantes devem ter o mesmo valor e peso no processo de ensino e aprendizagem.	A utilização dos quadros de potencialidade pedagógica retirados de Silva, (2019) e Brito (2020) permitiram identificar as lacunas de aprendizagem em relação a aspectos ecológicos de biodiversidade e cadeia alimentar respectivamente. Além das lacunas, também identificamos as principais aproximações, distanciamentos e necessidades de aprendizagem dos estudantes, que possibilitaram desenvolver os objetivos de aprendizagem do jogo. Dessa forma, os conteúdos científicos e as concepções dos estudantes tiveram o mesmo valor no processo de construção dos objetivos de aprendizagem do jogo.
O estudante participa de forma ativa nas atividades propostas no ambiente de ensino e aprendizagem.	O estudante possui uma participação ativa como jogador, sendo autônomo do seu percurso e do seu processo de aprendizagem durante o jogo, liderando o rumo das dinâmicas e interações feitas no ambiente de ensino e aprendizagem promovido pelo jogo.
O conteúdo científico deve ser entendido como uma possibilidade, dentre outras, de interpretação do mundo	Durante o jogo, os conteúdos científicos são representados pelas espécies de animais pertencentes ao bioma caatinga e pelas movimentações que acontecem no jogo, nas trocas de energia e competições, enquanto as cartas ações desempenham um

Características próprias dos ambientes de ensino e aprendizagem segundo o MRE.	Localização das características nos processos de design do jogo apresentado.
	conhecimento de senso comum, com ações positivas e também negativas que mudam o ambiente do tabuleiro ao serem ativadas.
Os objetivos de ensino consideram as três dimensões do conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal.	Os objetivos educacionais desempenham um papel fundamental e necessário na construção do jogo, sendo eles formulados a partir das três dimensões do conteúdo.
O professor assume papel de mediador nos processos de ensino e aprendizagem	O jogo pode ser jogado apenas com o auxílio do manual, entretanto para uma melhor experiência é necessário a presença de um monitor para auxiliar durante a aplicação. Nesse momento, o professor assume o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem pretendido com o jogo.
O ambiente de ensino e aprendizagem deve promover diversos contextos de tratamento do fenômeno a ser estudado, para oportunizar a ampliação do repertório de experiência dos/das estudantes com o fenômeno.	Durante a aplicação do jogo são apresentados diversos contextos por intermédio das ações que impactam o ecossistema de forma positiva ou negativa. dessa forma, é possível que o estudante amplie o seu repertório de experiências e seja estimulado a fazer reflexões com relação aos conceitos abordados.
A aprendizagem dos conceitos envolve não apenas aspectos cognitivos, mas afetivos.	Durante o jogo, o jogador identifica espécies pertencentes ao bioma Caatinga, e vivencia aspectos lúdicos que podem gerar alegria, competitividade, prazer e até desprazer.
A avaliação deve envolver critérios cognitivos e afetivos relativos à aprendizagem dos/das estudantes. Essas características devem ser consideradas durante o processo de design de intervenções educacionais.	A avaliação pode ser feita a partir de observações como a participação do estudante durante o jogo, se alguns conceitos anteriores puderam ser melhor trabalhados na prática, esclarecendo os questionamentos durante o jogo, bem como observar como os alunos reagiram com uma abordagem lúdica.

**Fonte:** Quadro adaptado de (SILVA, FERREIRA, 2020).

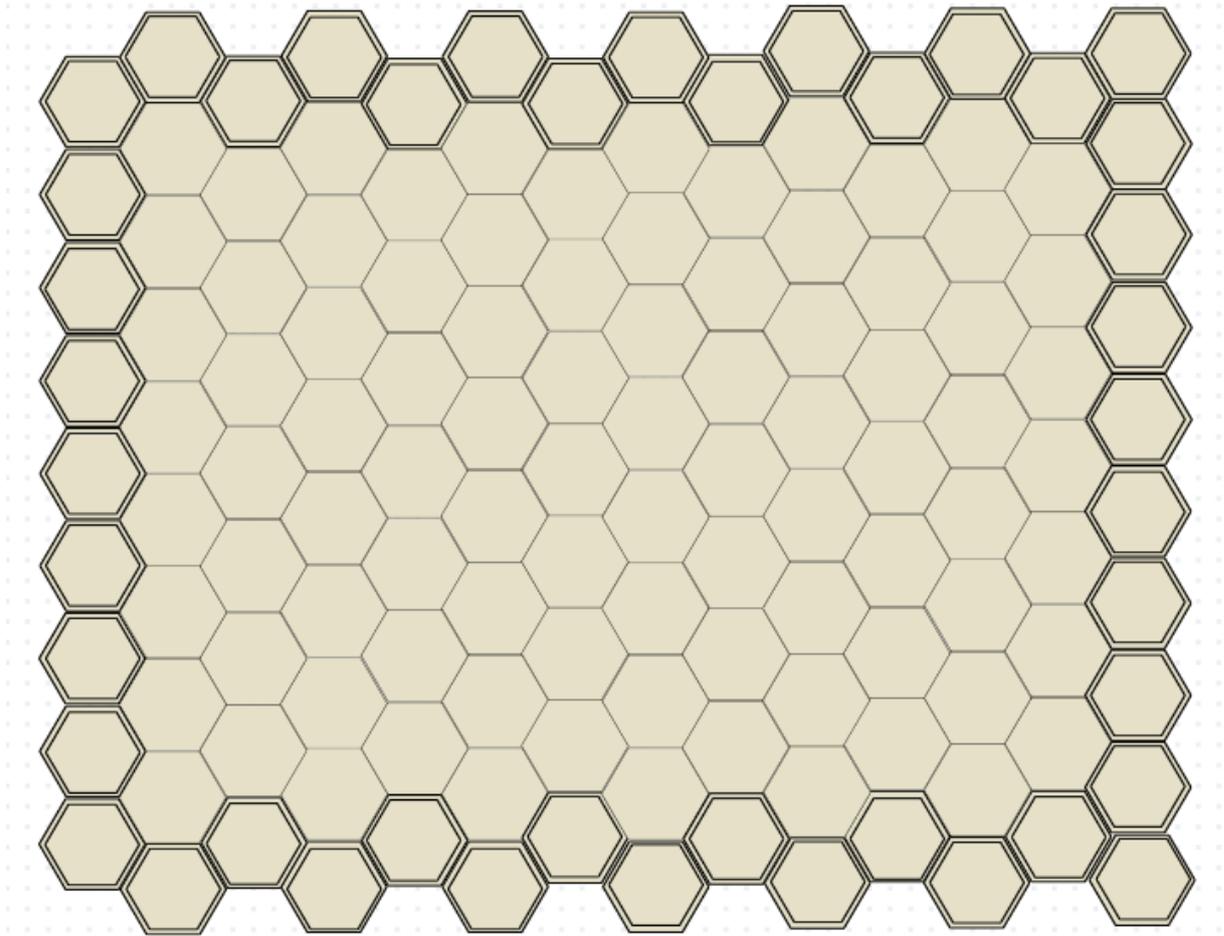
O objetivo deste quadro é analisar de forma sistematizada as características que a intervenção produzida à luz do MRE deve ter em relação à inovação educacional produzida. Dessa forma, é possível observar que o jogo Predação Animal atende as características propostas pela MRE.

### 6.3.1 Versão balanceada

O tabuleiro é composto por 133 hexágonos de 1,68 x 1,44cm (Figura 2), onde as espécies se movimentam, se alimentam e também quando morrem são decompostas pela ação dos decompositores que são ativados pelos jogadores ao longo das rodadas. O tabuleiro representa a área onde irão ocorrer as interações entre as espécies, ou seja, o ecossistema.

