

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ENSINO DE ECOLOGIA MEDIADO POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA  
CADEIA ALIMENTAR**

**MÔNICA MARTINS DA SILVA**

**Manaus**  
**2020**

**FEDERAL UNIVERSITY OF AMAZONAS  
EXACT SCIENCES INSTITUTE  
GRADUATE PROGRAM IN SCIENCE AND MATHEMATICS TEACHING**

**ECOLOGY TEACHING MEDIATED BY FOOD CHAIN COMPUTATIONAL  
SIMULATION**

**MÔNICA MARTINS DA SILVA**

**Manaus  
2020**

**MÔNICA MARTINS DA SILVA**

**ENSINO DE ECOLOGIA MEDIADO POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA  
CADEIA ALIMENTAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientador:** Prof. Dr. José Luiz de Souza Pio – ICOMP

**Manaus- Am  
2020**

**MÔNICA MARTINS DA SILVA**

**ECOLOGY TEACHING MEDIATED BY FOOD CHAIN COMPUTATIONAL  
SIMULATION**

Dissertation presented to the Graduate Program in Science and Mathematics Teaching –PPGECIM of the Federal University of Amazonas – UFAM as a partial requirement to obtain a Master Degree in Science and Mathematics Teaching.

**Advisor:** Prof. José Luiz de Souza Pio, DSc. – ICOMP

**Manaus- Am  
2020**

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Mônica Martins da  
S586e Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar / Mônica Martins da Silva . 2020  
101 f.: il.; 31 cm.

Orientador: José Luiz de Souza Pio  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Ensino de Ecologia. 2. Equilíbrio. 3. Cadeia Alimentar. 4. Simulação Computacional. I. Pio, José Luiz de Souza. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**MÔNICA MARTINS DA SILVA**

**ENSINO DE ECOLOGIA MEDIADO POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL  
DA CADEIA ALIMENTAR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. José Luiz de Souza Pio  
Presidente da Banca



Prof. Dra. Irlane Maia de Oliveira  
Membro Interno



Prof. Dra. Carolina Brandão Gonçalves  
Membro Externo

## DEDICATÓRIA

À memória de minha mãe, Antônia Maria Martins.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser a mola-mestre de minhas ações.

Aos meus irmãos, Beatriz, Simone e João, pelo apoio e companheirismo, muito obrigada pelo amor de vocês, ele foi o combustível essencial nessa jornada.

A meu orientador, professor Dr. José Luiz Souza Pio, pela paciência e incentivo na caminhada em que empreendemos juntos, pela dedicação e atenção, mesmo em meio a tantos projetos e atividades que lhe competem.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, pela dedicação e valiosas contribuições.

Aos meus amigos de mestrado, turma 2018, com os quais eu convivi e, por meio das experiências compartilhadas me ajudaram nessa construção.

Ao grupo de pesquisa, pela troca de conhecimento que me ajudaram nessa construção.

Aos alunos participantes da pesquisa e aos seus responsáveis que confiaram no trabalho e os autorizaram a participar contribuindo com a investigação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, pela dedicação e valiosas contribuições.

A todos os meus amigos, em especial, a Luciana Gil e Luan Ribeiro pela valiosa colaboração na caminhada do mestrado.

E a todos que se fizeram presentes durante esta caminhada, dando incentivo e força para que eu a concluísse, **MUITO OBRIGADA!**



## RESUMO

Esta dissertação apresenta a aplicação de um modelo de simulação computacional para minimizar as dificuldades do processo ensino e aprendizagem do ensino de Ecologia a partir do uso de um modelo computacional da cadeia alimentar. O objetivo é analisar a construção de novos conceitos sobre a cadeia alimentar diante do processo de equilibração usando um modelo computacional. Para descrever a dinâmica dos sistemas biológicos desenvolveu-se um programa de simulação computacional com base no modelo presa-predador de Lotka-Volterra. O resultado é a construção de novos conceitos pelo aluno a partir da análise das respostas de experimentos e situações virtuais. A abordagem pedagógica é desenvolvida com base no construtivismo de Jean Piaget. Sob esta ótica, o modelo de simulação se apresenta como um instrumento de apoio ao ensino de Ecologia, auxiliando na aprendizagem de novos conceitos. Os instrumentos de pesquisa, a organização e categorização dos dados, privilegiaram aspectos discursivos, referente às respostas dos alunos, seguindo as orientações de Bardin (2011). O local de estudo foi uma escola municipal de Ensino Fundamental, com alunos do 6º ano, da cidade de Manaus/AM. Com base nos resultados obtidos, percebeu-se que a simulação contribui para a construção do conhecimento e fornece um bom suporte para o aprendizado.

**Palavras-chave:** Ensino de Ecologia. Equilibração. Cadeia Alimentar. Simulação Computacional.

## ABSTRACT

This dissertation presents the application of a computer simulation model to minimize the difficulties of the teaching and learning process of teaching Ecology from the use of a computational model of the food chain. The goal is to analyze the construction of new concepts on the food chain in the face of the equilibration process using a computational model. To describe the dynamics of biological systems, a computer simulation program was developed based on the Lotka-Volterra prey-predator model. The result is the construction of new concepts by the student from the analysis of the responses of experiments and virtual situations. The pedagogical approach is developed based on the constructivism of Jean Piaget. In this perspective, the simulation model presents itself as an instrument to support the teaching of Ecology, helping to learn new concepts. The research instruments, the organization and categorization of data, favored discursive aspects, referring to the students' responses, following the guidelines of Bardin (2011). The place of study was a municipal elementary school, with 6<sup>th</sup> grade students, from the city of Manaus / Am. Based on the results obtained, it was realized that the simulation contributes to the construction of knowledge and provides good support for learning.

**Keywords:** Ecology teaching. Equilibration. Food chain. Computer simulation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo ilustrativo da cadeia alimentar. O vegetais servem de alimento para as capivaras que servem, por sua vez, de alimento às onças. ....	19
Figura 2 - Onça e capivara do modelo real e do modelo virtual .....	30
Figura 3 - Cenário do modelo de simulação.....	31
Figura 4 - Interface do modelo de simulação com os animais no ambiente.....	32
Figura 5 - Arquitetura do modelo de ensino baseado em simulação. As setas traçadas representam interações indiretas entre o professor, estudante e o modelo de simulação. ....	33
Figura 6 - Etapas de coleta de dados.....	35
Figura 7 - Modelo ilustrativo da cadeia alimentar. Os vegetais servem de alimento para as capivaras que servem, por sua vez, de alimento às onças. ....	
Figura 8 - Modelos de cadeia alimentar construídos pelos alunos.....	53
Figura 9 - Alunos interagindo com o modelo de simulação.....	56
Figura 10 - Alunos interagindo com o modelo de simulação e realizando as atividades .....	57
Figura 11 - Modelos de cadeia alimentar construídos por alunos .....	67
Figura 12 - Modelo de cadeia alimentar construído por aluno .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questões do questionário inicial e expectativas de respostas .....	37
Quadro 2 - Questões do questionário final .....	38
Quadro 3 - Cronograma de encontros.....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Equipamentos que os alunos possuem .....	42
Gráfico 2 - Uso da internet .....	43
Gráfico 3 - Tipo de escola que foi cursado e ensino fundamental I.....	43
Gráfico 4 - Preferência em realizar as atividades na escola .....	44
Gráfico 5 - Primeira questão do questionário inicial .....	45
Gráfico 6 - Segunda questão do questionário inicial .....	47
Gráfico 7 - Terceira questão do questionário inicial .....	49
Gráfico 8 - Quarta questão do questionário inicial.....	51
Gráfico 9 - Quinta questão do questionário inicial .....	52
Gráfico 10 - Primeira questão do questionário final.....	62
Gráfico 11 - Segunda questão do questionário final.....	63
Gráfico 12 - Terceira questão do questionário final.....	64
Gráfico 13 - Quarta questão do questionário final .....	65
Gráfico 14 - Quinta questão do questionário final .....	66
Gráfico 15 - Primeira questão sobre a avaliação do o uso da simulação .....	68
Gráfico 16 - Segunda questão sobre a avaliação do uso da simulação .....	69

## Sumário

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	5
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	5
1.1 CONTEXTO.....	5
1.2 MOTIVAÇÃO .....	8
1.3 JUSTIFICATIVA.....	9
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	10
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	12
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	12
2.1 CONSTRUTIVISMO E O ENSINO DE ECOLOGIA.....	12
2.2 O CONSTRUTIVISMO SEGUNDO JEAN PIAGET .....	12
2.2.1 O Pensamento de Jean Piaget.....	13
2.2.2 A Construção do Conhecimento .....	14
2.2.3 Simulações Computacionais e a Construção do Conhecimento .....	15
2.2.4 Ensino de Ecologia.....	17
2.2.5 A Cadeia Alimentar.....	18
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	22
<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b> .....	22
3.1 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS.....	22
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	28
<b>METODOLOGIA</b> .....	28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
4.2 O MODELO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL .....	29
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE ENSINO .....	32
4.4 O CONTEXTO DA PESQUISA E SUJEITOS DA PESQUISA.....	35
4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	35
4.6 ANÁLISE DOS DADOS .....	38
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	39
<b>APLICAÇÕES EXPERIMENTAIS E RESULTADOS</b> .....	39
5.1 MODELO DE ENSINO: PLANEJAMENTO, EXECUÇÃO E RESULTADOS ...	39
5.2 ANÁLISE DE CADA APLICAÇÃO .....	41
5.3 1ª APLICAÇÃO: ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO INICIAL DA TURMA.....	41
5.4 2ª APLICAÇÃO: IDENTIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE CADEIA ALIMENTAR.....	44

5.5 3ª APLICAÇÃO E ANÁLISE: METODOLOGIA DE ENSINO UTILIZANDO UM MODELO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL .....	55
5.5.1 Primeira Atividade.....	55
5.5.2 Segunda Atividade.....	56
5.5.3 Terceira Atividade.....	58
5.5.4 Quarta Atividade .....	60
5.6 4ª APLICAÇÃO: EQUILIBRAÇÃO DOS NOVOS CONCEITOS SOBRE CADEIA ALIMENTAR APÓS O USO DO MODELO COMPUTACIONAL .....	61
5.7 5ª AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA CADEIA ALIMENTAR.....	68
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	70
<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	70
6.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	74
6.2 TRABALHOS FUTUROS.....	74
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75
<b>APÊNDICES</b> .....	78
<b>ANEXOS</b> .....	88

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTO

A cadeia alimentar é uma maneira de expressar as relações alimentares entre os diversos organismos de um ecossistema. Caracteriza-se como um processo de troca, responsável por sustentar e equilibrar o ecossistema, em que cada ser vivo consegue obter os nutrientes necessários para sua sobrevivência (BIZZO, 2013 e RICKLEFS, 2015). Sempre que ocorrer algum desequilíbrio na cadeia alimentar, como a redução de uma espécie, haverá um desequilíbrio do ecossistema como um todo.

O estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades é proposto na unidade temática Vida e evolução. Características dos ecossistemas com destaque para as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com fatores não vivos do ambiente são conteúdos listados nos Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

Compreender as dinâmicas que envolvem as relações alimentares entre os seres vivos é uma etapa importante no ensino de Ecologia. É nesta etapa que os alunos devem desenvolver a aprendizagem de novos conceitos, como: os tipos e formas de nutrição; a classificação de organismos em relação ao tipo de alimento que os mantém; a função ecológica dos organismos; a interdependência entre os seres vivos, entre outros. Embora relevante, os conceitos são geralmente apresentados nos últimos anos do ensino fundamental sem destacar a sua importância para a manutenção da vida e para o equilíbrio ecológico entre as populações (BIZZO, 2013; FERREIRA, 2014; AGUIAR *et al*, 2014; PETROSINO *et al*, 2018).

Por outro lado, mostrar as consequências diretas e indiretas das ações sobre a cadeia alimentar envolve alto grau de complexidade. Os conceitos envolvidos são dificilmente compreendidos e impactam diretamente na construção dos aspectos relacionados às sensações e às percepções. Descrever, por exemplo, como a extinção de uma determinada população leva a diminuição de indivíduos que se alimentam dela e ao conseqüente aumento do número de organismos que serviam de alimento para ela, envolve considerável grau de dificuldade, devido,



principalmente, ao problema de se construir relações com a realidade e a inviabilidade de acompanhamento e visualização dos fenômenos na natureza. (FERREIRA, 2014 e RICKLEFS, 2015).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os conceitos ecológicos são construções teóricas e não fenômenos facilmente observáveis ou passíveis de experimentações (BRASIL, 1998). Os desequilíbrios nos ecossistemas e eventos de predação no ambiente natural são difíceis de serem observados e, por isso, muitos experimentos têm sido desenvolvidos utilizando réplicas artificiais que propiciam simular tais eventos (FERREIRA, 2014; RICKLEFS, 2015).

Vários pesquisadores veem desenvolvendo e utilizando o modelo presa-predador para estudar a cadeia alimentar. Por exemplo, em comunidades aquáticas para analisar a cadeia alimentar com grupos de peixes (FERNANDES *et al*, 2018; SILVA, ALVES e MULLER, 2018), com insetos para o estudo de controle biológico (ALVES *et al*, 2014) e com lobos e ovelhas para explorar a extinção de espécies (PETROSINO, *et al*, 2018).

Neste sentido, esta dissertação apresenta a abordagem da simulação computacional como estratégia didática no ensino e aprendizagem do conteúdo “Cadeia Alimentar” numa turma de 6º ano do Ensino Fundamental. Assim, optou-se por desenvolver uma simulação computacional, por possibilitar a visualização em tempo real das interações que acontecem entre os animais no ambiente simulado.

A pesquisa se apropria de um modelo de ensino baseado em simulação computacional na perspectiva construtivista, para compreender a maneira como os alunos do 6º ano do ensino fundamental se relacionam com o conhecimento ecológico.

A simulação computacional permite que os alunos experimentem ideias e dominem conceitos para aplicá-los e compreendê-los em situações reais (PAZ *et al*. 2006 e BERGAN-ROLLER *et al*, 2017). O uso de modelos executados em computadores para simulação de eventos ecológicos tem sido uma alternativa para a investigação das relações predatórias no ambiente natural e desequilíbrios nos ecossistemas. O modelo de simulação foi desenvolvido com base no modelo Presa-Predador de Lotka-Volterra.

O modelo de Lotka-Volterra em 1925 foi o primeiro proposto para tentar compreender como duas espécies estão relacionadas na dinâmica entre presas e predadores (SOBRINHO, 2015). Com base neste modelo optamos pela onça-pintada (*Panthera onca*), maior felino da América do Sul topo de cadeia e a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) que tem a onça como eventual predador (BIZZO, 2013) para ilustrar nosso ambiente de simulação.

Neste trabalho, desenvolveu-se um modelo de ensino com atividades utilizando simulação computacional propiciando ambientes de interação entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de Ecologia, inserindo o aluno numa dinâmica interativa e autônoma para conquistar e promover a própria aprendizagem e construção do conhecimento ecológico. Pois, como afirma Piaget (1996) “o começo do conhecimento é a ação do sujeito sobre o objeto, ou seja, o conhecimento humano se constrói na interação homem-meio, sujeito-objeto”.

No contexto considerado o problema de pesquisa desta dissertação é:

- Como construir novos conceitos sobre cadeia alimentar a partir de um modelo de simulação computacional visando à inovação das atividades práticas?

Delimitando esta questão de pesquisa, indaga-se a mesma por meio das seguintes questões norteadoras:

- Quais as estruturas cognitivas prévias dos alunos sobre cadeia alimentar?
- Como a assimilação de novos conceitos sobre cadeia alimentar ocorre a partir de estímulos ou situações virtuais?
- Como acontece a acomodação de novos conceitos quando a assimilação ocorre a partir de estímulos ou situações virtuais?

Para alcançar os resultados deste trabalho, delineou-se os seguintes objetivos apresentados a seguir:

#### **a) Objetivo Geral**

- Analisar a construção de novos conceitos sobre cadeia alimentar diante do processo de equilíbrio usando um modelo computacional.

#### **b) Objetivos Específicos**

- Identificar os conhecimentos prévios de alunos do 6<sup>a</sup> ano do ensino fundamental sobre cadeia alimentar.
- Desenvolver uma metodologia de ensino utilizando um modelo de simulação computacional.
- Avaliar o estágio de equilíbrio dos novos conceitos sobre cadeia alimentar após o uso de um modelo computacional.

A fundamentação deste trabalho é toda construída com bases nos estudos de Jean Piaget sobre a construção do conhecimento e trabalhos de autores que utilizaram simulações computacionais para o ensino de Ciências e Ecologia (ALVES *et al*, 2014; SALES e MELLO, 2017; AGUIAR e ZAGHETO, 2015; SILVA, ALVES e MULLER, 2018; PETROSINO *et al*, 2018; FERNANDES *et al*, 2018).

## **1. 2 MOTIVAÇÃO**

A motivação principal deste trabalho foi a possibilidade de implantação de uma metodologia com mediação tecnológica proporcionando aos alunos, desenvolver de forma autônoma suas capacidades e habilidades cognitivas, de tal forma que supere a técnica memorística de termos que predomina no ensino de ecologia.

Visto que a ecologia é um campo da Ciência que se encontra repleto de construções teóricas que precisam de atividades práticas e dinâmicas para melhor entendimento por parte dos alunos. Os conceitos de cadeia alimentar e fluxo de energia são alguns exemplos de construções teóricas que os alunos precisam compreender para que consigam articulá-los em diferentes ecossistemas.

Outro fator que motivou foi o desenvolvimento de ferramenta tecnológica voltada para o ensino que permita realizar simulações com réplicas artificiais simulando eventos que ocorrem no ambiente natural, permitindo ao aluno a observação e contado com tais eventos sem que possa ferir o ambiente ou colocar em risco o aluno. Assim facilitando o entendimento de princípios ou fenômenos complexos.

Desta forma, este trabalho aborda uma maneira alternativa de trabalhar o tema cadeia alimentar no contexto escolar, simulando o ambiente virtualmente de maneira que o aluno possa participar interagindo fisicamente com o objeto de

conhecimento, possibilitando uma sintonia com os conceitos na busca pela construção do conhecimento.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A principal justificativa deste trabalho foi a necessidade de alternativas que tornem possíveis a realização de atividades práticas que visem a construção de conceitos no ensino de ecologia, uma vez que essas atividades, nem sempre são possíveis, tendo em vistas a dificuldade de se trabalhar escalas de tempo e espaço fora da realidade escolar. Neste sentido Alves *et al*, (2014), alerta que a falta de atividades diferenciadas em ecologia dificulta a compreensão dos alunos, pois ela exigir a observação da natureza.

A simulação computacional pode suprir as dificuldades já citadas, pois pode facilitar a visualização de eventos de ocorrência demorada que exija a observação da natureza. Permite integrar situações ecológicas reais de ambientes terrestres em atividades de aprendizagem para melhorar o interesse e motivação dos alunos.

Destaca-se ainda que com o uso da ferramenta computacional os alunos podem observar as características dos animais em ambiente simulado e entender a relação entre as espécies e equilíbrio ecológico em ecossistemas. Também pode resolver os problemas de espécies insuficientes e dificuldade de observação em ambiente natural. Para suprir a falta de atividades práticas em ecologia, Alves *et al*, (2014) desenvolveram uma ferramenta tecnológica para o estudo do controle biológico, simulando a relação entre pragas, predadores e plantas. Petrosino *et al* (2018) utilizaram um modelo de simulação computacional para estudar a extinção de espécies em um parque nacional.

Após pesquisas realizadas na literatura, encontramos estudos similares a este. SILVA; ALVES e MULLER (2018) desenvolveram um sistema de simulação de ambientes marinhos que permite observar a interação entre espécies que habitam um ecossistema. ALVES *et al* (2014) desenvolveram uma ferramenta tecnológica que possibilita aquisição de conceitos sobre controle biológico trabalhando a relação presa-predador. AGUIAR e ZAGHETO (2015) desenvolveram uma simulação computacional para estudar a camuflagem de seres vivos diante de seus predadores.

Este trabalho apresenta uma ferramenta que auxilia a compreensão dos alunos acerca dos conceitos de ecologia e os eventos que possam ocorrer em ambiente natural, na qual o aluno pode observar fenômenos difíceis de serem observados em sala de aula ou no livro didático, favorecendo a construção de novos conceitos.

#### **1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

A dissertação está organizada em seis capítulos, que serão apresentados a seguir, possibilitando uma visão geral da pesquisa como um todo.

No Capítulo 1 foi apresentada uma contextualização do tema de pesquisa, seguido do problema de pesquisa, das questões norteadoras e por fim, os objetivos gerais e específicos.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica a respeito do construtivismo, do qual Jean Piaget é o pioneiro no estudo do desenvolvimento cognitivo humano. Piaget, com sua abordagem interacionista, assentou o alicerce do que viria a ser chamado na educação de construtivismo e a construção do conhecimento segundo Piaget. Neste capítulo realizamos uma breve explanação sobre o papel das simulações computacionais e a construção do conhecimento. Tratamos também do Ensino de Ecologia, da cadeia alimentar e o modelo presa-predador.

No Capítulo 3 são apresentados alguns trabalhos encontrados na literatura sobre o desenvolvimento e uso de simulações computacionais para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem.

No Capítulo 4 é apresentada a caracterização da pesquisa, a descrição e o desenvolvimento do modelo de simulação computacional, a caracterização do modelo de ensino, o contexto da pesquisa e os sujeitos participantes.

No Capítulo 5, são apresentadas as aplicações experimentais e os resultados do estudo descrevendo e analisando cada aplicação, todos os dados obtidos foram tratados através da análise conteúdo de Bardin (2011), classificados em categorias e organizados em gráficos.

Por fim, no Capítulo 6 são expostas as conclusões e considerações finais do estudo, as limitações e trabalhos futuros. Apresentando, dessa forma, possíveis

encaminhamentos e recomendações a partir das análises feitas, para uma nova configuração didática pedagógica de sala de aula no ensino de Ecologia.

## **CAPÍTULO 2**

# **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 CONSTRUTIVISMO E O ENSINO DE ECOLOGIA**

O presente capítulo apresenta a base teórica que fornece subsídios para a reflexão e discussão sobre o tema de estudo, abordando aspectos fundamentais para compreender o processo de construção do conhecimento, embasando-se nas ideias de Jean Piaget, destacando os principais conceitos do autor a assimilação, a acomodação, a equilibração e adaptação.

### **2.2 O CONSTRUTIVISMO SEGUNDO JEAN PIAGET**

Os conceitos envolvidos na construção do conhecimento são de grande importância para compreender os alicerces em que se apoia o construtivismo piagetiano. Na teoria do construtivismo o sujeito tende a organizar o novo conhecimento a partir de uma estrutura prévia, que é adquirida no meio em que vive pela experiência e transmissão social. Essa estrutura cognitiva serve de base para formar e reformular novas ideias construindo o conhecimento.

Os estudos de Piaget foram realizados sob a perspectiva do desenvolvimento da inteligência. Para compreender como a criança passa de um conhecimento mais simples a outro mais complexo. Piaget considerou como objeto de estudo, o desenvolvimento do sujeito desde o nascimento até a fase adulta, procurando detalhar e explicar o desenvolvimento das estruturas cognitivas. A teoria do autor permite uma maior compreensão do desenvolvimento da aprendizagem e o processo cognitivo de construção do conhecimento.

O construtivismo se apresenta como uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre sujeito e o meio. Para Piaget o conhecimento ocorre quando o sujeito é apresentado a um novo objeto ao qual ele não possui esquemas mentais para identificar os elementos desse objeto novo e ele precisa criar um novo esquema para encaixar o novo estímulo. De acordo com autor o sujeito responde a estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma elaborada.

### 2.2.1 O Pensamento de Jean Piaget

Jean Piaget é destaque dentre os teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem. Suíço, Piaget nasceu em 1896 em *Neuchâtel*, formou-se em Ciências Naturais (Biologia e Filosofia). Inicialmente se dedicou aos estudos científicos de ênfase biológica, com 22 anos tornou-se doutor em Biologia. Partindo de pesquisas sobre a relação entre organismo e o meio, começa a estudar a natureza humana.

Buscando entender o processo de construção do conhecimento no ser humano, dedicando-se a estudar a gênese do conhecimento, esse foi um grande objetivo do autor, que começou a estudar o comportamento das crianças, por este motivo também é considerado epistemólogo. O estudo sobre o comportamento das crianças leva-o a considerar que a inteligência humana depende do meio para sua construção, dedicando-se ao seu estudo. Surgindo então a teoria a respeito do nascimento da inteligência.

Em 1924 publica seu primeiro livro “A Linguagem e o Pensamento da Criança”, no qual fala sobre o objetivo da linguagem. A partir de então, Piaget mostra que através das mudanças de suas características acontece o progresso da inteligência infantil. Em 1950 publica “*Introduction à L'Épistémologie Génétique*”, e em 1970 é lançado na forma de um breve resumo sob o título Epistemologia Genética. Nesta obra, ele formaliza sua teoria depois de apresentar uma análise de dados biológicos e de um exame dos problemas epistemológicos clássicos.

Sua formação em Biologia contribuiu significativamente para fortalecer as bases de sua teoria. Dela, ele adaptou termos muito utilizados em sua abordagem ao processo de cognição, como a assimilação, acomodação e equilíbrio. Os conceitos destes termos designados pela teoria de Jean Piaget configuram as essências do processo de ensino-aprendizagem. Esses conceitos são partes que vão integrar a adaptação e a organização dos conhecimentos adquiridos no meio externo no interior do organismo em busca de equilíbrio. Segundo o autor o organismo pode sofrer perturbações exteriores que tendem a modificá-lo. Pode-se dizer que Piaget dedicou-se a estudar o processo de funcionamento e evolução da inteligência.



## 2.2.2 A Construção do Conhecimento

Piaget explica a construção do conhecimento e o desenvolvimento da inteligência com a Epistemologia Genética. Assim, o termo genética deve ser entendido como evolução. Toda inteligência é uma adaptação (PIAGET, 1982, p. 162). Portanto a função da inteligência é adaptar-se ao meio em que o indivíduo está inserido. Nesse processo, dois mecanismos são acionados na estrutura mental do sujeito, a assimilação e acomodação.

O fato essencial de que convém partir é que nenhum conhecimento, mesmo perceptivo, constitui uma simples cópia do real, porque contém um processo de assimilação a estruturas anteriores. (PIAGET, 1896, p. 13). O autor emprega o termo assimilação no sentido de integração a estruturas prévias.

A importância da noção de assimilação é dupla. De um lado, implica a noção de significação, o que é essencial, pois todo conhecimento refere-se a significações (índices ou sinais perceptivos, tão importantes desde o nível dos instintos, até à função simbólica dos antropóides e do homem, sem falar das abelhas e dos golfinhos). Por outro lado, exprime o fato fundamental de que todo conhecimento está ligado a uma ação e que conhecer um objeto ou acontecimento é utilizá-los, assimilando-os a esquemas de ação (PIAGET, 1896, p. 15).

Desse modo na assimilação o sujeito cognitivamente capta o ambiente e o organiza em suas estruturas cognitivas prévias, possibilitando a ampliação de seus esquemas mentais. Os esquemas podem ser explicados com processos que acontecem dentro do sistema nervoso.

De acordo com Piaget (1896) conhecer não consiste, com efeito, em copiar o real, mas em agir sobre ele e transformá-lo, de maneira a compreendê-lo em função dos sistemas de transformação aos quais estão ligadas estas ações.

Isso significa que o sujeito continuamente tenta adaptar novos estímulos a esquemas que ele possui até o momento de contato com um novo objeto. Por outro lado, quando não há esquemas suficientes para encaixar o novo estímulo, o esquema se modifica, essa mudança é chamada de acomodação.

De acordo com Piaget (1896) pode-se dizer que os elementos exteriores são assimilados à organização considerada, na medida em que são integrados em seu ciclo. Mas, no caso de um elemento novo, há assimilação se este for integrado por sua vez no ciclo da organização sem destruí-lo. Porém se não o destrói, pode modificá-lo. Neste caso ocorre a acomodação do ciclo de assimilação.

Piaget (1996), quando expõe a ideia de acomodação (por analogia com os “acomodatos” biológicos) expressa que é toda modificação dos esquemas de assimilação sob a influência de situações exteriores (meio) ao quais se aplicam. Assim, a acomodação acontece quando o sujeito não consegue assimilar um novo estímulo. Segundo Piaget, diante da dificuldade, existem duas alternativas:

1. Criar um novo esquema no qual se possa encaixar o novo estímulo, ou;
2. Modificar um já existente de modo que o estímulo possa ser incluído nele.

Ambas as alternativas resultam em mudança na estrutura cognitiva. Acontecendo a acomodação, o sujeito pode tentar assimilar o estímulo novamente, quando modificada a estrutura cognitiva, o estímulo é assimilado.

Dos processos de assimilação e acomodação surgem outros termos. Se o objeto do conhecimento oferecer resistência à estrutura cognitiva, acontece um conflito cognitivo resultando em desequilíbrio na estrutura do sujeito, devido à falta de elementos que se encaixem nos esquemas existentes no seu cognitivo. Esse processo de equilíbrio implica no desenvolvimento da inteligência.

A equilíbrio, de uma maneira geral, trata de um ponto de equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, e assim é considerado um mecanismo de autorregulação, importante para propiciar ao sujeito uma interação eficiente dele com o meio ambiente.

Essa equilíbrio é necessária porque se uma pessoa só assimilasse estímulos acabaria com alguns poucos esquemas cognitivos, o que dificultaria detectar diferenças entre objetos. Por outro lado, se uma pessoa só acomodasse estímulos acabaria com uma grande quantidade de esquemas cognitivos, o que causaria visualizar a maioria dos objetos sempre como diferentes, mesmo pertencendo à mesma classe.

### **2.2.3 Simulações Computacionais e a Construção do Conhecimento**

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistema ou fenômenos. A utilização de ferramentas para simulações são muito úteis, pois ajudam o estudante compreender modelos científicos da natureza dando a possibilidade de reproduzir experimentos caros ou perigosos, situações de alta complexidade ou fictícias (SALLES E MELO,

2017). O uso de simulações é uma estratégia de atender as necessidades de analisar sistemas em escalas com grande variação (gigantescas ou microscópicas), formular e testar hipóteses na solução de problemas.

Nas simulações computacionais o estudante tem a oportunidade de fazer descoberta de fenômeno físico, onde, a partir do controle da animação de forma lenta e gradual, em repetidas vezes, o estudante se permite interagir com o fenômeno físico de forma simulada, com controle sobre a ação do fenômeno, mantendo o seu ritmo de aprendizagem. Neste contexto, a teoria de Piaget, permite refletir e analisar de maneira a valorizar os esquemas cognitivos do estudante, através de sua capacidade de assimilar a informação. Um papel mais ativo dos estudantes durante as aulas é importante não apenas pela possibilidade de despertar maior interesse, mas também por poder proporcionar melhores resultados quanto a sua aprendizagem (SOUSA *et al*, 2015).

O aprendizado que envolve a construção do conhecimento se origina do aperfeiçoamento das funções sensório-motoras do indivíduo, para Piaget (1896) o sujeito organiza os estímulos e sensações com os quais ele se depara em forma de estrutura, e a simulação de um evento permite ao aluno interagir com o fenômeno físico de forma indireta, manipulando variáveis, testando e interagindo com as representações de conceitos, propiciando a construção do conhecimento.

Considerando a importância de uma atitude mais ativa por parte dos estudantes, nota-se também o potencial das simulações para o desenvolvimento de atividades de natureza investigativa (SOUZA *et al*, 2015). As simulações computacionais tem se consolidado como ferramentas importantes no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que elas podem auxiliar na exposição de fenômenos que possibilitem a construção e redefinição do conhecimento previamente existente na estrutura cognitiva do estudante.

As simulações computacionais permitem os estudantes observar e influenciar a dinâmica de sistemas biológicos complexos observáveis nos livros didáticos (BERGAN-ROLLER *et al*, 2017). Sabe-se que conceitos necessitam ser significativos para que o estudante possa assimilar a informação de forma objetiva.

### 2.2.4 Ensino de Ecologia

A Ecologia é um campo do conhecimento de grande prestígio e importância nos tempos atuais o qual é responsável pelo ensino da interação de organismos entre si e com mundo natural (MOTOKANE e TRIVELATO, 1999; RICKLEFS, 2015). A Ecologia surgiu em 1870, quando zoólogo alemão Ernst Haeckel formalizou o termo. Esta surgiu com a finalidade de estudar as interações entre os organismos, bem como a distribuição e abundância dos mesmos, favorecendo a compreensão de diversos eventos naturais no planeta.

O desenvolvimento da Ecologia, sua sistematização e divulgação como área de conhecimento também favoreceu a criação de um maior reconhecimento do ser humano com o ambiente em que este está inserido. Investigações sobre os processos de ensino e aprendizagem de conceitos ecológicos são necessárias para uma ampliação das reflexões sobre o ensino de Ecologia (MOTOKANE e TRIVELATO, 1999).

O ensino de Ecologia requer alternativas que possam ser empregadas para diversificar o conteúdo e não o limitá-lo, como alternativa, as tecnologias tornam-se interessante no auxílio do ensino-aprendizagem de Ecologia quando trabalhadas em momentos que se façam necessárias. E, segundo Motokane e Trivelato (1999, p. 3) há várias dificuldades ao ensinar Ecologia, entre elas:

“[...]” não existem muitos trabalhos científicos interligados à educação; trata-se, como já abordamos, de uma área em constante evolução e muitos professores não contaram com uma formação inicial sólida na área, bem como apresentam diversos obstáculos à concretização de uma formação continuada e, finalmente, os temas socioeconômicos ligados às questões ambientais mudam de acordo com a atualidade, porém a elaboração de material didático é lenta, por consequência, ao ser lançado já está defasado.

Os meios de comunicação utilizam o termo Ecologia e existem muitos temas que podem englobar esta Ciência. Questões sobre desequilíbrio ecológico, aquecimento global, mau uso dos recursos naturais, poluição, entre outros, são de conhecimento da maioria da população e alvo de discussões nos cenários da política, economia, cultura e educação. São temas que, de certa forma, fazem parte de discussões acadêmicas.

É de suma importância que haja mais estudos sobre ensino de Ecologia, já que o mesmo faz parte da realidade do homem, e cada vez mais pode auxiliar no entendimento da relação homem e meio ambiente.

### **2.2.5 A Cadeia Alimentar**

Os organismos compartilham relações alimentares dentro de um ecossistema, podendo ser reunidos em uma unidade funcional. A essa relação se deu o nome de cadeia alimentar (RICKLEFS, 2015). Uma forma de representar as cadeias alimentares é ligar os nomes dos organismos com setas, descrevendo também como ocorre a transferência de matéria e de energia entre os seres vivos. Modelos desse tipo descrevem uma representação linear, a partir de um vegetal, sugerindo que os animais menores são consumidos pelos maiores para sua sobrevivência, o que já caracteriza um equívoco conceitual, pois nem sempre o consumidor é maior (PAZ, 2006 e SOBRINHO, 2015).

Ao longo da cadeia alimentar ocorre a transferência de energia e de nutrientes. A transferência de nutrientes fecha-se com o retorno dos nutrientes aos produtores. Já a energia, é utilizada por todos os seres que integram a cadeia alimentar, diminuindo ao longo desta, não podendo ser reaproveitada. Dessa forma, a posição que os seres ocupam na cadeia alimentar é que os classificam como produtores (plantas), consumidores (animais) e decompositores (fungos e bactérias).

O modelo ilustrativo, Figura 1, mostra os vegetais, seres que conseguem produzir seu próprio alimento por meio da fotossíntese. Por isso são considerados produtores e autótrofos, pois conseguem fixar a energia luminosa absorvida durante o dia. Os animais herbívoros são aqueles que não conseguem produzir seu próprio alimento e se alimentam de vegetais, desta forma buscam alimentos no meio,

No modelo o herbívoro é representado pela capivara que aparece após os vegetais, seguindo a indicação de seta, numa representação de animal que consome o vegetal, fazendo o papel de consumidor primário. Os animais carnívoros, a onça-pintada um animal que está no topo da cadeia alimentar, aparece após a capivara (herbívoro), seguindo a indicação de animal que consome outro animal, fazendo o papel de consumidor secundário, uma vez que a onça também não consegue produzir seu próprio alimento, ela precisa caçar e captura sua presa,

mantendo uma relação ecológica que equilibra a cadeia alimentar, a relação presa-predador.



**Figura 1 - Modelo ilustrativo da cadeia alimentar. O vegetais servem de alimento para as capivaras que servem, por sua vez, de alimento às onças.**

**Fonte: Slideplayer.com. br**

Esse modelo apresenta de forma implícita a organização de uma sequência de seres vivos, que se relacionam de forma natural em busca de alimento à sua sobrevivência. A relação relativa dos seres vivos é feita definindo-se as relações alimentares entre eles. As cadeias alimentares focalizam relações relativamente simples entre os seres vivos de diferentes níveis tróficos (BIZZO, 2013).

As cadeias alimentares podem ser tomadas como etapas nas quais ocorrem várias conversões de energia, de modo que a que permanece disponível no corpo dos seres vivos é muito menor do que o total da energia disponível nos alimentos que esses seres ingeriram durante a vida.

O equilíbrio do ecossistema está profundamente ligado à realização de todas as etapas que ocorrem na cadeia alimentar. Caso algumas espécies sejam extintas, as outras não resistirão, uma vez que todas possuem uma relação de interdependência, ou seja, uma depende da outra para sobreviver. O desequilíbrio do ecossistema é um dos principais problemas ambientais da atualidade. Com a extinção de algumas espécies animais e vegetais, ocorrem cada vez mais problemas nas cadeias alimentares e, por consequência, causando graves prejuízos aos ecossistemas.