O jogo é composto por 3 marcadores de rodada individual, onde os jogadores irão posicionar suas cartas durante as rodadas, bem como os marcadores de energia e alimentando, como ilustrado na figura 3.

Figura 2- Imagem do tabuleiro do jogo



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Figura 3- Marcador de rodada individual

MARCADOR DE RODADA INDIVIDUAL		
PRODUTOR PRIMÁRIO	RODADA 1	RODADA 2
<p><b>Ação obrigatória:</b> colocar todos as suas cartas de produtores primários neste espaço</p> 	<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>	<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>
RODADA 3	RODADA 4	RODADA 5
<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>	<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>	<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>
RODADA 6	RODADA 7	RODADA 8
<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>	<p><b>Ação obrigatória:</b> Inserir uma nova espécie</p>	<p><b>Ação obrigatória:</b> utilizar todas as cartas ações (caso não tenha, pode realizar outras 3 ações)</p> <p><b>3 últimas ações</b></p>

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 4. Carta espécie e descrições



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Ao iniciar o jogo os jogadores recebem 3 cartas ações (Figura 5) cada, elas podendo ser utilizadas durante uma de suas ações por rodada ou ao final do jogo obrigatoriamente, essas cartas ações podem ser positivas, mas também negativas, uma vez que ações provocadas por queimadas, desmatamento, extinção e grandes chuvas

podem provocar sérios problemas para o ecossistema presente no tabuleiro, enquanto ações de reflorestamento, refúgio e alimentação extra podem auxiliando o jogador em suas estratégias de sobrevivência. Essas cartas podem ser utilizadas a qualquer momento durante a vez dos jogadores, sendo contabilizada como uma de suas ações e não podendo ser utilizada mais de uma vez. Se o jogador chegar à 8 e última rodada ainda com as cartas na mão, ele deve obrigatoriamente utilizá-las.

Figura 5- Cartas espécie e cartas ações



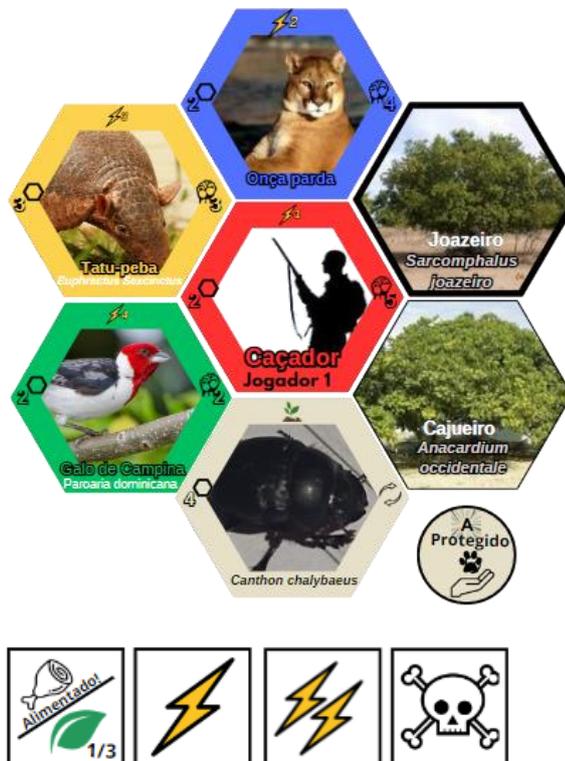
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Sobre as peças de movimento (Figura 6), o jogo possui 8 peças de movimento de produtores primários, sendo 2 delas usadas apenas quando a carta ação de reflorestamento for ativada. 18 peças de movimento de espécies animais que ficam distribuídas ao redor do tabuleiro até que sejam ativadas durante as jogadas das cartas espécie feita pelos jogadores em seus marcadores de rodada individual, vale destacar que os versos das peças de movimento das espécies animais são representados por produtores primários, pois, ao morrerem e serem decompostas, um novo produtor primário surge no tabuleiro, no espaço adjacente, representando o ciclo da matéria.

O jogo também é composto por marcadores que auxiliam durante a jogatina, são 32 Marcadores de Morte (Figura 6), que irão ser utilizados quando uma espécie for morta no jogo, este deve ser disposto sob a peça de movimento do animal predado até que seja decomposto. Bem como 64 Marcadores de energia que serão utilizados para contagem de energia quando uma espécie realiza a predação, ou seja, se alimenta de outra espécie. Então, a energia da espécie que foi predada é repassada para o predador (a energia que é passada para o predador é representada na carta espécie na parte superior direita, e não toda energia que está acima da carta espécie a qual foi predada), esses marcadores de energia devem ser dispostos sobre as cartas espécie que realizaram a predação e estão ativadas no marcador de rodada individual, ao final do jogo serão somados pontos para as energias que permaneceram. Há 84 marcadores de alimentação, estes servem para marcar a quantas rodadas aquela espécie está sem se alimentar, uma vez que a cada final da rodada o jogador deve diminuir um marcador de cada espécie que não se alimentou,

aquela que zera a quantidade de marcadores morre, e aquela que se alimentar recarrega o número de marcadores, sendo 3 para cada espécie.

**Figura 6-** Peças de movimento, peça de protegido, e marcadores de alimentação, energia e morte.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Além das peças de movimento e dos marcadores, o jogo conta com um dado simples, que é utilizado para iniciar o jogo. Inicia aquele jogador que tirar o maior número quando jogar o dado e segue a partir deste em sentido horário.

Ao final do jogo ganha aquele que obtiver mais pontos. Os pontos são calculados a partir da pontuação que cada espécie tem no canto superior esquerdo da carta espécie, somados os pontos de todas as espécies, soma-se a quantidade de energia total do seu marcador individual, em caso de empate ganha aquele que tiver o maior número de espécies vivas dentre as espécies ativas. Se o empate persistir ganha aquele que tiver mais energias.

#### 6.4 Ciclos de Avaliação

Na quinta e última etapa do processo de design, ocorreram os ciclos de validação, o protótipo final foi direcionado para a avaliação por pares feita por especialistas (das áreas de ensino, do conteúdo específico e por especialistas de jogos), com objetivo de identificar possíveis melhorias que podem ser aprimoradas na realidade prática da sala de aula. Nesse momento, foram analisados os conteúdos, objetivos, informações nas cartas, e também aspectos como fonte, design e jogabilidade, com finalidade de analisar a jogatina desenvolvida, com ênfase aos objetivos lúdicos e de aprendizagem.

Nesse sentido, as validações foram realizadas através de uma cópia do jogo Predação Animal em dois momentos, os quais nomeamos de pré-teste e pós-teste. No primeiro momento o pré-teste conta com um formulário de avaliação com 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 (Apêndice 2). Para análise das concepções que sugerem a reconstrução e análise do jogo, aplicamos um pós-teste com perguntas referente aos objetivos educacionais e com a avaliação de jogabilidade do jogo (Quadro 6) e (Quadro 13). Salientamos também que todos os participantes desta pesquisa foram voluntários.

Nesta etapa, os especialistas no conteúdo científico e pedagógico (n=17) foram professores em formação a partir do 5º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Estes, por sua vez, fizeram comentários sobre as limitações que cercam os conceitos do jogo, bem como apresentaram potencialidades de aprendizagem dos objetivos educacionais, além de indicarem se a complexidade está adequada para o nível de ensino proposto (Ensino Médio).