## Modelo Presa-Predador

O modelo presa-predador trata de duas espécies dividindo um ambiente fechado, em que uma das espécies se alimenta da outra espécie, o animal que caça o outro para se alimentar é chamado de predador e o que serve de alimento é chamado de presa. O relacionamento entre espécies constitui a base principal das cadeias alimentares equilibrando os ecossistemas.

O modelo de Lotka-Volterra tem um papel muito importante no estudo de sistemas ecológicos (CUNHA, 2017). Este foi o primeiro modelo proposto para tentar compreender como duas espécies estão relacionadas na dinâmica entre presas e predadores. Neste modelo, se não existissem os predadores, a população de presas cresceria exponencialmente segundo o modelo Malthusiano, mas este crescimento é regulado pelo encontro destas com os predadores dado pelo produto do número de ambos. O número de predadores por sua vez, deveria decrescer exponencialmente em uma região sem alimentos até atingir sua extinção, mas este decréscimo é regulado pelo produto do número de presas pelo número de predadores (SOBRINHO, 2015 e CUNHA, 2017).

As Equações (1) e (2) mostradas a seguir, são as equações diferenciais de primeira ordem que descrevem matematicamente o modelo de Lotka-Volterra.

$$\frac{dx}{dt} = x - \alpha xy, \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = -y + \beta xy. \quad (2)$$

Nestas equações, as variáveis  $x$  e  $y$  representam as populações de presas e de predadores, respectivamente, as constantes  $\alpha$  e  $\beta$  representam a taxa de decréscimo da população de presas devido aos encontros com predadores e a taxa de crescimento da população dos predadores devido à predação.

A relação presa-predador pode controlar o crescimento das populações envolvidas, mas isso não deve ser considerado ruim, pelo contrário, essa relação faz parte do equilíbrio do ambiente. Sem esse controle, uma população poderia crescer muito e acabar os recursos, prejudicando outras espécies e o equilíbrio do ambiente. Para Ricklefs (2015) as interações consumidor-recurso são as interações mais fundamentais da natureza porque todos os organismos não fotossintéticos devem comer, e todos sofrem o risco de serem comidos.

O que limita o crescimento da população de presas é somente a população de predadores. A população de presas cresce exponencialmente se o número da população de predadores for nulo. O predador só se alimenta da população de presas. Portanto, se o número de presas for nulo, a população de predadores diminuirá porque eles morrem de fome. Cada predador pode consumir um número infinito de presas. É necessário um número constante de predadores para manter o equilíbrio no número de presas. Conseqüentemente, cada predador precisa aumentar o seu consumo de presas conforme o número de presas no meio vai crescendo. As presas e os predadores se encontram ao acaso num ambiente homogêneo, as presas e os predadores se movem ao acaso pelo ambiente e as presas não possuem nenhum mecanismo para se protegerem dos predadores.



## CAPÍTULO 3

# TRABALHOS RELACIONADOS

### 3.1 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos encontrados na literatura sobre o desenvolvimento e uso de simulações computacionais para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, descrevendo o desenvolvimento da simulação e a abordagem utilizada pelos autores no desenvolvimento do trabalho.

A simulação pode ser vista como a representação ou modelagem de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos. O uso da simulação é uma estratégia de atender as necessidades de analisar sistemas em escalas com grande variação (gigantescas ou microscópicas), formular e testar hipóteses na solução de problemas. Com base nessa estratégia, Sales e Melo (2017) aplicaram simulações para ajudar os alunos a compreender modelos científicos da natureza dando a possibilidade de reproduzir experimentos caros ou perigosos, situações de alta complexidade ou fictícias. O estudo também mostrou que um papel mais ativo dos alunos durante as aulas é importante não apenas pela possibilidade de despertar maior interesse, mas também por poder proporcionar melhores resultados quanto a sua aprendizagem.

Sob o olhar didático-pedagógico no contexto do ensino de Biologia, a simulação computacional permite aos alunos observar e influenciar a dinâmica de sistemas biológicos complexos descritos nos livros didáticos. A simulação pode auxiliar na exposição de fenômenos que possibilitem a construção e redefinição do conhecimento previamente existente na estrutura cognitiva do aluno. Souza *et al* (2015) mostrou que nas simulações computacionais o aluno tem a oportunidade de fazer descoberta de fenômeno físico, onde, a partir do controle da animação de forma lenta e gradual, em repetidas vezes, é possível interagir com o fenômeno físico de forma simulada, com controle sobre a ação do fenômeno, mantendo o seu ritmo de aprendizagem. Considerando a importância de uma atitude mais ativa por parte dos alunos, nota-se também o potencial das simulações para o desenvolvimento de atividades de natureza investigativa.

A importância do uso da simulação computacional e aprendizagem participativa para o ensino de ciências foi destacada por Petrosino *et al* (2018). Os autores utilizaram um modelo de simulação para explorar a relação entre lobos e ovelhas, focando na consequência da extinção dos lobos para o equilíbrio de um parque nacional. Embora o trabalho explorasse a aprendizagem participativa, pouca ênfase foi dada aos aspectos metodológicos e pedagógicos ao processo de ensino e aprendizagem em grupo.

Com o objetivo de ampliar a experiência de aprendizagem dos visitantes de um museu oceanográfico, Silva; Alves e Muller (2018) desenvolveram uma simulação computacional com interação por meio de interfaces intuitivas e permitiu ao usuário observar a interação entre espécies de um ecossistema, como a intervenção de terceiros afetam o equilíbrio e até mesmo a extinção em massa das espécies que habitavam aquele ecossistema. Com o cenário montado o usuário presenciava um desequilíbrio ecológico, com uma espécie tendo seu crescimento populacional desequilibrado, espécies sendo extintas, recursos naturais acabando ou o equilíbrio ecológico.

Para ajudar os alunos a entender a respiração celular, Bergan-Roller *et al* (2017) desenvolveu uma abordagem que usava a simulação por meio de uma plataforma de modelagem on-line. A respiração celular é um processo biológico complexo que exemplifica os principais conceitos biológicos, incluindo sistemas e transformação de energia. Os alunos exploraram diferentes aspectos da respiração celular fazendo alterações no sistema de simulação. Para cada alteração, os alunos investigaram as causas mecanicistas subjacentes de forma iterativa, testando suas previsões por meio das simulações, interpretar e relatar suas descobertas, e refletindo sobre sua previsão até que possam descrever com precisão o mecanismo subjacente. Porque a lição é independente e requer pouca orientação do professor, a lição pode ser implementada em uma ampla variedade de configurações sem a necessidade de muitas alterações nos currículos existentes.

Um estudo piloto sobre o uso de uma ferramenta educacional multimodal com a cadeia alimentar foi desenvolvido por Hartweg *et al* (2017) com alunos de uma escola pública. O objetivo do trabalho era comparar a efetividade da ferramenta multimodal, o uso da simulação com uma apresentação tradicional dos conteúdos da cadeia alimentar por meio de um projeto experimental. Coleta de dados incluída um

pré-teste/pós-teste e uma folha de respostas "O que eu fiz/o que aprendi". A análise quantitativa dos resultados do pré-teste/pós-teste mostrou que ambos os grupos melhoraram do pré-teste para o pós-teste. A diferença mais marcante ocorreu em como os alunos perceberam a conexão das espécies e a consciência do impacto humano. Esses resultados sugerem que o uso da simulação como forma de ensinar e conectar conteúdo científico às práticas relacionadas aos ecossistemas é um método eficaz de envolver os alunos em discussões inteligentes sobre esses tópicos.

Oliveira e Serra (2016) realizaram um estudo de caso sobre o uso de simulação computacional como auxílio aos alunos na aprendizagem de física, com o objetivo de comprovar a eficácia da simulação como ferramenta importante para a promoção da aprendizagem os autores utilizaram turma como controle, realizaram aulas tradicionais seguidas de atividades sobre o conteúdo com as duas turmas, porém apenas uma manteve contato com a simulação para auxiliar nas atividades.

De acordo com os autores a turma que teve acesso à simulação apresentou um rendimento superior em relação à turma que não teve esse acesso. Os autores afirmaram que a aplicação da simulação computacional em uma das turmas evidenciou uma significativa melhora na aprendizagem dos alunos e concluíram que o uso de simulações pode contribuir para a aprendizagem, assim como, podem se tornar forma de estimular a motivação necessária para uma aprendizagem significativa.

A simulação computacional desenvolvida por Aguiar *et al* (2015) possibilitou a realização de experimentos onde seres vivos virtuais evoluíram, adquirindo semelhança com o ambiente virtual. A ferramenta possibilitou mostrar em um ambiente virtual como funciona o mecanismo de camuflagem nos seres vivos. A ferramenta desenvolvida pelos autores, apesar de simular a camuflagem de seres vivos, não incorporou fatores como interatividade, motivação e ludicidade.

Os aspectos do entendimento ecológico de crianças em idade pré-escolar foram explorados por Allen (2017). O estudo utilizou uma amostra de setenta e cinco crianças de 3 a 5 anos de idade. Especificamente, seus conceitos de relações alimentares foram determinados pela apresentação de modelos físicos de cadeias alimentares de três etapas durante entrevistas estruturadas. A maioria das crianças, principalmente crianças de 5 anos, foi capaz de apreender conceitos inerentes aos

tópicos da cadeia alimentar que estão programados para aparecer mais tarde na escola. Em parte, as diferenças de idade no raciocínio das crianças podem ser explicadas pela teoria atencional baseada em adaptações evolutivas de evitação de predadores, que tendem a se tornar significativas aos 5 anos. Os dados sugerem que esses aspectos da educação ecológica pré-escolar podem ser aumentados em sofisticação, acelerando assim o entendimento das crianças sobre o meio ambiente além do que atualmente é o caso.

O trabalho de Hovardas (2017) mostrou que embora os sistemas ecológicos em escalas variadas envolvam interações não lineares, os alunos insistem pensando de maneira linear quando lidam com fenômenos ecológicos. Esse trabalho propôs uma estratégia de ensino visando à progressão hipotética da aprendizagem para o desenvolvimento de raciocínio não linear em sistemas presa-predador e fornecer evidências empíricas para uma parte dessa progressão.

Nesses estudos os participantes previram como as populações de lobos e veados evoluiriam em uma floresta hipotética e então usou a simulação para gerar dados, construir gráficos e comparar suas previsões com as descrições dos gráficos. Um novo contexto de aprendizagem foi introduzido e novas previsões foram solicitadas para investigar se os participantes transfeririam experiências de aprendizado anteriores no novo cenário. No geral, as implicações do estudo destacam a importância do uso de produtos de aprendizagem para aprovar uma avaliação formativa.

Basu (2015) observou as dificuldades que os alunos de nível médio e superior têm em interpretar e entender sistemas complexos, como fenômenos ecológicos. O trabalho desenvolveu modelos computacionais baseados em múltiplos agentes. Esses modelos capturam explicitamente o comportamento de agentes e suas interações, representando atores individuais como objetos computacionais com atribuições regras. Como resultado, o comportamento coletivo emerge dinamicamente de simulações que geram a agregação dessas interações.

O trabalho em questão apresentou um estudo no qual os alunos do ensino médio usaram um modelo de simulação baseado em múltiplos agentes para investigar e aprender sobre um ecossistema do deserto. Os resultados da trabalho mostraram a eficácia da abordagem para ajudar os alunos a desenvolver uma

profunda compreensão dos complexos comportamentos ecológicos representados na simulação.

Thomazini, Caritá e Costa (2015) desenvolveram uma simulação computacional para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da condução e transmissão do impulso nervoso. Os autores modelaram um neurônio que foi avaliado por um docente biólogo, que relatou que a simulação refletiu a temática, destacando sua importância no processo de ensino-aprendizagem sobre o tema abordado. Os autores argumentaram que a simulação computacional poderá ser utilizada em aulas de biologia, pois sua aplicabilidade como recurso didático pedagógico foi eficaz, salientaram também que a simulação computacional permitiu elaborar um objeto virtual de aprendizagem dinâmico e de fácil compreensão.

Alves *et al* (2014) desenvolveram um jogo baseado nas mecânicas de simulação para abordar o tema controle biológico. O objetivo foi criar uma ferramenta de introdução lúdica à aprendizagem de Ecologia, abordando conceitos como a relação predador-presa, introdução de espécies em ecossistemas e capacidade suporte do ambiente. A ferramenta foi originalmente desenvolvida para trabalhar o controle biológico, utilizando personagens como pragas, predadores e plantas dando forma ao cenário da ferramenta. O desenvolvimento dessa ferramenta apresenta uma perspectiva ecológica de interação entre organismos com o ambiente, simulando a aplicação de controle biológico.

Os aspectos de ecossistemas aquáticos foram explorados no trabalho de Fernandes *et al*, (2018), os autores desenvolveram uma ferramenta computacional para auxílio à compreensão dos conceitos ou fenômenos representados em sala de aula em disciplinas de graduação. No modelo dos autores foram representados cinco grupos de comunidades aquáticas, que permitiu ao aluno testar facilmente diferentes cenários e visualizar em tempo real a consequência de cada alteração induzida no ecossistema, o modelo representou a cadeia trófica em comunidades aquáticas.

Para o trabalho citado acima foram realizadas diferentes aplicações avaliadas como, a preferência de cardumes de peixes por regiões favoráveis em função das respostas funcionais, influência da temperatura no crescimento da biomassa e comportamento presa-predador. De acordo os autores em todas as aplicações, o modelo mostrou de forma condizente os resultados esperados, se

apresentando como uma ferramenta didática, de uso público, fácil de utilizar, com grande potencial de ser utilizada em salas de aula em disciplinas da área de Ecologia.

Para auxiliar no ensino de ciências e permitir que os alunos obtenham conhecimento de biologia aquática em ambiente de água doce por observação prática Tarnng *et al* (2014) desenvolveram uma lagoa ecológica para aplicações práticas no ensino de ciências em escolas primárias, integrando situações ecológicas reais de ambientes aquáticos em atividades de aprendizagem para melhorar o interesse e motivação dos alunos.

Com o uso da ferramenta lagoa ecológica os alunos puderam observar as características das plantas aquáticas e animais em dispositivos móveis e entender a relação entre cadeia alimentar e equilíbrio ecológico em ecossistemas aquáticos. De acordo com os autores a lagoa ecológica virtual pode economizar o custo e mão de obra necessária para construir e manter uma lagoa ecológica real e também pode resolver os problemas de espécies insuficientes e dificuldade de observação de baixo d'água. Portanto, é uma ferramenta auxiliar útil para o ensino de ecologia aquática em escolas primárias.

## CAPÍTULO 4

# METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este capítulo apresenta uma descrição detalhada do percurso metodológico adotado no desenvolvimento do estudo, que trata de maneira geral, de uma sequência estruturada de atividades necessárias para a construção do conhecimento, aplicação e avaliação das atividades medidas por simulação computacional.

O presente trabalho utilizou uma abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa visa transmitir suposições e fornecer definições, discutindo como são ilustradas no estudo (CRESWELL, 2014).

Tendo em vista o objeto de estudo e as características do fenômeno a serem investigados, os quais se referem à construção do conhecimento através de simulação computacional no ambiente escolar. Nesse contexto, adotamos como modalidade de pesquisa o estudo de caso, contemplando as fases de planejamento, concepção, aplicação, análise e avaliação de um modelo de ensino, o qual tem como ferramenta didática tecnológica uma simulação computacional guiada por um roteiro de atividades.

Optou-se por desenvolver um modelo de simulação computacional da cadeia alimentar para auxiliar na construção de conceitos ecológicos. Para aplicações experimentais com o uso do modelo, construímos um roteiro de atividades com base nos estudos Piaget. Durante a elaboração do roteiro de atividades, buscou-se organizar as atividades privilegiando o eixo temático Vida e evolução, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê que este eixo temático engloba o estudo de tudo que se relaciona com seres vivos, suas características, necessidades e interações entre os seres vivos (BRASIL, 2018).

Todas as etapas da pesquisa foram fotografadas e também gravadas em áudio para documentar a coleta dos dados de forma mais criteriosa, para análise dos resultados. Pelo caráter qualitativo da pesquisa, a análise dos dados seguiu as orientações de Bardin (2011), que afirma ser um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplica a discursos extremamente diversificados. Seu objetivo

consiste na manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitem inferir sobre outra realidade que não a da mensagem (BARDIN, 2011).

Na metodologia de coleta de dados, além da análise comparativa entre o questionário inicial, onde buscamos verificar os conhecimentos prévios dos alunos e o questionário final com o qual verificamos se houve conhecimento assimilado, também se realizou a análise do questionário socioeconômico e do questionário que avaliou o uso da ferramenta computacional.

## **4.2 O MODELO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

### *O SOFTWARE NETLOGO*

A simulação computacional foi desenvolvida com o ambiente *NetLogo*, específico para o desenvolvimento de modelos que representam fenômenos naturais e sociais baseadas em múltiplos agentes. O ambiente disponibiliza ferramentas bem sofisticadas para a edição de formas, caracterização do comportamento dos agentes, descrição da dinâmica do sistema, comunicação em rede e interfaces gráficas. O *NetLogo* é um ambiente multiplataforma escrito na linguagem de programação Java. Para o desenvolvimento do modelo utiliza-se a linguagem de programação provida pelo *NetLogo*, uma variação do Logo para apoiar execução simultânea e modelagem multiagentes (CAMARGO *et al.* 2014).

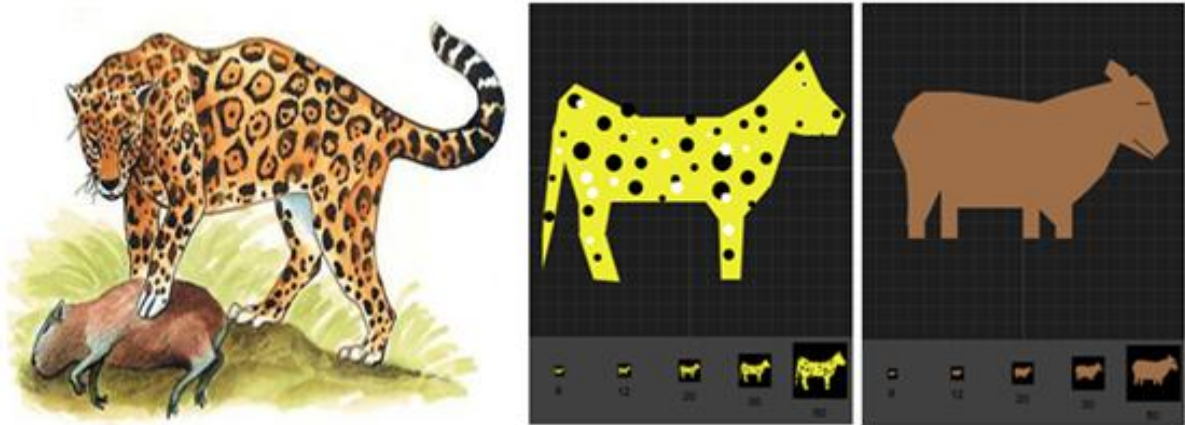
Uma grande vantagem do *NetLogo* é que ele permite a autoria de novos modelos ou a modificação de modelos existentes. Isso viabilizou a utilização do modelo presa-predador já existente no ambiente para a adequação do modelo desenvolvido, tomando como base os conceitos relacionados à cadeia alimentar que frequentemente ilustra os livros didáticos de ciências e biologia. A dinâmica do sistema foi descrita por meio da interação entre duas espécies que habitam um determinado espaço ecológico: a onça-pintada, que é o maior felino sul-americano e está no topo da cadeia alimentar, e a capivara, animal herbívoro que tem como predador a onça-pintada (BIZZO, 2013).

### **AS ESPÉCIES**

Focado no estudo da cadeia alimentar, realizou-se adequação do modelo computacional para interação entre duas espécies que habitam um determinado espaço ecológico: a onça-pintada, que é o maior felino sul-americano e está no topo



da cadeia alimentar, e a capivara, animal herbívoro que tem como predador a onça-pintada (BIZZO, 2013). A partir da escolha da silhueta dos animais e com suas características foi possível estabelecer os níveis de relacionamento, utilizando um modelo presa-predador, onde se tem espécies que fazem o papel de presas e de predadores realizou-se o desenvolvimento dos mesmos. Na Figura 2 tem-se um exemplo de cadeia alimentar real adaptado para um enredo de modelo computacional.



**Figura 2 - Onça e capivara do modelo real e do modelo virtual**

**Fonte: A autora**

Considerando os aspectos do modelo, devem-se estabelecer quais são os personagens que fazem parte de cada nível da cadeia alimentar do ecossistema. O capim faz o papel de produtor, a capivara faz papel de predador herbívoro do capim e presa da onça que faz o papel de predador carnívoro.

A variável onça é influenciada positivamente pelo fluxo de nascimento de onças e negativamente pelo seu fluxo de morte. Dessa maneira, todos os parâmetros e constantes (como as taxas de vida e morte das espécies) do modelo são caracterizados. Para ambas as espécies (os agentes do modelo) são atribuídas parcelas de energia, oriundas do capim para as capivaras e das próprias capivaras para as onças, de tal forma que quando a energia for reduzida a zero as espécies poderão morrer.

## O CENÁRIO

O cenário virtual é dado por um plano bidimensional, onde a posição de um objeto no plano é definida pelas suas coordenadas  $x$  e  $y$ . O ambiente possui

pequenos quadrantes verdes que representam o capim, o qual vai servir de alimento para uma das espécies. A Figura 3 mostra esse cenário.

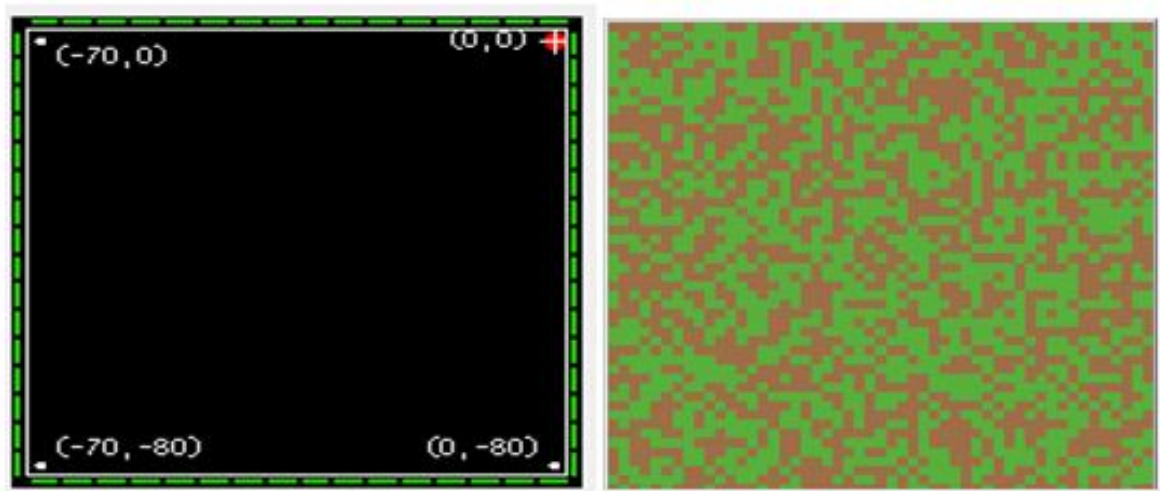
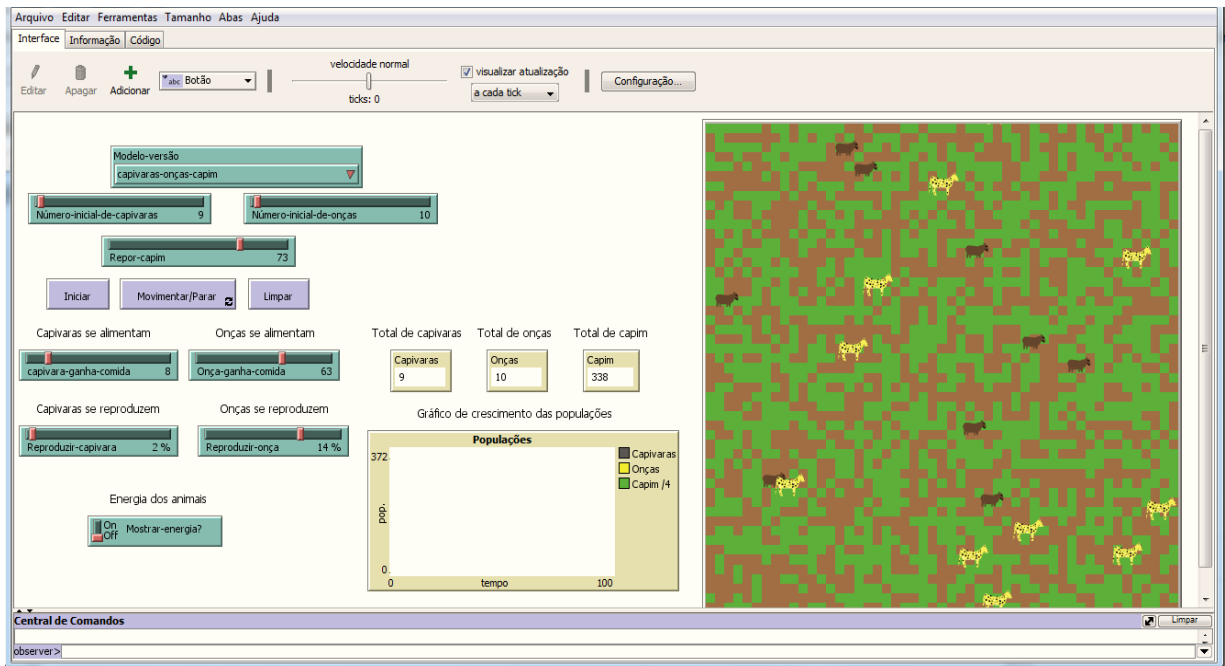


Figura 3 - Cenário do modelo de simulação

Fonte: A autora

### DINÂMICA DA SIMULAÇÃO

O usuário começa a simulação em um ecossistema inicial e conforme o desenrolar da simulação, as espécies vão se relacionando numa dinâmica de consumidor-recurso. O usuário interage com o modelo controlando o que ocorre no ambiente através dos botões de comando e botões para mudar os números iniciais de espécies no cenário. Os resultados são apresentados em animações da movimentação das espécies. Na *interface* gráfica da simulação (Figura 4) também é possível controlar a velocidade dos movimentos dos agentes para uma melhor visualização.



**Figura 4 - Interface do modelo de simulação com os animais no ambiente**

**Fonte: A autora**

A predação ocorre quando uma onça encontra uma capivara. Esse processo é inserido no modelo pela definição de uma taxa de predação e pela caracterização da eficiência da predação. Também foram criados alguns procedimentos que possibilitam a reprodução das espécies permitindo a tanto a reposição das espécies como a do capim no ambiente.

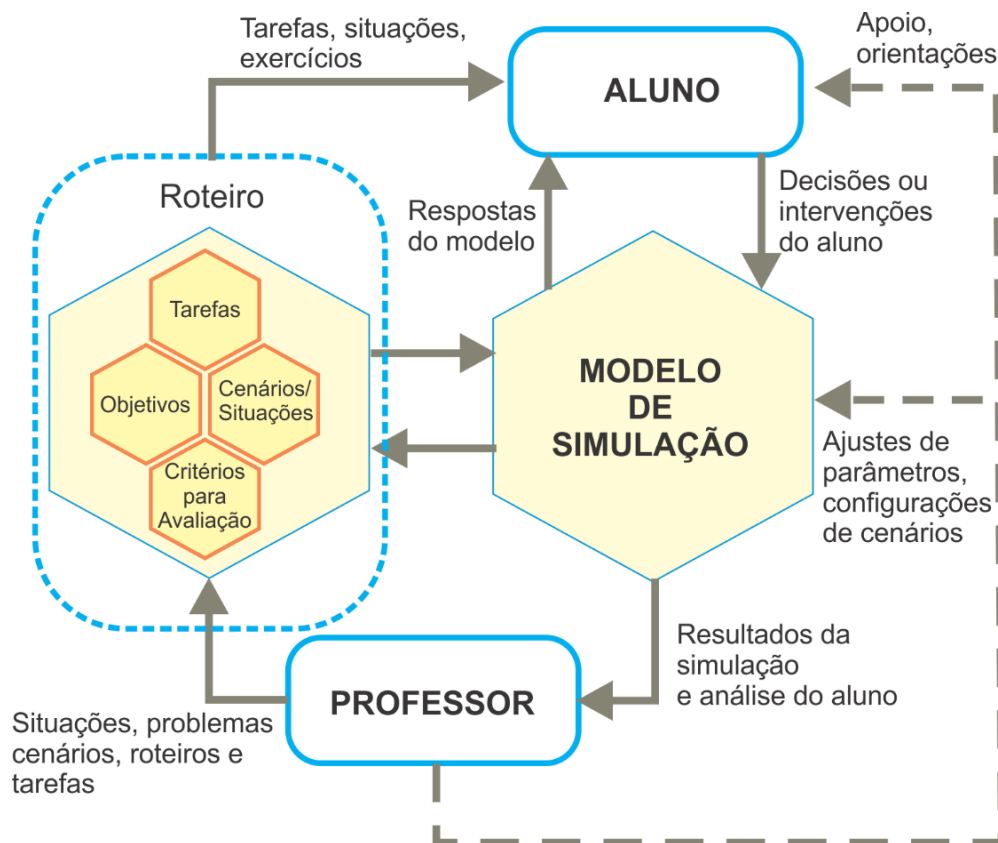
Cada ciclo de execução do modelo define um período de tempo no ambiente simulado. Em um ciclo de execução ocorre o nascimento das presas, seguindo a sua taxa de nascimento, que contribui positivamente na quantidade total da população das capivaras. Também ocorrem as mortes das onças, seguindo a sua taxa de mortalidade, que contribui negativamente para o cálculo da quantidade total das capivaras. Ainda no mesmo ciclo de execução, influenciado pela taxa de predação e pela eficiência da predação dos predadores, ocorrem tanto às mortes quanto os nascimentos das capivaras e das onças.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE ENSINO

A metodologia está construída na configuração de um modelo de ensino, que usa como base a simulação computacional. Um modelo de ensino é uma estrutura funcional que agrega um programa que prevê os objetivos, situações de aprendizagem, atividades a realizar e os critérios de avaliações com o modelo de

simulação. Esse conjunto de atividades e situações é organizado em estratégias por meio do qual os alunos interagem com a simulação, convenientemente dispostos em forma de um roteiro.

A arquitetura geral do modelo de ensino está ilustrada na Figura 5 mostrada a seguir.



**Figura 5 - Arquitetura do modelo de ensino baseado em simulação. As setas traçadas representam interações indiretas entre o professor, estudante e o modelo de simulação.**

**Fonte:** A autora

O roteiro é elaborado e estruturado pelo professor. Ao elaborar um roteiro experimental, o professor deve ter e deixar claro os objetivos que deseja alcançar com as atividades visando maior entendimento e desenvolvimento de habilidades por parte do aluno e para que se dê efetivamente a assimilação dos conceitos propostos no decorrer do processo de interação entre o aluno e o modelo de simulação.

Nesse processo o professor cria situações que estimule o aluno a pensar, analisar e relacionar os aspectos estudados com a realidade que vive. Essa realização das tarefas de ensino e aprendizagem é uma fonte de ação que irá relacionar a prática educativa do aluno. Nesse contexto o professor cria atividades

para serem realizadas com auxílio de simulação propiciando ao aluno resolver as tarefas de uma maneira reflexiva. A atividade deve ser elaborada considerando o conteúdo abordado, bem como a evolução do conceito em função do grau de escolarização do aluno.

O professor planeja e orienta a direção dos conteúdos, visando à assimilação pelo aluno e o desenvolvimento de habilidades. É uma ação em que o educador é o mediador, que faz questionamentos, propõe problemas, instiga, faz desafios nas tarefas e o aluno é o receptor ativo e atuante, que responde com suas ações o que lhe é proposto produzindo conhecimentos.

Os objetivos são partes integrantes do processo de criar condições que garantam a aprendizagem do aluno, como aplicar conhecimentos relacionados ao conteúdo determinado a novas situações. O professor ao criar condições e meios para que o aluno desenvolva capacidade e habilidade intelectual.

Depois de definidas as tarefas e feito o planejamento geral de um tema ou tópico de ensino, o professor cria o cenário. O modo de trabalho na sala de aula, a forma como é negociada com os alunos a resolução das tarefas, os papéis assumidos pelo professor e pelos alunos, tudo isso vai ter uma influência enorme nas aprendizagens que irão ter lugar. Selecionando boas tarefas, o professor dá um passo importante para criar efetivas oportunidades de construção de conhecimento.

Neste contexto, desenvolver verdadeiros cenários de aprendizagem, levando em conta as interações entre os alunos e o professor é então uma questão crucial para a integração e o desenvolvimento de habilidades intelectuais mais complexas que a tradicional armazenagem de conteúdos. Os cenários vão ao encontro das concepções da teoria construtivistas de Jean Piaget. O estabelecimento desses caminhos proporciona ao professor um maior controle do processo e aos alunos uma orientação mais eficaz, que vá de acordo com previsto.

O professor estabelece os critérios de avaliação de acordo com o desenvolvimento das atividades propostas. Ele pode selecionar uma situação conflitante que possa ser considerada um fator importante para que a avaliação forneça os dados que o professor busca sobre a atividade, ao comprovar os resultados do processo, favorece uma atitude mais responsável do aluno em relação ao estudo, colocando-o como sujeito ativo.

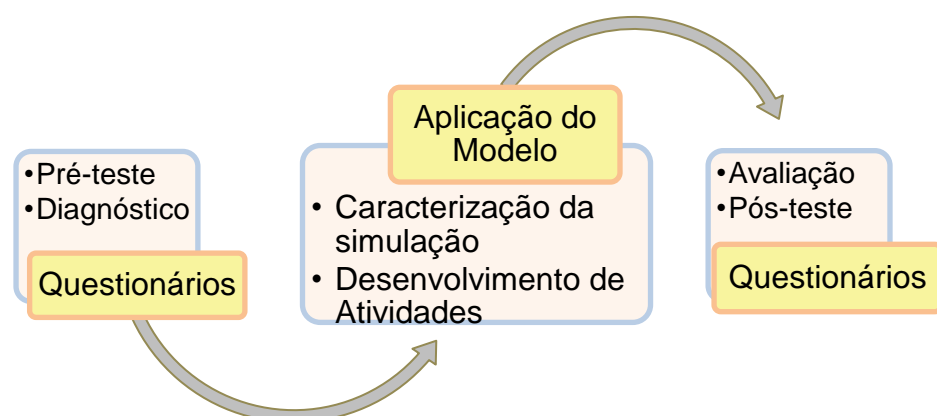
#### 4.4 O CONTEXTO DA PESQUISA E SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida com uma turma de 6º ano em uma Escola Municipal da cidade de Manaus. A escola atende Ensino Fundamental 6º ao 9º ano. A escola possui Laboratório de Informática (LI) conectado à Internet com sistema operacional Linux e Windows XP. A coleta de dados aconteceu nos meses de setembro e outubro de 2019. O LI possui 16 (dezesesseis) computadores, sendo que apenas 9 (nove) estavam em perfeitas condições de uso. Foi criado na área de trabalho dos computadores atalhos referente à simulação intitulada Cadeia Alimentar, usada neste trabalho.

Desse modo, da turma composta por 45 alunos, apenas 17 deles participaram da amostra para a pesquisa, sendo 11 alunas e 6 alunos em uma faixa etária compreendida entre 11 e 12 anos de idade. Com o objetivo de manter preservada a identidade dos mesmos, cada um recebeu um código de identificação composto pela letra A, que significa aluno associado a um número em substituição aos nomes. Por tratar-se de crianças e adolescentes, os pais e/ou responsáveis foram informados dos objetivos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, para uso da imagem, falas e atividades dos filhos na pesquisa (Apêndice A). Os alunos também receberam o termo de assentimento livre esclarecido (Apêndice B).

#### 4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados foram elaborados com base em cada etapa da coleta de dados abaixo:



**Figura 6 - Etapas de coleta de dados**

Fonte: A autora

Para a coleta de dados foram utilizados questionários antes e depois (Apêndices D e F) das atividades com o modelo de simulação, também foram coletados dados através de atividades realizadas durante as aulas (Apêndice E) com o uso da simulação e uma avaliação ao final do processo (Apêndice G). As atividades realizadas durante as aulas tinham questões cujos objetivos eram: investigar o conhecimento prévio individual do aluno, registrar a assimilação de novas estruturas e avaliar a evolução conceitual dos alunos.

A avaliação final foi formulada a partir das questões do questionário inicial as questões sofreram uma pequena reformulação, com o propósito de verificar a compreensão dos alunos em relação ao conhecimento ecológico. A versão final da avaliação (Apêndice F) foi aplicada após as atividades com o modelo de simulação.

Os instrumentos de coleta de dados foram validados através da aplicação em uma turma piloto com o mesmo grau de escolaridade. Logo após, tendo em mãos os resultados dos instrumentos de coleta de dados aplicados na turma piloto, foram feitas as devidas correções e mudanças necessárias a fim de torná-los mais prático, simples e eficiente quanto aos seus objetivos.