Obtivemos a participação de um total de 17 especialistas do conteúdo científico e pedagógico que concordaram em responder ao questionário voluntariamente. O perfil dos participantes mostra que o público feminino corresponde a 47,1% (8) dos participantes, enquanto o público masculino corresponde a 52,9% (9). Em relação à etnia, os participantes se identificaram como brancos 58,8% (10) e pardos 41,2% (7). Quanto à escolaridade, os participantes estão entre o 5º e o 10º período do curso de licenciatura em ciências biológicas na UEPB. A distribuição dos participantes em relação à faixa de rendimento mensal foi a seguinte: entre R\$ 1,0 e R\$ 500,00 reais 41,2% (7), entre R\$ 501,00 e R\$ 1.000,00 23,5% (4), entre R\$ 1001,00 e R\$ 2000,00 17,6% (3), entre R\$ 3000,00 e R\$ 5000,00 5,9% (1) enquanto 11,8% (2) preferiram não responder. Quanto ao estado de residência dos participantes, 82,4% (14) são da Paraíba, enquanto 17,6% (3) são do Rio Grande do Norte.

No formulário, temos também a relação que os especialistas possuem com os jogos, dessa maneira, como descrito, observamos que 94,1% (16) dos especialistas gostam de jogos e 5,9% (1) não gostam, 58,8% (10) estão jogando algum tipo de jogo atualmente, 41,2% (7) não estão jogando atualmente. Quanto tempo que tiveram contato com os jogos, obtivemos que 29,4% (5) há um mês ou menos 23,5% (4) há 10 ou 15 anos, 17,6% (3) há 15 ou 20 anos, 11,8% (2) de 3 a 5 anos, 5,9% de 5 a 10 anos (1), juntamente com 5,9% (1) mais de 20 e 5,9% (1) a 1 ano. Com relação a frequência, 35,3% (6) jogam poucas vezes no ano, 29,4% (5) joga várias vezes na semana, 11,8% (2) uma vez no mês, 5,9% (1) joga uma vez na semana, 5,9% (1) várias vezes ao mês, 5,9% (1) todos os dias e 5,9% (1) não joga.

O conhecimento dos especialistas se dividiu de três maneiras, de forma que 41,2% (7) conhecem muitos tipos de jogos e 58,8% (10) conhecem alguns tipos de jogo, sendo os jogos conhecidos como RPG, FPS, MOBA, Scape-room tabuleiro, jogos eletrônicos e cartas. Dessa forma, o tipo de jogo escolhido por eles se deu por 41,2% (7) jogarem jogos virtuais, 17,6% (3) jogos físicos e 41,2% (7) preferem ambos. 70,6% (12) não participou da criação de um jogo, enquanto 29,4% (5) participaram.

Incluindo os jogos educacionais, foi possível observar que 76,5% (13) dos participantes já jogaram jogos com finalidades pedagógicas e 23,5% (4) não, sendo esses, jogos de cartas e tabuleiro, os quais foram aplicados no ambiente escolar/universitário.

Por fim, 100% dos especialistas em conteúdo científico e pedagógico acreditam que jogos podem ser utilizados na educação.

Ademais, foram questionados aos avaliadores quais objetivos educacionais puderam ser observados durante a aplicação do jogo. É importante destacar que esses dados foram coletados a partir do formulário de pós-teste como parte integrante do processo de validação. Nessa perspectiva, o formulário é composto por questões referentes aos objetivos educacionais (Quadro 6), juntamente com a avaliação de jogabilidade do jogo (Quadro 13).

**Quadro 6-** Perguntas referentes aos objetivos educacionais.

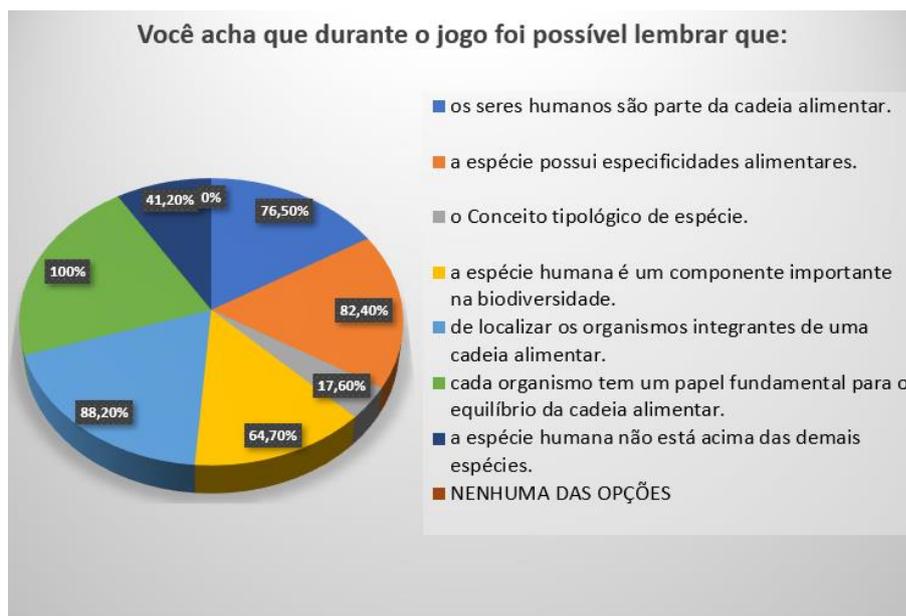
AValiação dos objetivos educacionais
Você acha que durante o jogo foi possível lembrar que :
Se você marcou alguma das opções de lembrar, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?
Você acha que durante o jogo foi possível compreender :
Se você marcou alguma das opções de compreender, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?
Você acha que durante o jogo foi possível aplicar :
Se você marcou alguma das opções de aplicar, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?
Você acha que durante o jogo foi possível analisar :
Se você marcou alguma das opções de analisar, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?
Você acha que durante o jogo foi possível avaliar :
Se você marcou alguma das opções de avaliar, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?
Você acha que durante o jogo foi possível criar :
Se você marcou alguma das opções de criar, que aspectos do jogo promovem essa habilidade cognitiva?

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

As questões referentes aos objetivos educacionais (Quadro 6) buscam compreender quais os objetivos que conseguiram ser observados durante a aplicação do jogo e quais aspectos que promoveram a habilidade cognitiva proposta, e com isso proporcionar melhorias nas mecânicas que permitem alcançar não apenas os objetivos educacionais e as habilidades cognitivas relacionada a eles, como também os objetivos lúdicos propostos.

Ao observar as respostas dos especialistas, podemos analisar quais objetivos educacionais desenvolvidos na etapa 1 desta pesquisa (Quadro 4) puderam ser identificados durante a aplicação do jogo Predação Animal, (Gráfico 1). Nesse momento, os especialistas elencaram os objetivos que puderam ser observados durante o jogo, podendo ser selecionados mais de um objetivo.

Gráfico 1- Habilidade cognitiva lembrar.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Nessa perspectiva, é possível perceber que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: A espécie possui especificidades alimentares 82,4% (14); Localizar os organismos integrantes de uma cadeia alimentar 88,4% (15); Cada organismo tem um papel fundamental para o equilíbrio da cadeia alimentar 100% (17); Os seres humanos são parte da cadeia alimentar 76,5% (13). Após elencar quais os objetivos que foram alcançados durante o jogo, os especialistas descreveram quais foram os aspectos do jogo que permitiram identificar esses objetivos e as habilidades cognitivas associadas e eles, conforme podemos observar algumas respostas no (Quadro 7) que aborda duas respostas selecionadas dentre as 17, foram selecionadas aquelas que alcançaram conceitos em comum com as demais.

**Quadro 7-** Impressões dos especialistas referentes aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de lembrar associada a eles.

ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
E1	O modo como até depois de eliminar uma peça ela ainda tem importância para outra carta, as cores é um ótimo indicativo, o sistema de embate também, e como cada um pode preda e ser predado, menos o caçador. E também no jogo da para ver a importância dos acontecimentos nas cartas de ações, mostrando o impacto das ações.
E2	Ao analisar os símbolos de herbívoro, carnívoro ou onívoro e pensar nas melhores ações de utilizá-los, construindo uma cadeia alimentar mesmo que de maneira implícita. Importante frisar a importância de cada componente, especialmente dos decompositores que foram capazes de renovar o ambiente após extinções/mortes. Com a espécie humana como caçador foi possível identificar a influência negativa que ele tem na biodiversidade com atividades de caça ou destruição das espécies

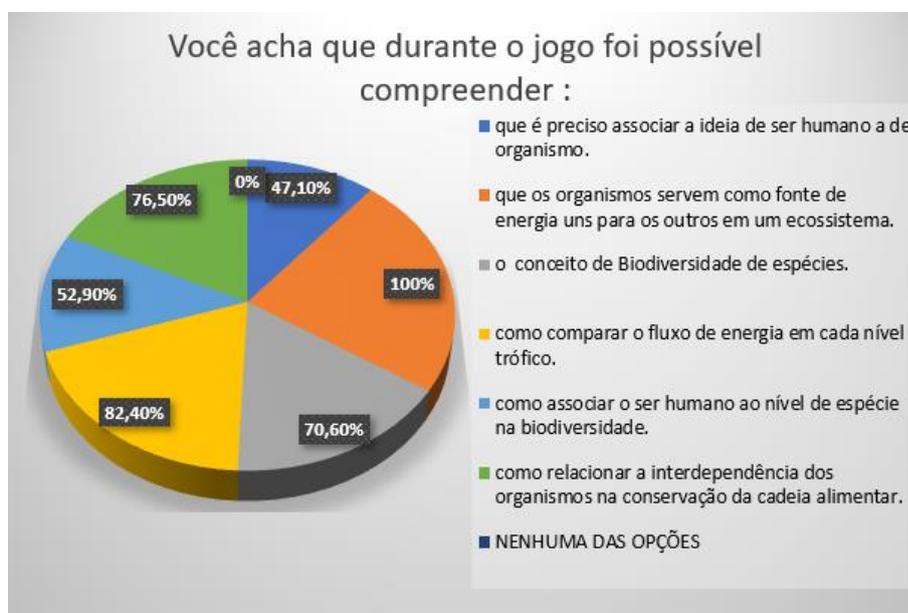
**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Podemos observar nas respostas gerais que 52,94% (9) dos 17 especialistas citaram a ação do caçador no jogo, ao inferir sobre a presença dos seres humanos na

cadeia alimentar e na biodiversidade. No (Quadro 7) durante o jogo podemos compreender aspectos negativos da presença do caçador que na ilustração é representado por um humano com porte de arma, este por sua vez é limitado a caçar apenas a partir da 5ª rodada do jogo, entretanto pode causar uma grande perda de biodiversidade no ecossistema presente no tabuleiro. Inicialmente não conseguimos desenvolver uma mecânica positiva para o caçador, mas contamos com a presença de cartas ações que podem também serem positivas, mostrando um processo de reflorestamento, por exemplo, onde o jogador pode receber uma nova espécie produtora. Vale destacar, que os especialistas elencaram diversos pontos positivos, como a importância de cada espécie para a cadeia alimentar bem para a biodiversidade, e como cada espécie possui suas características próprias.

Em um segundo momento, os especialistas responderam as perguntas relacionadas à habilidade cognitiva de compreender (Gráfico 2).

Gráfico 2. Habilidade cognitiva compreender



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Após observar o gráfico 2, é possível entender que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: Que os organismos servem como fonte de energia uns para os outros em um ecossistema. 100% (17); O conceito de Biodiversidade de espécies 70,6% (12); Como comparar o fluxo de energia em cada nível trófico. 82,4 % (14); Como relacionar a interdependência dos organismos na conservação da cadeia alimentar 76,5% (13). Com isso podemos analisar quais foram os aspectos do jogo que possibilitaram essa compreensão dos conceitos trabalhados neste aspecto cognitivo (Quadro 8).

**Quadro 8-** Impressões dos especialistas referentes aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de compreender associada a eles.

ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
E1	O ser humano estar incluído no jogo, como personagem participante, a quantidade de energia obtida diminui conforme o nível trófico passa, a presença de várias espécies de animais e plantas, e o fato das espécies precisarem umas das outras para alimentarem-se.

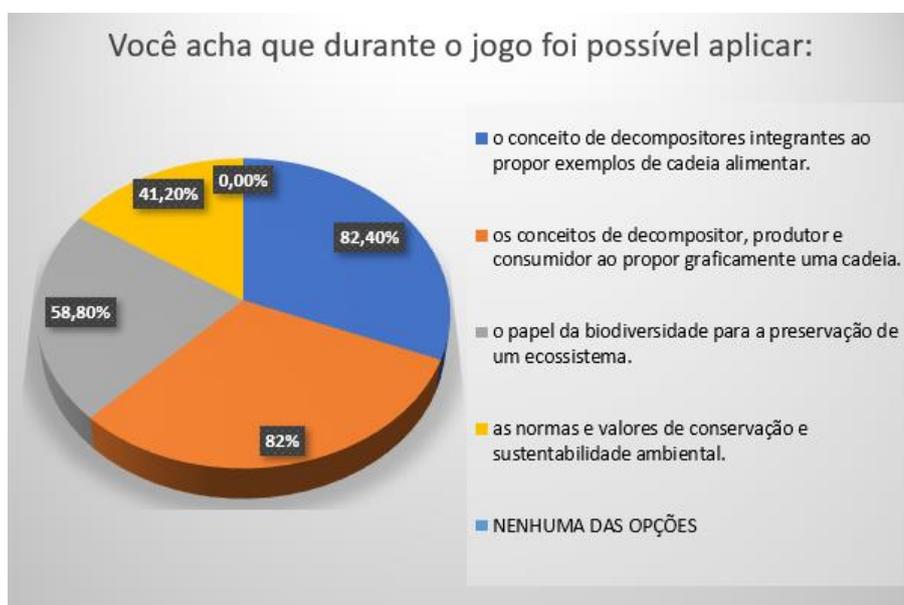
E2	Com a quantidade de energia passada entre os organismos é possível perceber a diferença dos níveis tróficos. A utilização de diferentes espécies da Caatinga revelam a biodiversidade deste bioma. A necessidade de alimentação dos animais e a procura por energia mostram a interdependência dos organismos dentro de um ecossistema.
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

É possível destacar que nesse momento, os especialistas compreenderam que a energia representada por um marcador de energia no jogo pode representar bem o fluxo de energia na cadeia. Um dos especialistas também comentou sobre “A mecânica de receber energia após o animal se alimentar”, destacando ações de predação e mecânicas de transferência de energia entre os níveis tróficos. Alguns objetivos não foram melhor avaliados, isso reflete algumas limitações desta intervenção educacional, e destaca avaliações que possibilitam o desenvolvimento de melhorias no protótipo.

Em um terceiro momento, pudemos analisar as respostas relacionadas a habilidade cognitiva de aplicar (Gráfico 3).

Gráfico 3. Habilidade cognitiva aplicar.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Após observar o gráfico 3, compreendemos que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: O conceito de decompositores integrantes ao propor exemplos de cadeia alimentar 82,4% (14). Os conceitos de decompositor, produtor e consumidor ao propor graficamente uma cadeia 82,4% (14). Sendo assim, os decompositores têm um papel visivelmente importante no percurso do jogo, o que deixa claro a sua importância para a cadeia e para a biodiversidade. Os aspectos do jogo que possibilitaram a compreensão dos conceitos trabalhados neste aspecto cognitivo (Quadro 9).

**Quadro 9-** Impressões dos especialistas referentes aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de aplicar associada a eles.

ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
E1	As cartas de organismos decompositores informa algumas espécies que são

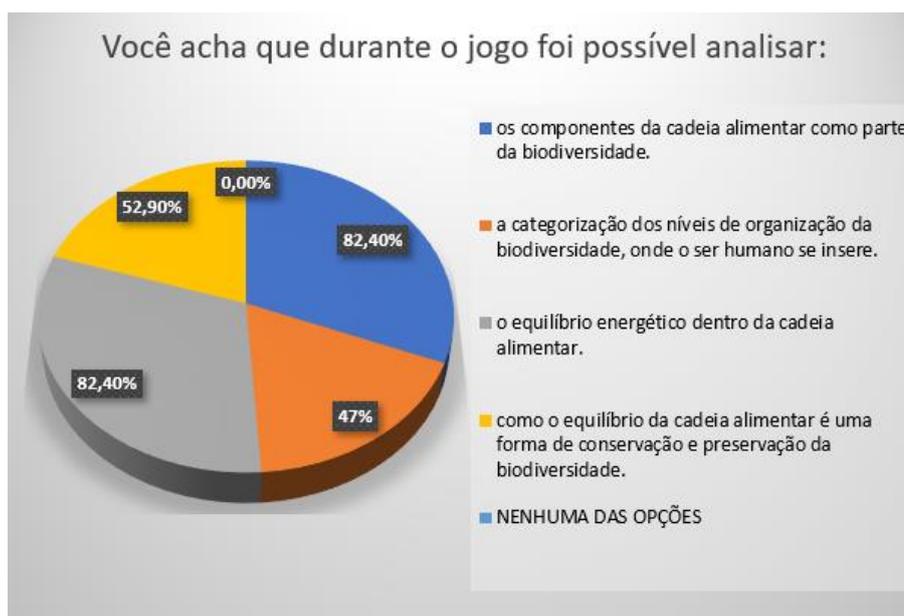
	decompositores, como elas atuam e os efeitos que a decomposição promove para o equilíbrio da teia trófica, por exemplo, identifiquei a informação de que os decompositores ciclam nutrientes que são essenciais para o surgimento de produtores.
E2	A formação implícita da cadeia é perceptível pela procura por energia pelas ações de predação e locomoção para perto das presas ou para longe dos predadores. Os decompositores que após consumirem revelam o início de uma nova cadeia com o surgimento de um organismo produtor são apresentados como importantes recicladores de matéria orgânica.

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

A análise dos especialistas permite identificar os pontos fortes desta intervenção, como a estrutura de mecânica dos decompositores, os quais, ao decompor a matéria morta presente no tabuleiro após um embate ou uma ação são capaz de ciclar os nutrientes, beneficiando o solo, uma ação que parece imperceptível mas ao dar origem a um novo produtor representamos a ciclagem da matéria e o benefício dos decompositores para esse processo.

Em um quarto momento, pudemos analisar as respostas relacionadas a habilidade cognitiva de analisar (Gráfico 4).

Gráfico 4. Habilidade cognitiva para analisar.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Após observar o gráfico 4, compreendemos que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: Os componentes da cadeia alimentar como parte da biodiversidade 82,4% (14); O equilíbrio energético dentro da cadeia alimentar 82,4% (14). Os aspectos do jogo que possibilitaram a compreensão dos conceitos trabalhados neste aspecto cognitivo podem ser observados através de algumas impressões no (Quadro 10).

**Quadro 10-** Impressões dos especialistas referente aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de analisar associada a eles.

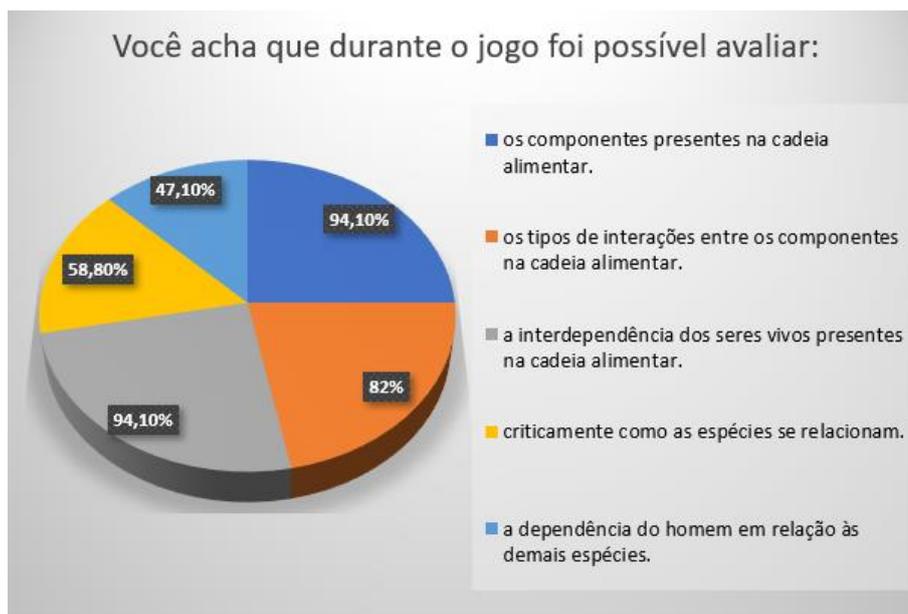
ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
E1	O jogo mostra os componentes da cadeia alimentar pois tem desde produtores até decompositores. De alguma forma também mostra o equilíbrio energético após cada rodada, ou quando um indivíduo se alimenta e que sem essa dependência (fluxo) dos organismos dentro de uma cadeia eles acabam morrendo por não terem do que se alimentar, afetando o equilíbrio da cadeia.
E2	Com a passagem ou perda de energia entre os jogadores com a predação/desastres foi uma forma de descobrir o equilíbrio energético da cadeia e como os seus componentes são importantes e representam a biodiversidade local.

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Com esta análise, podemos inferir que o fluxo de energia apresentado no jogo possui um balanceamento, uma vez que os produtores são capazes de passar cinco de energia, enquanto os herbívoros quatro, os carnívoros consumidores secundários três e os consumidores terciários apenas dois, esse processo é importante para a compreensão do equilíbrio energético dentro da cadeia alimentar.

Em um quinto momento, pudemos analisar as respostas relacionadas a habilidade cognitiva de avaliar (Gráfico 5).

Gráfico 5. Habilidade cognitiva para avaliar.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Após observar o gráfico 5, compreendemos que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: Os componentes presentes na cadeia alimentar 94,1% (16); Os tipos de interações entre os componentes na cadeia alimentar 82,4% (14) e A interdependência dos seres vivos presentes na cadeia alimentar 94,1% (16). Os aspectos do jogo que possibilitaram a compreensão dos conceitos trabalhados neste aspecto cognitivo podem ser observados através de algumas impressões no (Quadro 11).

**Quadro 11-** Impressões dos especialistas referente aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de avaliar associada a eles.

ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
E1	O nível de “força” de cada indivíduo e o quanto de energia será repassada para o próximo nível, demonstrando que com a ausência de recursos ideais em uma determinada área inviabilizam a sobrevivência.
E2	Interessante colocar a espécie homo sapiens sapiens (homem) mostrando como as ações dele podem impactar nas demais espécies, e também o jogo, ao trazer cartas como os consumidores secundários, terciários e etc demonstra algumas das interações que eles têm com outras espécies

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Com estas observações, podemos entender a interdependência dos organismos na cadeia alimentar, e a importância desse equilíbrio para a biodiversidade, quando os jogadores se deparam com o tabuleiro sem herbívoros, por exemplo, conseguem perceber que algumas espécies terão dificuldade para se alimentar ao longo das próximas rodadas, o que como consequência irá resultar na morte da mesma. Com isso, a importância de cada organismo mostra este nível de dependência e a importância das interações entre eles.