Para analisar as respostas dos alunos, buscamos como expectativas de respostas conceitos científicos para compararmos com o conteúdo das respostas dos alunos e realizar a classificação em categorias. Nesse sentido, foram criadas três categorias: “respostas adequadas”, “respostas parcialmente adequadas” e “respostas inadequadas”. A título de organização, foram escolhidas as respostas que pudessem conter os núcleos de palavras mais próximas com os conceitos científicos que utilizamos como parâmetros a fim de representar cada categoria.

As questões do questionário inicial após validação encontram-se acompanhadas das respectivas expectativas de respostas no Quadro 1.

QUESTÕES	EXPECTATIVAS DE RESPOSTAS
1. O que significa ecologia?	“A ecologia é a ciência que estuda as grandes relações na biosfera entre os seres vivos e destes com seu ambiente” (BIZZO, 2013, p.218).

2. Explique o que representa para você o modelo ilustrativo acima.	“Cadeia alimentar é quando os organismos compartilham relações alimentares dentro de um ecossistema, podendo ser reunidos em uma unidade funcional” (RICKLEFS, 2015, p.).
3. Indique o papel ou função de cada ser vivo que você observa no modelo ilustrado acima.	“Produtores são organismos que produzem matéria orgânica a outros seres vivos, são produtores de energia dos ecossistemas, por produzirem seu próprio alimento são chamados de autótrofos. Consumidores primários são os seres vivos que se alimentam diretamente dos produtores e consumidores secundários são predadores dos consumidores primários” (BIZO, 2013, p.227).
4. Qual dos níveis tróficos apresenta a maior quantidade de energia? Justifique.	“As cadeia alimentares têm em sua base organismos que convertem energia através de fotossíntese, que são os vegetais, uma pequena fração de energia é ingerida pelos herbívoros que ficara estocada em seu corpo e poderá ser utilizada por algum animal predador, como uma onça” (BIZZO, 2013, p.233).
5. O que aconteceria caso alguma das espécies desaparece-se?	“A estabilidade de um ecossistema depende justamente da manutenção de algumas relações entre os níveis tróficos. Por exemplo, a quantidade de alimento disponível em um nível trófico determina certas possibilidades nos níveis tróficos que dependem diretamente dele” (BIZZO, 2013, p.230).
6. Construa um modelo de cadeia alimentar por meio de um esquema ou desenho orientado por setas.	Produtor → Consumidor → Decompositor. A posição relativa dos seres vivos é feita definindo-se as relações alimentares entre eles (Bizzo, 2013).

**Quadro 1 - Questões do questionário inicial e expectativas de respostas**

Fonte: A autora

As questões definitivas do questionário final após validação encontram-se no Quadro 2. Como parâmetros foram utilizados as expectativas de respostas usadas no questionário inicial.

<b>QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO FINAL</b>
1. O que estuda a ecologia?
2. O que entendeu por cadeia alimentar?
3. Conceitue e dê exemplos de seres vivos para cada um dos níveis que caracterizam a cadeia alimentar?
4. Do capim para a onça o que ocorre com fluxo de energia?
5. O crescimento de uma das populações de animais levaria a extinção



antecipada de uma das espécies? Explique
--

6. Desenhe um modelo de cadeia alimentar.
---

**Quadro 2 - Questões do questionário final**

**Fonte: A autora**

Para avaliação da simulação computacional como ferramenta pedagógica para auxiliar no desenvolvimento de atividades sobre os conceitos ecológicos, também elaboramos um questionário (Apêndice G), com duas questões objetivas para obter por meio das respostas dos alunos uma classificação em relação ao uso da simulação computacional.

#### **4.6 ANÁLISE DOS DADOS**

Os dados foram organizados e analisados de acordo com cada aplicação de pesquisa, organizados em gráficos para melhor visualização. Por isso, e visando facilitar o entendimento do leitor sobre a análise realizada, a metodologia de análise será posteriormente descrita de maneira específica para cada aplicação de pesquisa.

## CAPÍTULO 5

# APLICAÇÕES EXPERIMENTAIS E RESULTADOS

### 5.1 MODELO DE ENSINO: PLANEJAMENTO, EXECUÇÃO E RESULTADOS

A experimentação foi realizada com uma turma do sexto ano do ensino fundamental, do turno matutino de uma unidade escolar pública da cidade de Manaus-AM. A aplicação foi realizada com 17 alunos na faixa etária entre 11 e 12 anos, os alunos participantes passaram pelos critérios de inclusão e exclusão detalhados a seguir:

#### **Critérios de Inclusão:**

- Alunos regulamente matriculados e frequentando as aulas de ciências no 6º ano do Ensino Fundamental;
- Alunos que apresentarem interesse e disponibilidade para participarem voluntariamente da pesquisa;
- Alunos que aceitem participar de todas as etapas da pesquisa.

#### **Critérios de Exclusão:**

- Alunos que apresentarem mais de 25% de faltas;
- Alunos que se recusarem em assinar o termo de assentimento livre e esclarecido;
- Alunos que os responsáveis não autorizarem sua participação na pesquisa;

Antes das aplicações das atividades, realizou-se uma conversa com a equipe pedagógica e com a professora regente de turma para que todos pudessem se inteirar do processo. Tendo como foco de estudo verificar a evolução conceitual sobre conteúdos de cadeia alimentar por meio da simulação, aplicou-se uma sequência de atividades composta de cinco aplicações.

Toda a pesquisa foi realizada nas aulas de ciências, com alunos do 6º ano do ensino fundamental, foram realizados sete encontros entre os meses de setembro e outubro, no Quadro 3 estão organizados os encontros e as atividades realizadas.

<b>CRONOGRAMA DE ENCONTROS</b>		
<b>Aplicação dos Questionários Iniciais</b>	<b>Aula</b>	<b>Data</b>
1º encontro: apresentação do trabalho, aplicação e recolhimento do questionário diagnóstico.	1h/aula	29/08
2º encontro: aplicação e recolhimento do questionário inicial.		12/09
<b>Atividades com o modelo de Simulação</b>		
3º encontro: apresentação e caracterização da simulação computacional “Cadeia Alimentar”.	4h/aulas	19/09
4º encontro: atividades com uso do modelo.		26/09
5º encontro: atividades com o uso do modelo (continuação).		03/10
6º encontro: atividades com o uso do modelo.		10/10
<b>Aplicação dos Questionários Finais</b>		
7º encontro: aplicação questionário final e questionário para avaliar o uso da simulação computacional.	1h/aula	17/10

**Quadro 3 - Cronograma de encontros**

**Fonte:** A autora

Uma descrição preliminar de todas as atividades do processo envolvendo as ações realizadas, a ordem de realização das mesmas e um pouco sobre os objetivos é apresentada a seguir. Essa descrição tem por objetivo propiciar uma noção do processo como um todo, para que o leitor deste trabalho consiga situar os momentos que serão destacados durante o processo de análise de cada objetivo de pesquisa.

## 5.2 ANÁLISE DE CADA APLICAÇÃO

A questão de pesquisa que orientou este estudo foi: Como construir novos conceitos sobre cadeia alimentar a partir de um modelo de simulação computacional visando à inovação das atividades práticas? Nesta sessão será apresentada a discussão geral desta questão.

A proposta de ensino fundamentado em atividades experimentais com uso de simulação computacional objetivou trabalhar apenas aspectos qualitativos sobre conceitos ecológicos. A proposta incluiu, inicialmente, o desenvolvimento de um modelo de ensino para a construção de novos conceitos sobre cadeia alimentar através do uso de modelo de simulação computacional.

As atividades foram propostas buscando favorecer a discussão de concepções expressas pelos alunos. Como um todo, as atividades buscaram propiciar o construção de conceitos fundamentais para a compreensão da cadeia alimentar.

Visando caracterizar detalhadamente o processo, assim como contextualizar os dados que serão apresentados e analisados na discussão da pesquisa, cada uma das aplicações realizadas com os alunos serão apresentadas de forma detalhada a seguir.

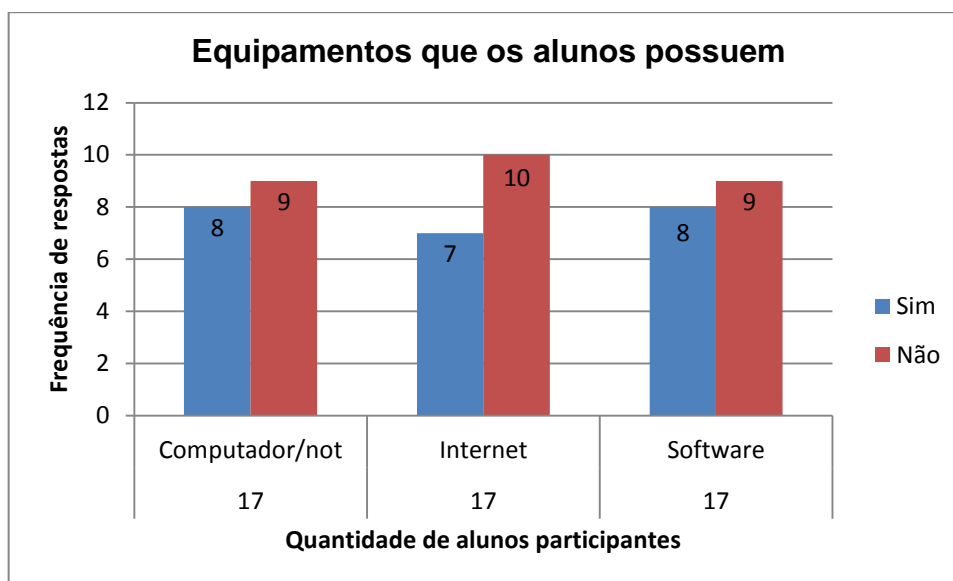
### 5.3 1ª APLICAÇÃO: ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO INICIAL DA TURMA

Os alunos participaram da primeira aplicação (Apêndice C), que tinha por objetivo caracterizar o perfil dos mesmos. A realização dessa atividade se deveu ao fato de que precisávamos conhecer um pouco mais de cada aluno. Assim, as respostas a essa atividade foram utilizadas para ajudar a professora a conduzir o processo. Os alunos mostraram, através dessa atividade, que tinham em suas residências computadores, acesso a internet, que alguns já haviam usado algum software ou aplicativo tecnológico.

As respostas das questões 1, 2 e 3 refere-se aos equipamentos e ao acesso a internet e software educacional que os alunos afirmam possuir ou ter acesso. De acordo com os dados 8 alunos declararam possuir computadores ou notebook em sua residência e 9 alunos alegaram não possuir. Sobre ter acesso a internet em casa, 7 alunos responderam possuir acesso à internet em sua residência e 10 responderam não possuir acesso à internet. Sobre já ter utilizado algum software ou aplicativo

tecnológico 8 alunos responderam já ter usado e quando questionado qual, alguns responderam não lembrar e 2 alunos citaram Roblox, que apesar de ser uma multiplataforma e simulação que permite o usuário criar seu próprio mundo virtual não tem fins educacionais.

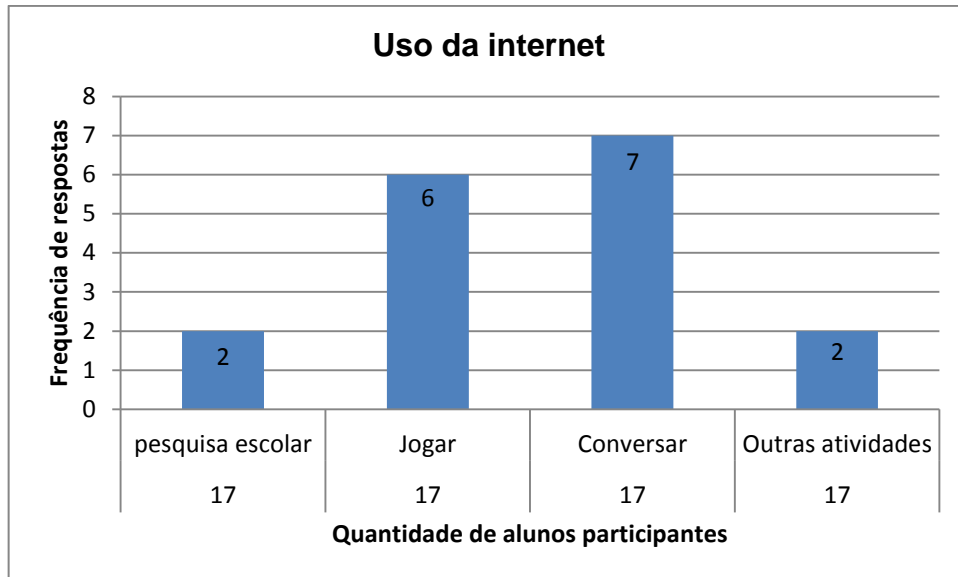
No Gráfico 1 estão organizadas as respostas dos alunos referente as questões 1,2 e 3 do questionário diagnóstico.



**Gráfico 1- Equipamentos que os alunos possuem**

Fonte: A autora

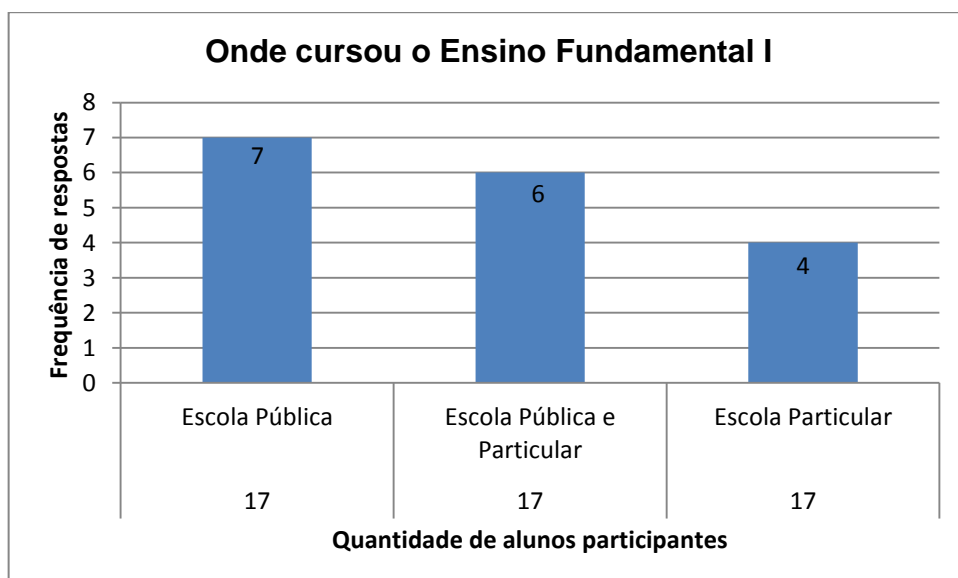
Na quarta questão do questionário diagnóstico os dados obtidos demonstram que os alunos fazem uso da internet mais para o desenvolvimento de atividades voltadas para o lazer e para os relacionamentos sociais, apenas 2 alunos respondeu usar para fazer pesquisas escolares, enquanto que 6 alunos utilizam a internet para jogar e 7 alunos assinalou a alternativa conversar com amigos, outros 2 alunos elegeu o desenvolvimento de outras atividades. As respostas estão organizadas no Gráfico 2.



**Gráfico 2 - Uso da internet**

Fonte: A autora

A quinta questão, questionava em que tipo de escola os alunos cursaram todo o ensino fundamental I, a questão revelou que 7 alunos cursaram todo o ensino fundamental I em instituições pertencentes à rede pública de ensino, enquanto 6 alunos responderam ter cursado parte em escola pública e parte em escola particular e apenas 4 alunos cursou todo o ensino fundamental I na rede privada de ensino, Gráfico 3.

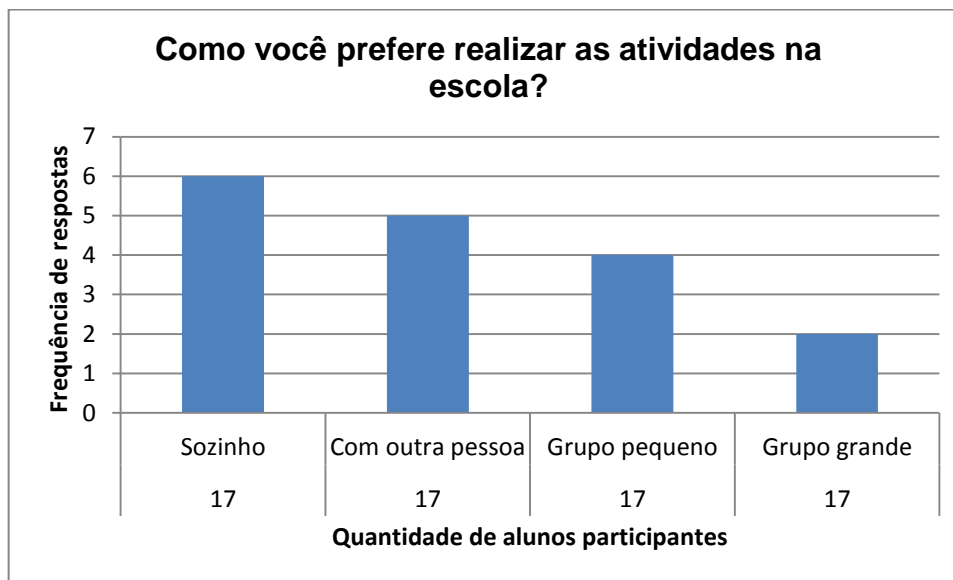


**Gráfico 3 - Tipo de escola que foi cursado e ensino fundamental I**

Fonte: A autora

A sexta e ultima questão questionava os alunos sobre suas preferencia em realizar as atividades na escola, 6 alunos responderam preferir fazer as atividades

sozinho, 5 alunos responderam com outra pessoa, 4 responderam ter preferencia por grupo pequeno e apenas 2 alunos responderam em grupo grande, os dados estão organizados no Gráfico 4.



**Gráfico 4 - Preferência em realizar as atividades na escola**

Fonte: A autora

De maneira geral, as respostas extraídas do questionário diagnóstico apresentaram informações suficientes para que o desenvolvimento das atividades com o uso da simulação computacional pudessem ser aplicadas.

#### **5.4 2ª APLICAÇÃO: IDENTIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE CADEIA ALIMENTAR**

Considera-se aqui que as informações prévias apresentadas pelos alunos permitiram, também, identificar a presença de conhecimentos prévios, que serviram como ponte entre o conhecimento preexistente com as novas informações e que foram determinantes para que ocorresse a construção da aprendizagem. Na perspectiva piagetiana, essa identificação serve, sobretudo, para nortear o ensino. Nenhum conhecimento, mesmo que perceptivo, constitui uma simples cópia do real, porque contém um processo de assimilação a estruturas anteriores (PIAGET, 1896, p. 13).

Para a primeira questão: “O que significa ecologia?” esperava-se que os alunos expressassem seus argumentos na linha de pensamento sobre as relações entre os seres vivos e o meio ambiente. De acordo com Ricklefs (2015), a Ecologia é

a ciência através da qual estudamos como os organismos interagem entre si e com o mundo natural.

Usando como parâmetro o conceito de Ricklefs (2015), identificamos que grande parte dos alunos pesquisados apresentaram conceitos relevantes.

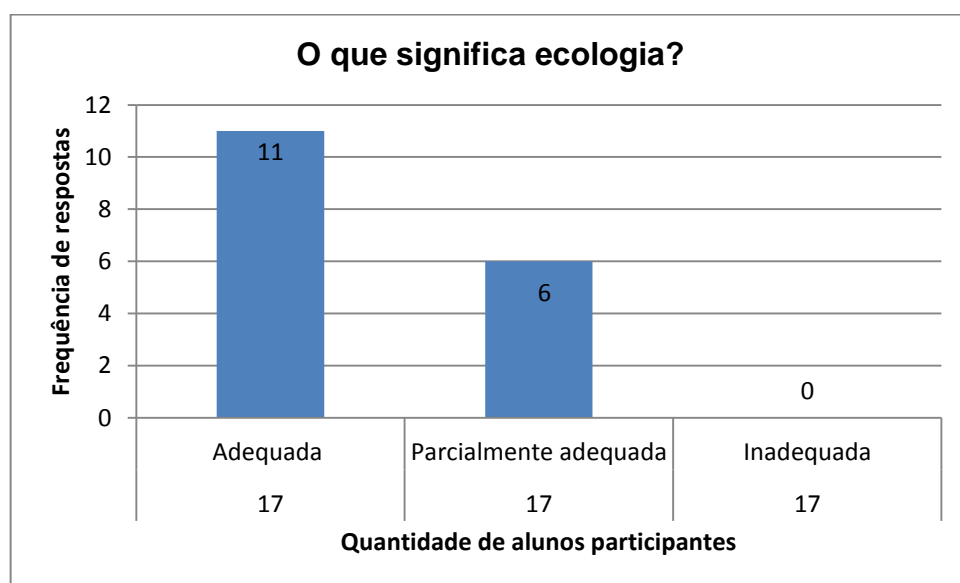
Dentre as respostas adequadas, verificou-se que 11 alunos expressaram as relações entre os seres vivos e entre os seres vivos com o ambiente. Destacamos como exemplos as respostas:

- A9: “A ecologia é o estudo do ambiente em que todos os seres vivos vivem, comem e se relacionam”;
- A3: “A ecologia estuda a natureza, os animais, as plantas, como vivem, moram e como comem”.

Na categoria parcialmente adequada identificamos seis respostas, verificou-se que os alunos também conseguiram perceber as relações entre fatores bióticos e fatores abióticos. No entanto, as respostas expressaram uma visão naturalista, pois os alunos restringiram a ecologia apenas à natureza e ao meio ambiente. Podemos perceber tal fato ao analisar a resposta:

- A5: “A ecologia é a natureza, preserva o meio ambiente”

Não encontramos afirmações que pudessem ser categorizadas como respostas inadequadas. As respostas podem ser verificadas no Gráfico 5.



**Gráfico 5 - Primeira questão do questionário inicial**

Fonte: A autora



Em trabalho realizado por Almeida e Lopes (2019), também foi questionado a 23 alunos do ensino fundamental de uma escola municipal sobre o conceito de ecologia. Da amostra total, 78,3% dos alunos forneceram respostas adequadas, demonstrando ter compreendido o conteúdo estudado. Outros alunos (21,7%) não conseguiram dar respostas adequadas.

Na segunda questão, foi utilizado um modelo de cadeia alimentar (Figura 1), solicitando aos alunos que explicassem o que representava para eles o modelo ilustrado. Esperávamos respostas citando o conceito de cadeia alimentar.

Ricklefs (2015) define que, cadeia alimentar é quando os organismos compartilham relações alimentares dentro de um ecossistema, podendo ser reunidos em uma unidade funcional.

Identificamos cinco respostas na categoria de respostas adequadas, os alunos A1 e A5 fizeram referência à cadeia alimentar, evidenciando contextos interessantes sobre a relação de consumo entre os animais, indicando conhecimentos prévios relevantes para o conteúdo de ensino, como podemos ver nas citações abaixo:

- A1: “É do que os seres vivos se alimentam no ambiente formando uma cadeia alimentar em que cada ser vivo come o outro e manter o equilíbrio na natureza”;
- A5: “Cada animal tem seu alimento no ecossistema e ele próprio é alimento de outro animal para fazer o equilíbrio ecológico”.

Na categoria de respostas parcialmente adequadas estão àquelas afirmações que conseguiram descrever a dependência entre os animais para a sobrevivência deles, no entanto não relataram a importância para o equilíbrio da natureza. Identificou-se 3 alunos dentro dessa categoria, como se verifica na afirmação do aluno:

- A8: “Cada animal precisa um do outro para sobreviver”.

Nove alunos não conseguiram responder de maneira adequada, pois expressaram afirmações que se distanciaram do conceito científico de cadeia alimentar. Como exemplo, destacamos a resposta:

- A12: “A onça é o animal mais forte e caça a capivara e ninguém pode fazer nada”.

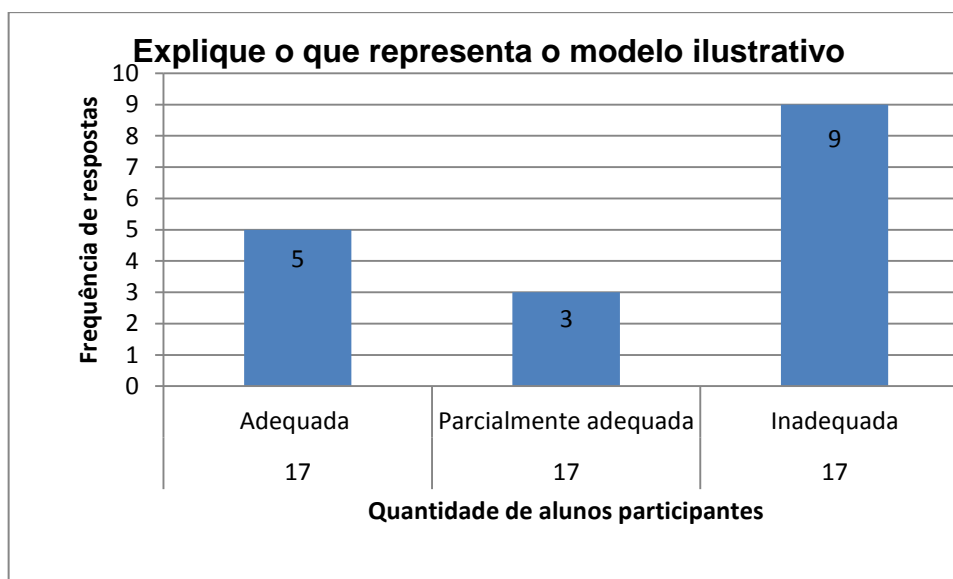
Na resposta do aluno A12 está a constante falta de entendimento sobre os conceitos ecológicos de cadeia alimentar.

Vinholi Júnior (2017) preconiza que termos ecológicos para os alunos referem-se mais a significado cultural que ecológico. De acordo com os estudos de Piaget (1896) não há esquemas compatíveis, nesse caso os alunos precisam modificar os esquemas existentes ou criar novos para que consigam assimilar e acomodar um novo conhecimento.

Para Piaget (1964) o ponto de equilíbrio entre a assimilação e acomodação é uma tendência natural do sujeito, o autor afirma que “todo sistema pode sofrer perturbações exteriores que tendem a modificá-lo”.

Neste sentido é que foi proposto, nesta pesquisa, o enfoque investigativo como uma forma de construir conceitos de ecologia, muitas vezes, não reconstruídos pelos alunos quando trabalhados de modo tradicional.

As respostas dos alunos para a segunda questão estão organizadas no Gráfico 6.



**Gráfico 6 - Segunda questão do questionário inicial**

**Fonte: A autora**

Almeida; Costa e Lopes (2015) realizando uma pesquisa com 23 alunos do 6º ano do ensino fundamental sobre conhecimento da cadeia alimentar, ao questionarem os alunos sobre o conceito de cadeia alimentar, identificaram as dificuldades dos alunos em relatar esse conceito, pois no pré-teste aplicado por eles 52,2% dos alunos não souberam responder.

Já para a terceira questão pretendeu-se averiguar os conhecimentos sobre o papel e função de cada ser vivo na cadeia alimentar, por meio do enunciado: “Indique o papel ou função de cada ser vivo ilustrado no modelo de cadeia alimentar”.

De acordo com Bizzo (2013), os produtores são organismos que produzem matéria orgânica a outros seres vivos, são produtores de energia dos ecossistemas, por produzirem seu próprio alimento são chamados de autótrofos. Consumidores primários são os seres vivos que se alimentam diretamente dos produtores e consumidores secundários são predadores dos consumidores primários.

Das respostas que apresentaram conhecimentos prévios de acordo com as afirmações de Bizzo (2013), classificadas na categoria de respostas adequadas identificamos quatro e destacamos as respostas:

- A16: “A planta se alimenta do sol e sua função é produzir alimento pra capivara, a capivara consome a planta para obter energia, a onça come a capivara e quando eles morrem são comidos pelos decompositores”.
- A14: “Onça é um consumidor secundário, eu acho que ela come a capivara, a capivara é consumidor primário e come a planta e a planta se alimenta dos raios solares”.

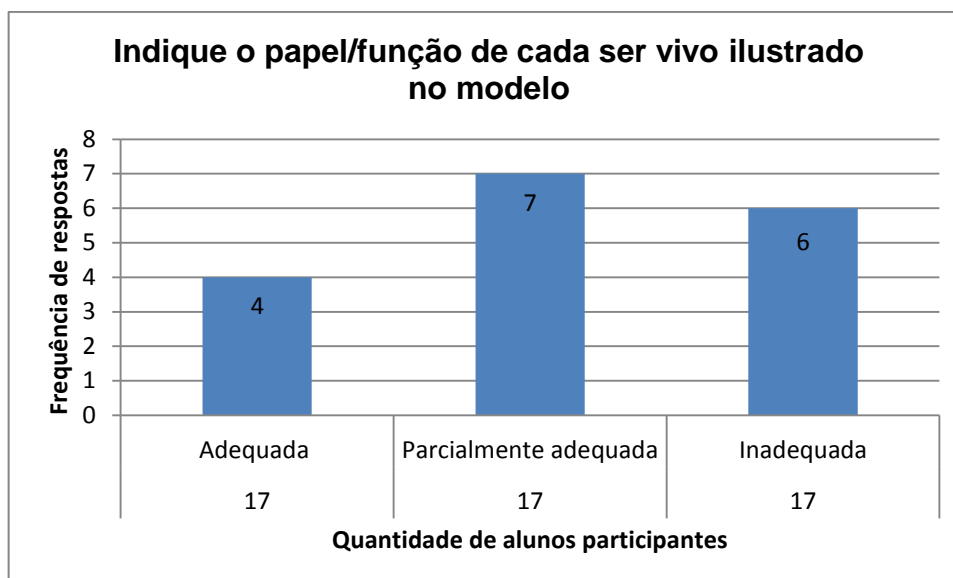
Por sua vez, foram incluídas na categoria de respostas parcialmente adequadas, aquelas que trouxeram corretamente o nome do ser vivo condizente com o seu papel ou função na cadeia alimentar, no entanto, não tiveram a indicação de todos os níveis tróficos como mostra a resposta:

- A9: “Capivara é consumidor primário e a onça é consumidor secundário e se alimenta da capivara”.

Seis alunos apresentaram conhecimentos prévios inadequados com o conteúdo de ensino, como mostra a resposta do aluno:

- A15: “A onça é feroz e pode atacar alguém, a capivara come folhas e a planta é pra ser molhada”.

As categorias para a terceira questão estão representadas no Gráfico 7.



**Gráfico 7 - Terceira questão do questionário inicial**

**Fonte: A autora**

Para a terceira questão, chamamos a atenção para à ausência de inter-relação entre os seres vivos observados na questão, constatamos que os alunos apresentaram grande dificuldade para determinar o papel e função de cada animal. Para Vinholi Júnior (2017) as dificuldades apresentadas pelos alunos sugere que os mesmos não relacionam forma e função de animais carnívoros e herbívoros à suas dietas. Aqui notamos que de acordo com os estudos de Piaget (1896), os alunos precisam modificar os seus esquemas mentais existentes para que consigam assimilar e acomodar um novo conhecimento.

O entendimento por parte dos alunos sobre as devidas definições de produtores, consumidores e decompositores é requisito para que, posteriormente, possam entender de que forma ocorrem os fluxos de energia e matéria nos ecossistemas.

As respostas consideradas inadequadas sinalizaram para a necessidade de promover situações de aprendizagens que possibilitassem aos alunos a reestruturação de seus esquemas mentais no sentido de haver mudança conceitual. Para Piaget (1975) todo esquema de assimilação tende a alimentar-se, isto é, a incorporar elementos que lhe são exteriores e compatíveis com a sua natureza.

Na quarta questão, a intenção foi verificar os conhecimentos dos alunos sobre a fonte de energia na cadeia alimentar: “Qual dos níveis tróficos apresenta a maior quantidade de energia? Justifique sua resposta”.

Para Ricklefs (2015), a fonte de energia em última instância para a maioria dos processos da vida é a luz do Sol, o autor salienta que as plantas capturam essa energia pela fotossíntese, que produz ligações altamente energéticas das moléculas orgânicas que formam a base da cadeia alimentar.

Na categoria de respostas adequadas identificamos 3 alunos que apresentaram conhecimentos relevantes e destacamos os seguintes alunos:

- A1: “As plantas elas precisam do sol para viver porque através dele elas conseguem fazer fotossíntese e produzir se próprio alimento e por isso elas tem mais energia”.
- A9: “O sol dar energia para a planta assim ela fica com mais energia”.

As respostas dos alunos A1 e A9 vão de encontro com a definição de Ricklefs (2015), que as plantas capturam energia pela fotossíntese, que produz ligações altamente energéticas das moléculas orgânicas que formam a base da cadeia alimentar.

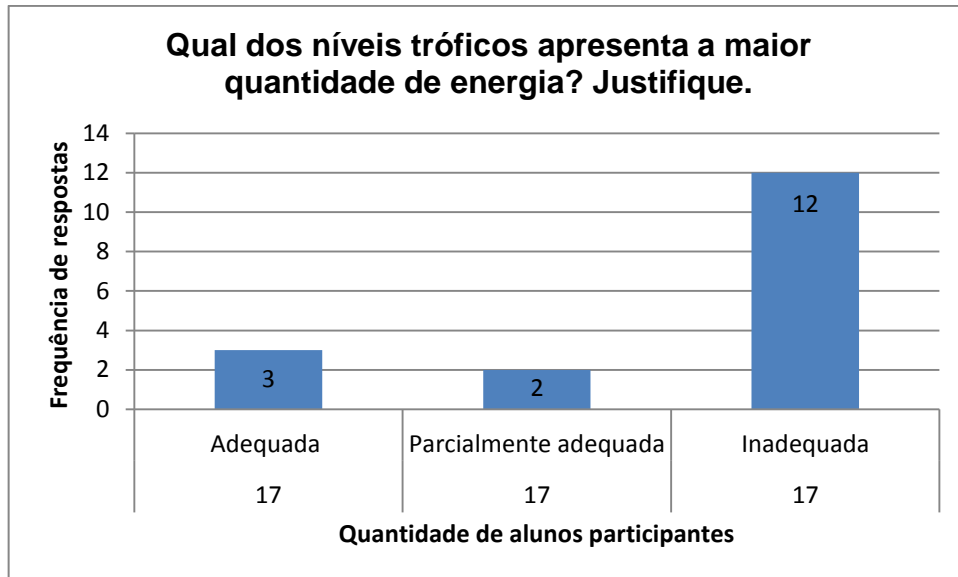
Na categoria de respostas parcialmente adequadas identificamos dois alunos que descreveram a transferência de matéria e energia, mas não relataram a maior quantidade de energia presente nos produtores, base da cadeia alimentar, como se verifica na afirmação do aluno:

- A17: “A planta recebe energia do sol e passa energia para quem comer ela”

Doze alunos não responderam adequadamente, exemplificado pelo aluno A5 que justificou sua resposta mencionando:

- A5: “Que é a onça porque ela come mais”.

Entre as respostas consideradas não adequadas, sobretudo na resposta do aluno A5, que se refere à onça por comer mais, está à falta de conhecimento sobre o fluxo de energia na cadeia alimentar. Trazzi e Oliveira (2016) salientam que, devido a sua complexidade, são encontradas grandes lacunas entre as formas cotidianas de pensar dos alunos e esses conceitos. Mais uma vez notamos a falta de esquemas compatíveis. As categorias de respostas estão organizadas no Gráfico 8.



**Gráfico 8 - Quarta questão do questionário inicial**

**Fonte: A autora**

Em relação à quinta questão: “O que aconteceria caso alguma das espécies desaparece-se?”, procuramos acerca do domínio dos alunos sobre o conceito de cadeia alimentar e o ciclo populacional das espécies no ambiente.

Considerando a definição de Ricklefs (2015), que conceitua de forma precisa e didática, que os predadores comem as presas e reduzem seus números. Conseqüentemente, os predadores passam fome, e seus números caem também. Com menos predadores, as presas remanescentes sobrevivem melhor, e suas populações começam a aumentar.

Apenas três alunos expressaram opiniões classificadas como adequadas, observada como exemplo na seguinte resposta:

- A9: “Ia ter um dano no ambiente, a onça poderia ficar sem caça se as capivaras sumissem ai as plantas iam crescer muito sem as capivaras para comer elas, e se as plantas acabassem as capivaras poderiam ficar com fome e morrer ai também não teria comida para as onças”.

Analisando as demais respostas identificamos 6 alunos na categoria de respostas parcialmente adequadas, pois não citaram o desequilíbrio ecológico como podemos observar na resposta do aluno:

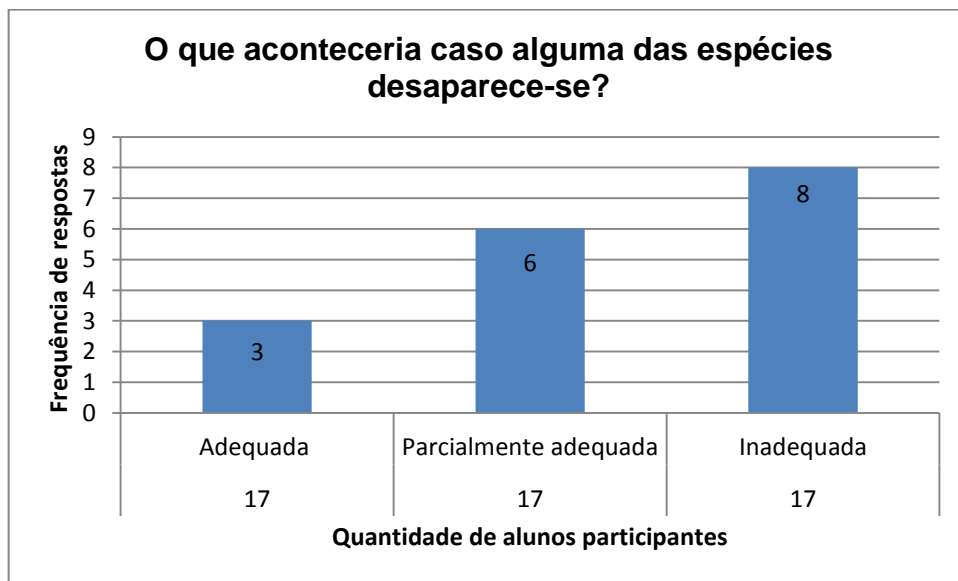
- A10: “Uma das espécies poderia ficar sem comida e também desaparecer”.