Em um sexto momento, pudemos analisar as respostas relacionadas a habilidade cognitiva de criar (Gráfico 6).

Gráfico 6. Habilidade cognitiva para criar.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Após observar o gráfico 6, compreendemos que alguns objetivos apresentaram maior recorrência. Destacamos os objetivos que representaram mais de 70% de reincidência, sendo eles: Um exemplo de fluxo de energia entre os níveis tróficos. 88,2% (15) e Normas e valores de respeito acerca de interações entre as espécies. 70,6% (12). Aspectos do jogo que possibilitaram a compreensão dos conceitos trabalhados neste aspecto cognitivo (Quadro 12).

**Quadro 12-** Impressões dos especialistas referente aos aspectos do jogo que promovem os objetivos educacionais e a habilidade cognitiva de criar associada a eles.

ESPECIALISTAS	RESPOSTAS
---------------	-----------

E1	O ser humano pode ser incluído na atividade de caça que pode ser para alimentação ou para utilização de algum outro recurso. Além disso, os desastres ambientais causados pelas ações humanas retratam como a biodiversidade pode ser influenciada pelos humanos. Durante as predações (rodadas) são montados vários exemplos de cadeia alimentar com o fluxo de energia (perda ou passagem de energia entre participantes).
E2	As interações tróficas possíveis junto às informações presentes nas cartas expõem graficamente a construção de uma cadeia alimentar e seu fluxo de energia.

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

É importante destacar que ao observar a importância das interações entre as espécies, o jogador também pode desenvolver respeito pelas normas e valores que cercam a biodiversidade e a interdependência entre os seres vivos. Ao inserir o ser humano na cadeia alimentar, conseguimos mudar a visão de que toda cadeia alimentar começa com o capim, gafanhoto, sapo e vai até a cobra e passamos a enxergar as interações entre espécies presentes no nosso bioma, incluindo nela também a presença do ser humano como uma espécie como as outras.

Após a validação dos objetivos educacionais, partimos para a validação da análise da avaliação de jogabilidade do jogo. Foram utilizadas perguntas na segunda parte do formulário de pós-teste, os questionamentos foram relacionados à criatividade, complexidade, apresentação, importância, compreensão do jogo. Bem como, com relação ao tabuleiro, sobre os tiles/peças, inserção das peças, também questionamos sobre a mecânica, de distribuição das cartas, movimentação das peças e sobre a clareza das regras/manual dos objetivos do jogo, assim como questionamos sobre as cartas com relação ao seu design (formas, cores, fontes), tamanho das cartas, conteúdo/informações, ilustrações, ícones, utilização/objetivo e quantidade. Para responder a esses questionamentos, os especialistas escolhiam a partir de uma escada entre detestei, não gostei, não tenho opinião sobre, gostei e adorei (Quadro 13).

**Quadro 13-** Relação da avaliação de jogabilidade do jogo

AVALIAÇÃO	CRITÉRIO	ADOREI	GOSTEI	NÃO TENHO OPINIÃO SOBRE	NÃO GOSTEI	DETESTEI
<b>TEMA</b>	CRIATIVIDADE	58,8% (10)	41,2% (7)	0	0	0
	COMPLEXIDADE	17,6% (3)	82,4% (14)	0	0	0
	APRESENTAÇÃO	47,1% (8)	52,9% (9)	0	0	0
	IMPORTÂNCIA	41,2% (7)	58,8% (10)	0	0	0
	COMPREENSÃO	17,6% (3)	70,6% (12)	5,9% (1)	5,9% (1)	0
<b>TABULEIRO</b>	TILES/PEÇAS	58,8% (10)	41,2% (7)	0	0	0
	INSERÇÃO DE PEÇAS	52,9% (9)	47,1% (8)	0	0	0
<b>MECÂNICA</b>	DISTRIBUIÇÃO DAS CARTAS	47,1% (8)	52,9% (9)	0	0	0
	MOVIMENTAÇÃO DAS PEÇAS	41,2% (7)	35,3% (6)	11,8% (2)	11,8% (2)	0

<b>CLAREZA</b>	REGRAS	11,8% (2)	64,7% (11)	23,5% (4)	0	0
	OBJETIVO DO JOGO	17,6% (3)	70,6% (12)	5,9%(1)	5,9%(1)	0
<b>CARTAS</b>	DESIGN	64,7% (11)	35,3%(6)	0	0	0
	TAMANHO	76,5% (13)	23,5% (4)	0	0	0
	CONTEÚDO	47,1% (8)	52,9% (9)	0	0	0
	ILUSTRAÇÕES	64,7% (11)	35,3%(6)	0	0	0
	ÍCONES	58,8% (10)	41,2% (7)	0	0	0
	UTILIZAÇÃO	58,8% (10)	41,2% (7)	0	0	0
	QUANTIDADE	52,9% (9)	35,3%(6)	5,9%(1)	5,9%(n)	0

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2024.

Nesta perspectiva, 100% (17) dos avaliadores afirmaram ter lido as informações presentes nas cartas do jogo, bem como que jogaria outra vez, assim como que o nível de dificuldade do jogo está apto para alunos de ensino médio (público alvo). Quando questionados sobre a experiência enquanto jogador, muitos responderam com “Excelente”; “Gostei do jogo”; “Incrível”. Enquanto na parte de sugestões alguns especialistas avaliadores deixaram sugestões importantes que foram analisadas. Inicialmente o jogo tinha como regra que cada jogador teria 3 ações no jogo, sendo uma delas obrigatoriamente adicionar uma nova espécie, durante o processo de validação, houveram algumas sugestões, entre elas que poderíamos aumentar o número de ações por rodada, como pode ser visto no comentário abaixo:

*“Eu gostei bastante do jogo, mas talvez aumentar o número de ações por rodada daria mais liberdade, apesar de achar que tivesse que adicionar mais cartas pra isso. Entretanto, seria uma boa.” (Avaliação deixada por um especialista)*

Avaliamos a possibilidade, e após alguns testes adicionamos uma ação, sendo assim, cada jogador passa a ter 1 ação obrigatória e 3 ações que podem ser predar, andar, alimentar-se e utilizar carta ação, o que possibilitou uma melhor flexibilidade para o jogador, podendo movimento mais de uma peça por rodada.

Os avaliadores levantaram outros apontamentos durante as aplicações, entre eles a necessidade de melhoria do manual. O objetivo do manual é guiar o jogador de forma que as informações contidas nele estejam claras para compreensão do jogo. Dessa forma, desenvolvemos um manual que fosse lúdico e auto explicativo e aperfeiçoamos seu design para que ficasse melhor sua visualização. Outras observações como adicionar um marcador de alimentado para que seja possível identificar quantas rodadas as espécies ficaram sem se alimentar, e assim ter um controle melhor, para isso adicionamos 84 marcadores de alimentação que são dispostos nas cartas espécie assim que elas são ativadas no marcador individual e vão perdendo um marcador a cada final de rodada em que não se alimentaram. Essas observações são extremamente importantes para o desenvolvimento do jogo, pois auxiliam na identificação de melhorias e aprimoramentos que não foram identificados na fase de prototipagem.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo Predação Animal, foi criado para auxiliar no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e no aprendizado acerca do bioma Caatinga, sua biodiversidade de espécies e as interações que ocorrem entre elas na cadeia alimentar. Pode ser utilizado pelo professor de Ciências/Biologia como uma ferramenta para o ensino de cadeia alimentar, ecologia e da biodiversidade, com as vantagens de não serem necessárias ferramentas tecnológicas e espaço especial para seu uso, pode ser uma ferramenta que permite aos participantes uma aproximação com a biodiversidade local, facilitando a formação de indivíduos com consciência ambiental. Nessa perspectiva, permite alcançar a habilidade presente na BNCC, sobre compreender as ações antrópicas e como elas mudam o ecossistema. Na qual diz ser possível discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. (Brasil, 2018, p. 559). Uma vez que ao final do jogo, os estudantes podem avaliar os impactos causados pelas ações antrópicas, e analisar a importância de se preservar a biodiversidade, porque uma espécie depende da outra na cadeia alimentar. Essa habilidade é fundamental para que os alunos compreendam a complexidade das interações ecológicas e a importância do equilíbrio entre os diferentes componentes do meio ambiente.