Por fim, na categoria de respostas inadequadas identificamos 8 respostas que apresentam alguns equívocos, como mostra a resposta do aluno:

- A13: “Eu acho que poderia ter outras espécies”

Sendo assim, alguns alunos têm uma percepção equivocada quanto ao conceito de cadeia alimentar e o ciclo populacional das espécies no ambiente.

As respostas dos alunos organizadas em categorias estão distribuídas no Gráfico 9.



**Gráfico 9 - Quinta questão do questionário inicial**

**Fonte: A autora**

Para Júnior Vinholi (2017) em ecologia, é comum que os alunos confundam as definições iniciais, geralmente ligadas à natureza e bastantes similares, o autor comenta que o entendimento conceitual de cada terminologia de ecologia básica é fundamental para as devidas apropriações dos conceitos de biológica.

Neste sentido, a discussão sobre o ciclo populacional nos diferentes níveis da educação básica permite, entre outros fatores, a articulação de diversos conteúdos e favorece uma visão mais sistematizada de questões atuais sobre a problemática no ecossistema.

Na sexta questão, os alunos tiveram que construir um modelo de cadeia alimentar por meio de esquemas e setas. Identificou-se que nenhum aluno conseguiu construir o modelo de maneira adequada com o conceito científico e

apenas cinco alunos conseguiram construir modelos de cadeia alimentar de maneira parcialmente adequada em acordo com o conceito científico.

Identificamos 12 alunos que construíram seus modelos de maneira inadequada, pois trouxeram em seus esquemas as setas indicativas do fluxo de matéria e energia invertidas, além de não fazerem menção aos produtores (base da cadeia alimentar) e os decompositores responsáveis por fazerem a reciclagem da matéria e, portanto passaram a representar um modelo que difere daquele cientificamente aceito.

Destacamos o modelo construído pelo A11, no qual é possível visualizar que o mesmo trouxe no seu esquema de cadeia alimentar exemplos de seres vivos em quatro níveis tróficos com a indicação correta do fluxo de matéria e energia tendo a flor como ser vivo produtor, o inseto, o sapo e a cobra consumidores primários, secundários e terciários, respectivamente, porém não indicou os decompositores Figura 8.

Desse modo, destacamos o modelo construído pelo aluno A6 (Figura 2), no seu esquema orientado por setas ele iniciou a cadeia por insetos, indicando que o inseto é alimento do tamanduá, e que o tamanduá é alimento da cobra que por sua vez tem a onça como predador. Porém, este modelo foi categorizado como inadequado, por apresentar as setas invertidas e não apresentar os produtores e decompositores, distanciando-se assim do modelo cientificamente aceito.

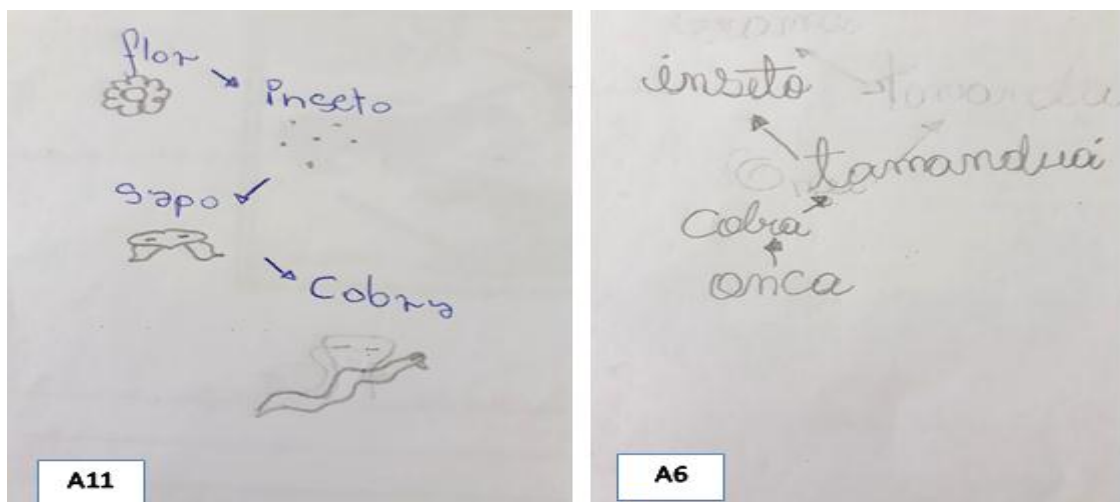


Figura 7 - Modelos de cadeia alimentar construídos pelos alunos

Fonte: A autora

Ao ser convidado a explicar o esquema de cadeia alimentar, com o objetivo de compreender com mais precisão que critérios foram utilizados para construir o



modelo contendo as setas invertidas para o fluxo de matéria e energia entre os seres vivos e a falta de produtores e decompositores, o aluno A6 teve o seguinte diálogo com a professora pesquisadora:

Professora: “Explique o seu desenho”

A6: “Eu quis fazer o inseto, porque ele é alimento do tamanduá, ai eu botei a cobra comendo o tamanduá e a onça comendo a cobra”.

Professora: “Então no seu exemplo aqui, qual é o significado dessas setas?”.

A6: “O tamanduá se alimentando de insetos, e aqui uma cobra se alimentado do tamanduá”.

Professora: “Então a seta significa o quê mesmo?”.

A6: “Que se alimenta de”.

Professora: “Qual ser vivo está iniciando a cadeia alimentar?”.

A6: “O inseto”

Professora: “E o inseto se alimenta do quê?”.

A6: “Hum, esqueci”

E assim, ficou constatado que apesar do aluno A6 ter estudado o conceito de cadeia alimentar em aulas anteriores, tal conceito não foi construído de maneira adequada no que se refere ao modelo conceitual aceito pela ciência, no qual traz o fluxo de matéria e energia partindo dos seres produtores para os demais seres vivos.

Desse modo, o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos por meio do pré-teste foi essencial à identificação das ideias e conceitos adequados e parcialmente adequados, pois serviram como “âncora” para posterior equilíbrio dos conceitos científicos. Por sua vez as respostas inadequadas sinalizaram para a necessidade de promover situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos a modificação dos elementos do meio, de modo a incorporá-los a estrutura do organismo no sentido de haver mudança conceitual.

## **5.5 3ª APLICAÇÃO E ANÁLISE: METODOLOGIA DE ENSINO UTILIZANDO UM MODELO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Para atingir o segundo objetivo desta pesquisa, buscou-se desenvolver e aplicar uma metodologia que incluísse conceitos ecológicos em cenário virtual, seguindo os aspectos dos estudos de Piaget. Buscou-se elaborar atividades que fossem relacionáveis com a estrutura cognitiva dos alunos.

Com base no levantamento feito através do pré-teste (com conteúdos de ecologia contemplando o 6º ano) que nos revelou algumas limitações na aprendizagem dos alunos em relação a conteúdos básicos de ecologia, elaboramos e aplicamos uma sequência de atividades didáticas (Apêndice). Os alunos foram conduzidos ao laboratório de informática da escola para iniciarmos a sequência de atividades com o modelo de simulação da cadeia alimentar.

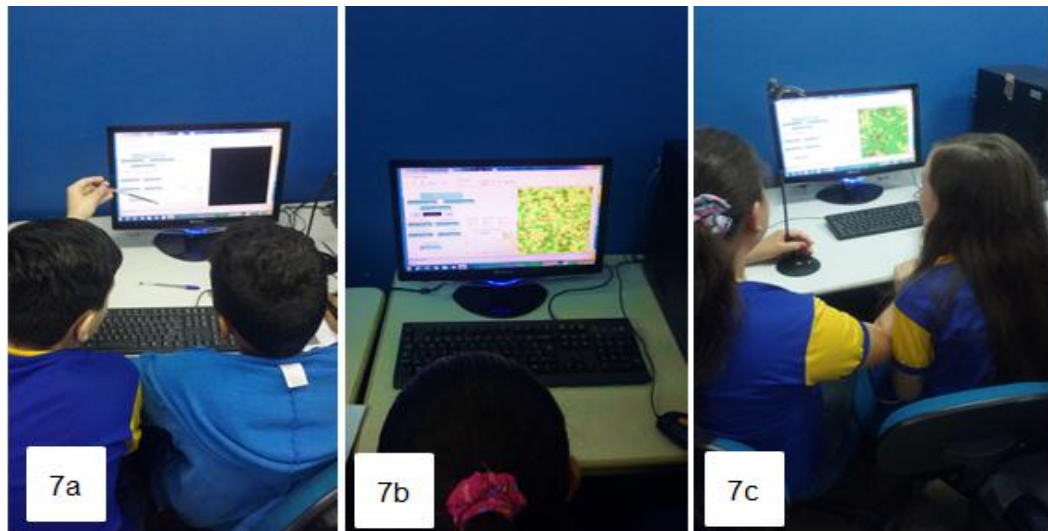
Por não haver computadores suficientes, os alunos foram divididos em duplas, inicialmente, para essa sequência de atividades com o modelo foram realizadas quatro aplicações sendo a primeira o momento de ambientalização dos alunos com o modelo de simulação.

### **5.5.1 Primeira Atividade**

No primeiro encontro no laboratório de informática os alunos foram orientados a abrir o modelo já instalado na área de trabalho dos computadores. Em seguida foi realizada uma explanação sobre o modelo, mostrando todos os botões e funcionalidades na interface da simulação. Procurando criar um cenário de aprendizagem, orientamos os alunos a clicar em todos os botões e que todos explorassem livremente o ambiente de simulação.

No desenvolver da atividade comprovamos que alguns alunos tinham dificuldades com domínio e habilidade no uso da ferramenta computacional. Alguns alunos interagiram facilmente com a simulação, uma aluna apresentou dificuldades no manuseio do mouse e solicitou ajuda da docente, outro aluno excluiu um dos botões da interface da simulação e não conseguia fazer nada no ambiente, até que nos relatou o que havia acontecido, então tivemos que mexer nos códigos para reescrever o botão de comando excluído, devidos a essas dificuldades no primeiro encontro, foi possível realizar somente o momento de caracterização do modelo, deixando as atividades do roteiro para o próximo encontro.

A Figura 7 mostra os alunos no laboratório de informática durante o momento de ambientalização com o modelo, durante a apresentação os alunos se mantiveram atentos e bem ansiosos para terem a primeira aula usando o computador.



**Figura 8 - Alunos interagindo com o modelo de simulação**

**Fonte: A autora**

### **5.5.2 Segunda Atividade**

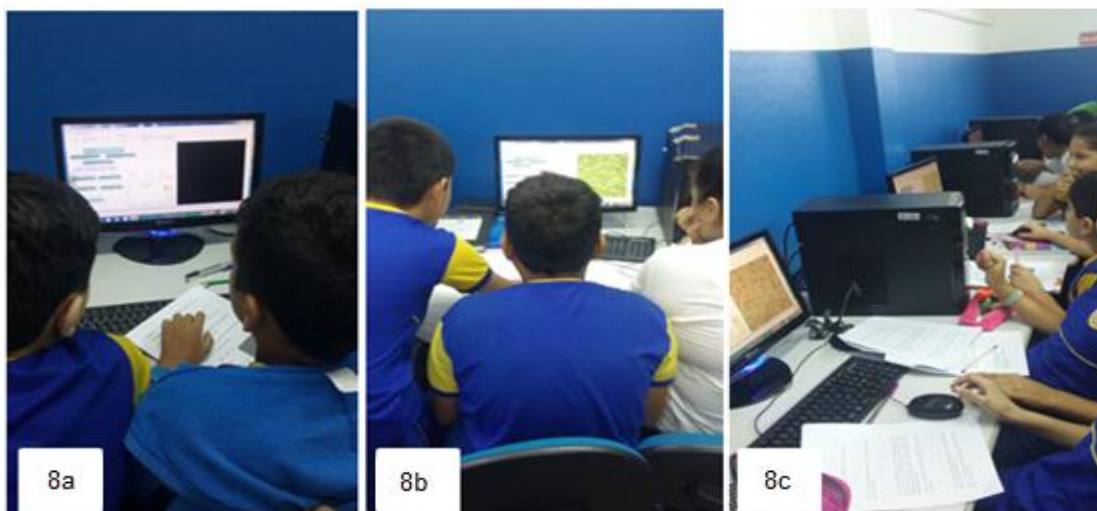
No segundo encontro no laboratório de informática entregamos aos alunos um roteiro de atividades, em seguida fizemos uma explanação sobre as atividades e os objetivos das mesmas.

Na atividade inicial os alunos receberam o desafio de colocar o modelo de simulação para rodar, aumentando e reduzindo os números de onças, capim e capivaras no ambiente de simulação, para observarem como as populações de seres vivos podem interagir de diversas maneiras em um ambiente natural, e que a importância dessas interações ecológicas varia com o grau de dependência que os seres vivos possuem entre si. Sobre o assunto e com o uso da simulação os alunos analisaram as interações ecológicas mostrada no modelo de simulação e explicaram a importância das relações entre as espécies.

Para Ricklefs (2015) o relacionamento entre as espécies constitui base importante das cadeias alimentares, a relação presa-predador pode controlar o crescimento das populações envolvidas, segundo o autor, as interações consumidor-recurso são as interações mais fundamentais na natureza porque todos os

organismos não fotossintéticos devem comer, e todos sofrem o risco de serem comidos.

A Figura 8 mostra o momento dos alunos interagindo com modelo de simulação, realizando as atividades, fazendo suas anotações e respondendo as questões propostas.



**Figura 9 - Alunos interagindo com o modelo de simulação e realizando as atividades**

**Fonte: A autora**

Para essa atividade, identificamos 6 respostas categorizadas como “adequadas” por se aproximarem da definição de Ricklefs (2015). Durante a atividade, os alunos fizeram a observação do ambiente virtual e o registro e assim identificaram os seres vivos e a existência da relação de consumo, de caça e caçador, citando quem é presa e quem é predador, enfatizando a importância da relação para o ambiente, pois possuíam esquemas adequados sobre as características gerais dos seres vivos que foram apresentados anteriormente. Como mostra as respostas dos alunos:

- A10: “A onça, capivara e o capim tem uma relação de consumo importante para manutenção do ambiente, essa relação é que matem a cadeia alimentar senão poderia causar um desequilíbrio”.
- A12: “A onça caça a capivara para comer e poder sobreviver e a capivara se alimenta do capim e essa relação é importante para os animais”.

Desse modo, percebemos que os alunos formularam frases contendo informações relevantes sobre o tema, apontaram que um animal precisa do outro

para sobreviver, sendo essa relação importante para o equilíbrio do ecossistema. Essas informações vão ao encontro de que expões Bizzo (2013) quando afirma que a estabilidade de um ecossistema depende da manutenção de algumas relações entre os níveis tróficos.

Na categoria das respostas “parcialmente adequadas” identificamos seis respostas, são àquelas afirmações que conseguiram descrever a relação de consumo entre a onça e a capivara, porém não relataram a relação de consumo da capivara e do capim. Como se verifica na afirmação dos alunos:

- A7: “A onça come a capivara e a capivara come o capim”
- A8: “Sem os seres vivos não teria cadeia alimentar”

Por fim, identificamos duas respostas como “inadequadas”, por conter afirmações vagas sobre a relação presa-predador. Como mostra a resposta do aluno:

- A17: “É que a onça é ou mais importante ou mais feroz do que o outro”.

O aluno A17 mencionou a onça pelo fato de ser feroz e não mencionou a relação que ela tem com outras espécies. De acordo com Vinholi Júnior (2017), o aluno fez referência ao significado cultural e não ecológico.

### **5.5.3 Terceira Atividade**

No terceiro encontro no laboratório de informática os alunos já estavam mais familiarizados com as atividades, assim seguimos com a sequência de atividades, os mesmos organizados em duplas novamente se posicionaram enfrente aos computadores e iniciaram mais uma vez as mudanças nos botões presente na interface do modelo, em seguida eles receberam o roteiro de atividade, colocaram sobre a bancada e seguindo o tutorial eles começaram mudando os valores iniciais do modelo para observar o ambiente, fazer suas anotações e explicar o que aconteceu com a população de capivaras e capim quando o número de onças diminuiu no ambiente.

Para Bizzo (2013), se houver a redução de espécies consumidoras secundárias, por exemplo, aumentará o número de consumidores primários. Como

consequência, o consumo de indivíduos produtores será aumentado e pode acontecer de não haver comida suficiente para todos os herbívoros.

As respostas formuladas por 6 alunos ficaram na categoria de adequadas, pois citaram um aumento na população de herbívoros e desequilíbrio na cadeia alimentar. Como podemos ver nas respostas abaixo:

- A4: “Aconteceu que teve muitas capivaras e comeram muito capim que poderia não ter o suficiente para tantos animais no ecossistema natural, assim teria um desequilíbrio na cadeia alimentar”.
- A8: “A população de capivaras aumentaria drasticamente, porém seria preciso muito mais comida, e se não tivesse provavelmente ia gerar a extinção das capivaras”.

O contato com a simulação computacional possibilitou aos alunos o contato virtual com a relação presa-predador, o que os levou a visualizar os animais interagindo entre si. De acordo com Petrosino *et al* (2018) os modelos de simulações computacionais são usados para mostrar o fenômeno sem ferir o meio ambiente e simular o que vai acontecer.

Por sua vez foram incluídas na categoria de respostas parcialmente adequadas 8 alunos, que citaram corretamente o aumento na população de capivaras, no entanto não tiveram a indicação do termo dado a estas relações, como podemos verificar na resposta do aluno:

- A2: “Algumas espécies de animais que tem na cadeia alimentar da onça parariam de morrer”.
- A3: “Aumentou a quantidade de capivaras e de capim”.

Por fim, 3 alunos ainda apresentaram argumentos em desacordo, construindo seus argumentos de forma vaga, como mostra as respostas dos alunos:

- A16: “Não teve mais perigo para as capivaras”.
- A13: “A terra ficou cheia de animais”.

Aqui, novamente percebemos que os alunos fazem, mas referência ao significado cultural que ecológico, como já citou Vinholi Júnior (2017).