Vale destacar que durante o processo de validação do jogo, foram identificadas limitações quanto a necessidade de um número maior de cópias para suprir toda a turma, bem como, indicamos a presença de mais um aluno representante ou monitor para auxiliar na aplicação do jogo na sala de aula. Destacamos que com a presença de cópias equivalente a quantidade de alunos, e com a utilização do manual, os jogadores conseguiram ter um ponto de partida para seguir durante o jogo, e o professor torna-se o mediador durante a aplicação, auxiliando os alunos com relação as regras do jogo. Os objetivos educacionais foram claramente definidos e analisados durante o processo de validação, ao representar as dimensões didático-pedagógicas e servirem como indicadores da eficácia educacional do jogo.

As evidências encontradas apoiam a hipótese de que o jogo tem o potencial para promoção dos objetivos educacionais a que se propõem, dando destaque aos objetivos que foram melhores avaliados no processo de validação. Esperamos que esse trabalho possa colaborar com a construção de novas intervenções educacionais, visando promover o processo de ensino e aprendizagem. Após a validação com o público alvo o jogo em sua versão final será disponibilizado no site do LEBio da Universidade estadual da Paraíba, disponível em <https://lebiouepb.wixsite.com/lebio/modelo-de-reconstru%C3%A7%C3%A3o-educacional>

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Adriana M. et al. A utilização de metodologias lúdicas no ensino de Biologia: Estudo do valor educativo de jogos em escolas urbanas e rurais. **Anais do III Encontro Estadual De Didática E Práticas De Ensino**, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 29 Agosto 2024

BRITO, Orleon L.O. Mobilização dos Pressupostos Teóricos e Metodológicos do modelo de reconstrução educacional para a construção de uma sequência didática sobre cadeia alimentar. (TCC). 2020.

DA VEIGA, José Eli; EHLERS, Eduardo. Diversidade biológica e dinamismo econômico no meio rural. **Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro, Ed. Campus**, p. 271-290, 2003.

DE SOUZA, Emilye Stephane et al. Impacto das estruturas urbanas em relação à biodiversidade Amazônica. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 3, n. 2, p. 145-155, 2015.

DE SOUZA, Vanessa Luiza; DIAS, Daniela Augusta Guimarães. JOGOS DIGITAIS COMO METODOLOGIA ATIVA: um relato de experiência no âmbito educacional. **15º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 12 º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS**, v. 15, n. 2, 2023

DUIT, R. et al. The Modelo of Educational Reconstruction – A Framework for Improving Teaching Science. In: JORDE, D, J. (Eds.). **Science Education Research and Practice in Europe: Restropertive and Prospective**. Sense Publishers, 2012

FERRACIOLI, Laérico. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 16, n. 2, pp. 180-194, 1999.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & produção**, v. 17, p. 421-431, 2010.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. o jogo e. 2005.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

MARCONDES, Fernanda K; MOURA, Maria. J. C. S; SANCHES, Andrea; COSTA, Rafaela; DE LIMA, Patricia Oliveira; GROppo, Francisco Carlos; AMARAL, Maria E. C; ZENI, Paula; GAVIÃO, Kelly Cristina; MONTREZOR, Luís H.. A puzzle used to teach the cardiac cycle. **Advances in physiology education**, v. 39, n. 1, p. 27-31, 2015.

PLOMP, Tjeerd et al. Educational design research: An introduction. **Educational design research**, p. 11-50, 2013.

REINFRIED, S.; MATHIS, C.; KATTMANN, U. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. **Beiträge zur Lehrerbildung** v. 27, n. 3, p. 404–414, 2009.

RICKLEFS, R.E. 2001. The economy of nature. 5<sup>th</sup> ed. W.H. Freeman, New York.

SILVA, Michelle Garcia. O modelo de reconstrução educacional como aporte teórico e metodológico para o design de uma sequência sobre o conceito de biodiversidade em uma perspectiva integral e polissêmica. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). 240p. 2019.

SILVA, Michelle Garcia; FERREIRA, Helaine Sivini. 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**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, 2020.

SILVA, Michelle Garcia; SMANIA-MARQUES, Roberta; FERREIRA, Helaine Sivini. 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**, v. 27, n. 1, p. 173, 2022.

SMANIA-MARQUES, Roberta et al. DESIGN DE JOGOS EDUCACIONAIS: Orientações de construção para além das vozes da cabeça. EDUEPB, 2024.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista diálogo educacional**, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

VASCONCELOS, Gabriel Barbosa. **Adaptative: Construção de um jogo educacional complexo como ferramenta facilitadora dos processos de ensino e aprendizagem de Ecologia à luz do Modelo de Reconstrução Educacional**. Trabalho de Conclusão de Curso - Ciências Biológicas - Bacharelado, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campina Grande, 57p. 2021

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. **Penso Editora**, 2015.

## APÊNDICE A - ESPÉCIES PRESENTES NO JOGO

Nome Popular	Nome Científico	Dieta	Artigo de Referência
Sagui-de-tufo-branco	<i>Callithrix jacchus</i>	Onívoro	AMORA, Tacyana Duarte; BELTRÃO-MENDES, RAONE; FERRARI, Stephen F. Use of alternative plant resources by common marmosets ( <i>Callithrix jacchus</i> ) in the semi-arid Caatinga scrub forests of northeastern Brazil. <i>American Journal of Primatology</i> , v. 75, n. 4, p. 333-341, 2013.
Mocó	<i>Kerodon rupestris</i>	Herbívoro	CONCEIÇÃO, Anderson Mendonça. Densidade populacional, uso do espaço e dieta do roedor <i>Kerodon rupestris</i> (Mammalia: Caviidae) em uma área do alto sertão sergipano, Nordeste do Brasil. 2020.
Caititu	<i>Pecari tajacu</i>	Herbívoro	PEREIRA, Crislane Jesus; PEIXOTO, Rosana Silva. Levantamento de mamíferos terrestres em uma área de caatinga em Senhor do Bonfim, Bahia. <i>Revista Brasileira de Zootecias</i> , v. 18, n. 3, 2017.
Galo de Campina	<i>Paroaria dominicana</i>	Herbívoro	OLMOS, Fábio; SILVA, Weber Andrade de Girão; ALBANO, Ciro Ginez. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. <i>Papéis Avulsos de Zoologia</i> , v. 45, p. 179-199, 2005.
Iguana Verde	<i>Iguana iguana</i>	Herbívoro	ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega; GONÇALVES, Maria Betânia Ribeiro; VIEIRA, Washington Luiz Silva. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. <i>Tropical Conservation Science</i> , v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012.
Corrupião	<i>Icterus jamacaii</i>	Onívoro	OLMOS, Fábio; SILVA, Weber Andrade de Girão; ALBANO, Ciro Ginez. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. <i>Papéis Avulsos de Zoologia</i> , v. 45, p. 179-199, 2005.
Tatu-peba	<i>Euphractus sexinctus</i>	Onívoro	MACHI, Francisco Walison dos Santos. <b>Ocupação das espécies <i>euphractus sexinctus</i> (tatu-peba) e <i>dasyus novemcinctus</i> (tatu-galinha) na região semiárida do Nordeste brasileiro</b> . 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
Furão-pequeno	<i>Galictis cuja</i>	Carnívoro	MARINHO, Paulo H. et al. Mamíferos de médio e grande porte da Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. <i>Mastozoologia neotropical</i> , v. 25, n. 2, p. 345-362, 2018.
Guaxinim	<i>Procyon cancrivorus</i>	Onívoro	DIAS, Douglas Matos; BOCCHIGLIERI, Adriana. Dieta de carnívoros (Mammalia, Carnivora) em um remanescente de Caatinga, Nordeste do Brasil. <i>Bioikos-Título não-corrente</i> , v. 29, n. 1, 2015.
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus tigrinus</i>	Carnívoro	DIAS, Douglas Matos; BOCCHIGLIERI, Adriana. Riqueza e uso do habitat por mamíferos de médio e grande porte na Caatinga, nordeste do Brasil. <i>Neotropical Biology and Conservation</i> , 2016.
Jaritataca	<i>Conepatus semistriatus</i>	Carnívoro	CAVALCANTI, Gitana Nunes et al. Avaliação do risco de extinção da jaritataca <i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785) no Brasil. <i>Biodiversidade Brasileira</i> , v. 3, n. 1, p. 248-254, 2013.
Cachorro do mato	<i>Cerdocyon thous</i>	Carnívoro	DIAS, Douglas Matos; BOCCHIGLIERI, Adriana. Riqueza e uso do habitat por mamíferos de médio e grande porte na Caatinga, nordeste do Brasil. <i>Neotropical Biology and Conservation</i> , 2016.
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	Carnívoro	DOS SANTOS SILVA, Josefa Inayara et al. AVES DE RAPINA EM UMA ÁREA DE CAATINGA EM CAETÉS, AGRESTE PERNAMBUCANO.
Jaguarundi	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Carnívoro	MARINHO, Paulo H. et al. Mamíferos de médio e grande porte da Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. <i>Mastozoologia neotropical</i> , v. 25, n. 2, p. 345-362, 2018.
Onça parda	<i>Puma concolor</i>	Carnívoro	MARINHO, Paulo H. et al. Mamíferos de médio e grande porte da Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. <i>Mastozoologia neotropical</i> , v. 25, n. 2, p. 345-362, 2018.
-	<i>Canthon chalybaeus</i>	Decompositor	SILVA, Fernando Augusto Barbosa et al. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. <i>Revista Brasileira de Entomologia</i> , v. 51, p. 228-233, 2007.
-	<i>Agaricus bisporus</i>	Decompositor	MAZZUTTI, Marcio et al. Biological control of fungus gnats ( <i>Bradyzia matogrossensis</i> ) in tobacco seedlings. <i>Revista Caatinga</i> , v. 36, n. 2, p. 464-470, 2023.
-	<i>Deltotichium verruciferum</i>	Decompositor	MAYER, Ana Cecilia Gomes. <b>Comunidade de coleóptera de interesse forense associados a uma carcaça em decomposição em uma área de caatinga de Pernambuco</b> . 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i>	Produtor	DANTAS, B. F. et al. Aroeira-do-sertão <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. -Anacardiaceae. 2023.
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i>	Produtor	ALVES, Hirisdiane Bezerra; ALVES, Hirisleide Bezerra; PEREIRA, Fábio Rodrigo Araújo. Características fitoterápicas do <i>Cereus jamacaru</i> : cacto típico da caatinga. In: <b>Congresso Internacional Diversidade do Semiárido</b> . 2016. p. 1-10.
Joazeiro	<i>Sarcophalus joazeiro</i>	Produtor	DOS SANTOS, Mateus Macena et al. Estabelecimento de um minijardim clonal de <i>Sarcophalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild com baixa densidade de espinhos. <i>AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO</i> , v. 20, n. 2, p. 66-68, 2024.
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i>	Produtor	DUTRA, Fabricio Vieira et al. Physical and chemical characteristics of accesses of <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam. 2017.
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Produtor	SILVA, Ana Carolina Oliveira da; ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). <i>Acta botânica brasileira</i> , v. 19, p. 17-26, 2005.
Xique - Xique	<i>Pilosocereus gounellei</i>	Produtor	BEZERRIL, Fabricia França et al. Physicochemical characteristics and bioactive compounds of the Xique-xique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> ) cactus from Caatinga Brazilian: are they nutritive and functional? <i>Journal of food measurement and characterization</i> , v. 15, p. 3284-3297, 2021.

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**APÊNDICE B - PERGUNTAS RELACIONADAS COM O STATUS SOCIOECONÔMICO E FAMILIARIDADE COM JOGOS.**

<b>Perguntas dos Status socioeconômico</b>
Qual é a sua data de nascimento?
Qual o seu sexo?
A sua cor ou raça é:
Você trabalha em ou faz estágio em alguma atividade remunerada em dinheiro? Se sim, qual?
Faixa de rendimento mensal:
Qual o estado que você mora?
<b>Pergunta sobre a familiaridade com jogos</b>
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?
Você já jogou algum jogo educacional? Caso você tenha jogado algum jogo educacional, onde ele foi aplicado? (Pule essa pergunta caso não tenha jogado nenhum jogo educacional)
Qual foi o jogo educacional que você jogou? Faça uma pequena descrição sobre ele. (Pule essa pergunta caso não tenha jogado nenhum jogo educacional)
Você acredita que jogos podem ser utilizados na educação?

**Fonte:** Elaborada pela autora, 2024

### **AGRADECIMENTOS**

É com imensa satisfação que transpareço minha gratidão a todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização desse trabalho. Muitos obstáculos surgiram pelo caminho, muitos foram os desafios para chegar até aqui durante esses 5 anos, mas Deus se fez presente em cada momento e me manteve firme. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus e a intercessão de Nossa Senhora por tudo que tem me proporcionado, cada oportunidade e experiência adquirida em todas as esferas na execução dessa pesquisa, além de sua proteção infinita. Agradeço ao meu noivo Lucas por não me deixar desistir, por sempre estar ao meu lado me dando força, sendo escuta ativa, paciente e compreensivo em todos os momentos, sem o apoio dele, possivelmente eu não teria

chegado até aqui. Agradeço a minha família, especialmente minha mãe Lucia, meu pai Raimundo, meu irmão Renato que contribuíram diretamente em todos os sentidos durante todo desenvolvimento deste trabalho apoiando-me sempre, orientando e auxiliando com todo suporte. Agradeço ao professor Gabriel e a todos que fazem o Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio), que me auxiliaram durante o desenvolvimento desta pesquisa. Aos meus colegas de turma, especialmente a Bernardo, Valquíria e Isabel, que dividiram comigo as aflições, e as alegrias do ser professor/biólogo e tornaram o processo mais leve, sem vocês meus dias na UEPB não teriam sido os mesmos. A minha orientadora Prof. Dr. Roberta Smania Marques, por sua paciência, sua orientação, amizade e confiança, que me auxiliou no desenvolvimento desta pesquisa e me proporcionou vivenciar experiências incríveis no LEBio. Agradeço a todos que fazem a Universidade Estadual da Paraíba. Agradeço a Fapesq, que me concedeu a bolsa de estudos, a qual mudou a minha perspectiva e me possibilitou trabalhar com a pesquisa em ensino de biologia, possibilitando dedicar-me exclusivamente aos estudos e a ciência. Desejo que esse trabalho seja uma semente semeada em ampla escala nos meios acadêmicos e que este possibilite a reflexão, o aprimoramento de práticas de ensino e a percepção de aprofundamento do estudo em relação ao uso de jogos educacionais complexos no ensino de biologia, sendo assim, desafios existem, mas com foco e determinação barreiras serão derrubadas.