#### 5.5.4 Quarta Atividade

Na última atividade os alunos tiveram que argumentar sobre a importância do capim para a cadeia alimentar. A intenção foi verificar se eles iriam citar o capim como seres autótrofos, capazes de produzir seu alimento, sendo a base da cadeia alimentar representada. Ao final eles entregaram o roteiro de atividade com todas as questões respondidas e pediram para ficar utilizando o modelo mais um pouco, até a hora do intervalo, quando a campinha bateu, marcamos mais um encontro que dessa vez seria na sala de aula.

Para Bizzo (2013), os produtores são seres autótrofos capazes de converter a energia solar em matéria orgânica, representados por plantas e fitoplânctons (algas microscópicas). Os consumidores, chamados de heterótrofos, não são capazes de produzir alimento e precisam se alimentar de outros organismos para adquirir a energia necessária para sua sobrevivência.

Um total de 11 alunos identificou a importância do capim para a manutenção da população de capivaras, ficando na categoria de respostas adequadas. Como podemos notar nas respostas dos alunos:

- A6: “O capim é o alimento da capivara, se acabar o capim elas ficam sem comida e podem desaparecer do ambiente e assim as onças que se alimentam das capivaras também podem ficar sem comida”.
- A14: “O capim é base de tudo, então é o alimento dos herbívoros que servem de alimento para os carnívoros”.

Na categoria parcialmente adequada, 4 alunos identificaram que a população de capivaras sem o capim podem desaparecer do ambiente, porém não fizeram nenhuma menção em relação à população de onças, como podemos notar na resposta do aluno:

- A10: “No ambiente o capim é a comida das capivaras se acabar elas ficam sem comer e podem desaparecer do ambiente”.

Nas respostas adequadas e parcialmente adequadas, os alunos relataram, após visualizar no modelo de simulação a importância do produtor (capim) no ecossistema, citando argumentos que vão ao encontro da definição de Ricklefs (2015) as plantas e outros seres autótrofos fotossintetizantes formam a base de todas as cadeias alimentares.

Dois alunos deram respostas inadequadas se distanciando da dinâmica das flutuações das populações dentro da cadeia alimentar, citando que o território ficaria cheio, como mostra a resposta do aluno:

- A16: “As capivaras tomaram o território”.

O modelo permitiu aos alunos testar diferentes cenários e visualizar em tempo real a consequência de cada alteração no ecossistema.

#### **5.6 4ª APLICAÇÃO: EQUILIBRAÇÃO DOS NOVOS CONCEITOS SOBRE CADEIA ALIMENTAR APÓS O USO DO MODELO COMPUTACIONAL**

Buscou-se nesse terceiro objetivo avaliar o estágio de equilíbrio dos novos conceitos. De acordo com os estudos de Piaget, o processo de equilíbrio implica no desenvolvimento da inteligência. Procurou-se identificar evidências da construção do conhecimento durante a aplicação das atividades.

Para alcançar no terceiro objetivo de verificar se houve construção de conhecimento, resgatamos as questões do pré-teste reestruturamos e aplicamos como pós-teste. A aplicação do pós-teste aconteceu no sétimo encontro, os alunos foram orientados a responder as seis questões abertas de acordo com o conhecimento adquirido com as atividades realizadas no laboratório de informática com o auxílio do modelo de simulação.

No pós-teste, levou-se em consideração os mesmos critérios de análise de conteúdo utilizados no pré-teste para organização das categorias de respostas adequadas, parcialmente adequadas e inadequadas. Analisando os resultados obtidos no pós-teste (APENDICE C), após aplicação da simulação computacional com os resultados obtidos no pré-teste, antes da intervenção, percebeu-se que houve aumento no número de respostas adequadas e parcialmente adequadas em todas as questões investigadas. E em contrapartida, um decréscimo substancial na categoria de respostas inadequadas e, chegando-se, inclusive, a apresentar inexistência de respostas inadequadas em algumas questões.

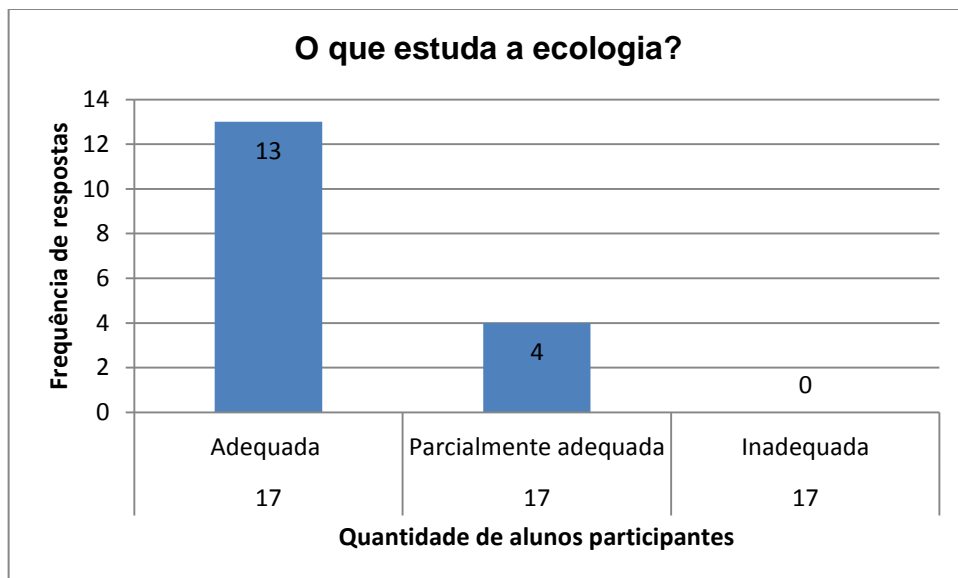
Desse modo, inicia-se a análise do pós-teste com a primeira questão: O que significa ecologia? Observa-se que antes da intervenção havia 11 alunos apresentando respostas adequadas, 6 alunos com respostas parcialmente adequadas e nenhum aluno apresentou respostas inadequadas. O Gráfico 10 mostra que após a aplicação da simulação computacional, o número de respostas



adequadas subiu para treze e por sua vez, as respostas parcialmente adequadas decresceram para quatro e não houve nenhum aluno na categoria de respostas inadequadas.

Percebe-se ao analisar as repostas dos alunos para essa primeira questão que a sequência de atividades desenvolvidas com o uso da simulação computacional contribui com uma maior compreensão acerca do estudo da ecologia como Ciência. Assim, destacamos a resposta adequada aluno:

- A5: “A ecologia é uma ciência responsável pelo estudo do meio ambiente, dos ecossistemas e as interações dos seres vivos”.



**Gráfico 10 - Primeira questão do questionário final**

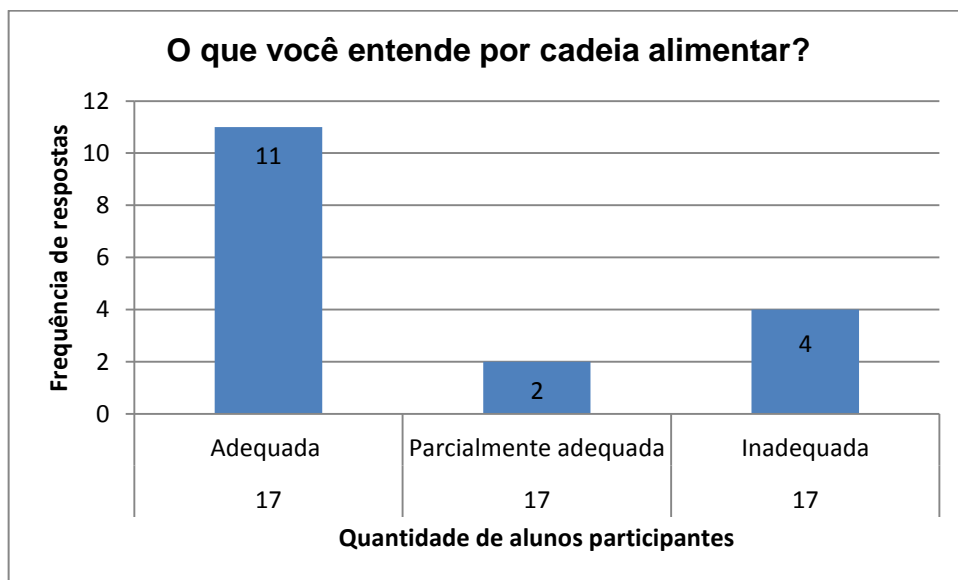
**Fonte: A autora**

Dando continuidade a análise, na segunda questão do pré-teste foi utilizado um modelo ilustrativo de cadeia alimentar e solicitado aos alunos que explicassem o que representada para eles àquele modelo, esperava-se que nas respostas fosse citado o conceito de cadeia alimentar. Já no pós-teste fizemos o seguinte questionamento: “O que você entende por cadeia alimentar?” Identificou-se que houve ampliação do entendimento do conceito de cadeia alimentar.

Na atividade inicial, pré-teste, existia a seguinte distribuição de respostas nas três categorias, cinco respostas adequadas, três respostas parcialmente adequadas e por fim, nove, maior parte da amostra apresentando respostas inadequadas.

Entretanto, o Gráfico 11 mostra que no pós-teste, houve um aumento no número de respostas adequadas, 11 alunos da amostra ficaram nessa categoria, como também, ambas as categorias parcialmente adequadas quanto inadequadas tiveram decréscimo no número de alunos, sendo 2 alunos na categoria de parcialmente adequadas e 4 alunos apresentaram respostas inadequadas. Assim, destaca-se a resposta adequada do aluno:

- A8: “A cadeia alimentar é organizada em produtores, consumidores e decompositores, na cadeia alimentar os seres vivos dependem um dos outros para se alimentar, os produtores produzem seus alimentos e servem de alimento para os consumidores e os decompositores fazem a decomposição de todos os seres vivos”.

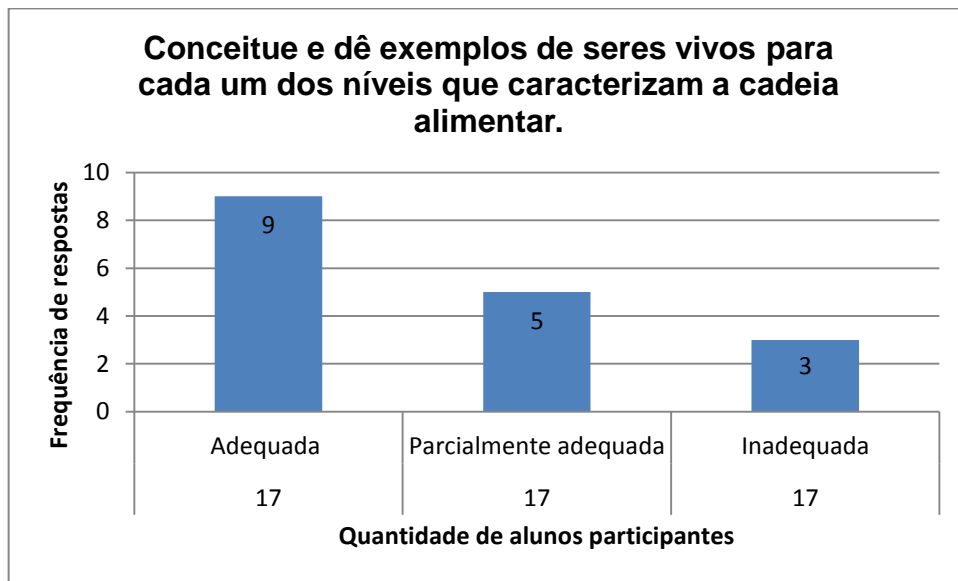


**Gráfico 11 - Segunda questão do questionário final**

**Fonte: A autora**

A terceira questão do pré-teste o enunciado era: “Indique o papel ou função de cada ser vivo ilustrado no modelo de cadeia alimentar”. No pós-teste o enunciado foi: “Conceitue e dê exemplos de seres vivos para cada um dos níveis que caracterizam a cadeia alimentar”. Assim como na análise das questões anteriores, para essa questão houve evidências de construção de conhecimento, pois anteriormente, no pré-teste, apenas 4 alunos estavam categoria de respostas adequadas, seguidos de 7 alunos categorizados como parcialmente adequados, e 6 alunos não souberam indicar o papel ou função dos seres vivos na cadeia alimentar.

O Gráfico 12 mostra que no pós-teste a situação inverteu-se, a grande maioria das respostas concentraram-se na categoria de respostas adequadas, assim 9 alunos indicaram corretamente todos os níveis tróficos com seus respectivos papéis e/ou funções dentro da cadeia alimentar, seguido de 5 alunos na categoria parcialmente adequada por não indicar todos os níveis tróficos (produtores, consumidores, decompositores), e por fim houve 3 alunos que continuaram na categoria inadequada. Destacamos as respostas:



**Gráfico 12 - Terceira questão do questionário final**

**Fonte: A autora**

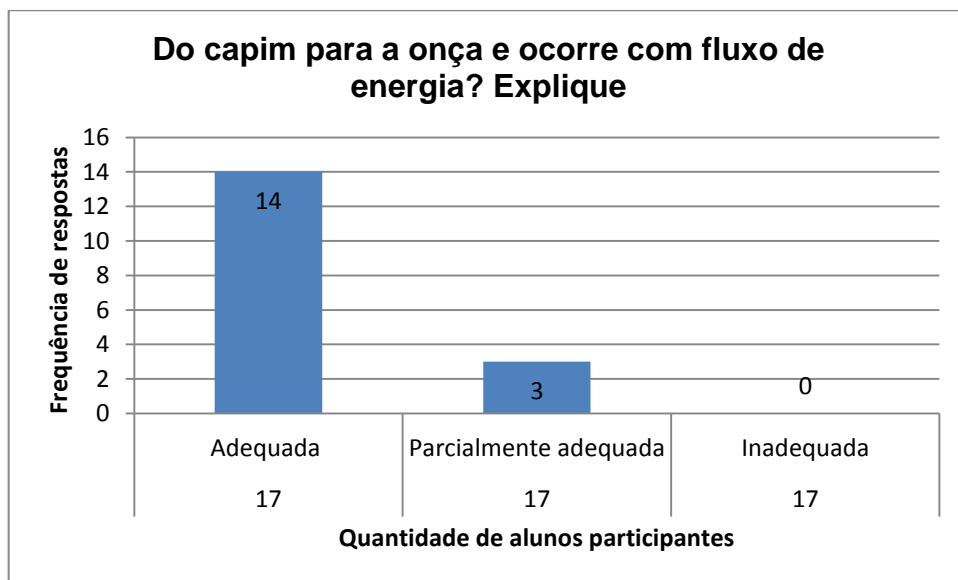
Na quarta questão do pré-teste: “Qual dos níveis tróficos apresenta a maior quantidade de energia?” 3 alunos apresentaram respostas adequadas, 2 alunos apresentaram respostas parcialmente adequadas e 12 apresentaram respostas inadequadas. No pós-teste a quarta questão foi reformulada da seguinte maneira: “Do capim para a onça o que ocorre com fluxo de energia?” a intenção foi verificar se houve mudanças conceituais. O Gráfico 13 mostra que na categoria de respostas adequadas houve um aumento de 14 respostas, já na categoria de respostas parcialmente adequadas houve 3 respostas, uma a mais que no pré-teste, por sua vez não tivemos nenhum aluno na categoria de respostas inadequadas, após as atividades com o uso da simulação computacional.

Identifica-se que houve uma ampliação do entendimento sobre o fluxo de energia na cadeia alimentar após a aplicação da simulação computacional. Constata-se nas respostas dadas para essa questão que os alunos conseguiram

construir adequadamente o conhecimento sobre fluxo de energia ao longo da cadeia em acordo a definição de BIZZO (2013). Destacamos a resposta adequada do aluno:

- A17: “O capim por ser o produtor tem mais energia e a capivara quando come o capim fica com pouco da energia dele e se a onça comer a capivara vai ficar com menos energia ainda porque até chegar ao final da cadeia alimentar a energia vai diminuindo”.

Analisando as respostas dos alunos à quarta questão é perceptível que eles conseguiram descrever satisfatoriamente o fluxo de energia existente na cadeia alimentar e que foram capazes de compreender onde está o maior nível de energia.



**Gráfico 13 - Quarta questão do questionário final**

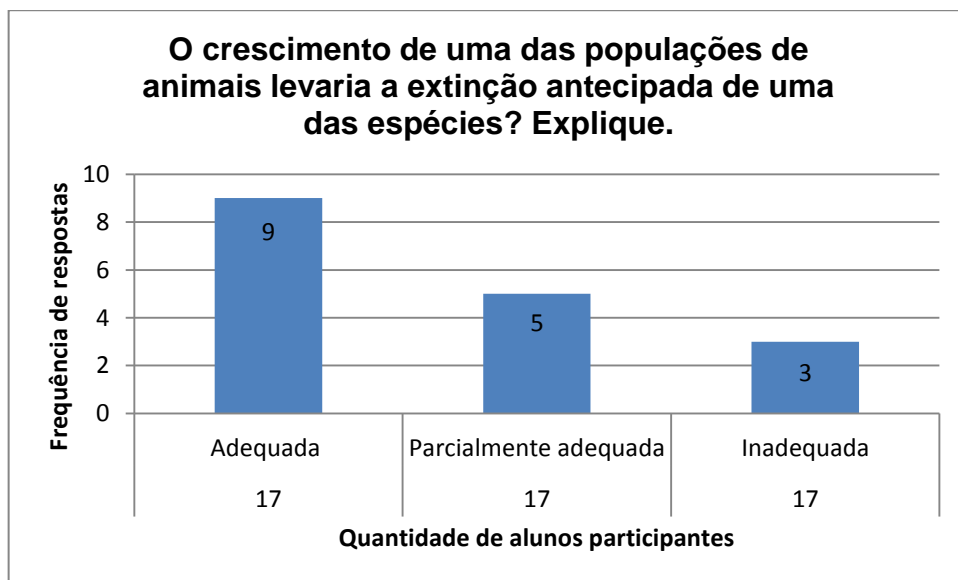
Fonte: A autora

A quinta questão do pré-teste: “O que aconteceria caso alguma das espécies desaparece-se?” 3 alunos ficaram na categoria de respostas adequadas, 6 alunos ficaram na categoria de respostas parcialmente adequadas e 8 alunos ficaram na categoria de inadequadas. No pós-teste a questão foi reformulada para: “O crescimento de uma das populações de animais levaria a extinção antecipada de uma das espécies?” a intenção foi verificar se houve ampliação na construção da aprendizagem sobre a flutuação das populações das espécies no ambiente. O Gráfico 14 mostra que 9 alunos formularam questões adequadas, 5 alunos

formularam respostas parcialmente adequadas e 3 alunos formularam respostas inadequadas.

Comparado os resultados iniciais com os obtidos no pós-teste, notamos a incorporação de práticas relacionadas ao equilíbrio do ecossistema nas respostas apresentados após a simulação computacional. Assim, destacamos a resposta adequada do aluno:

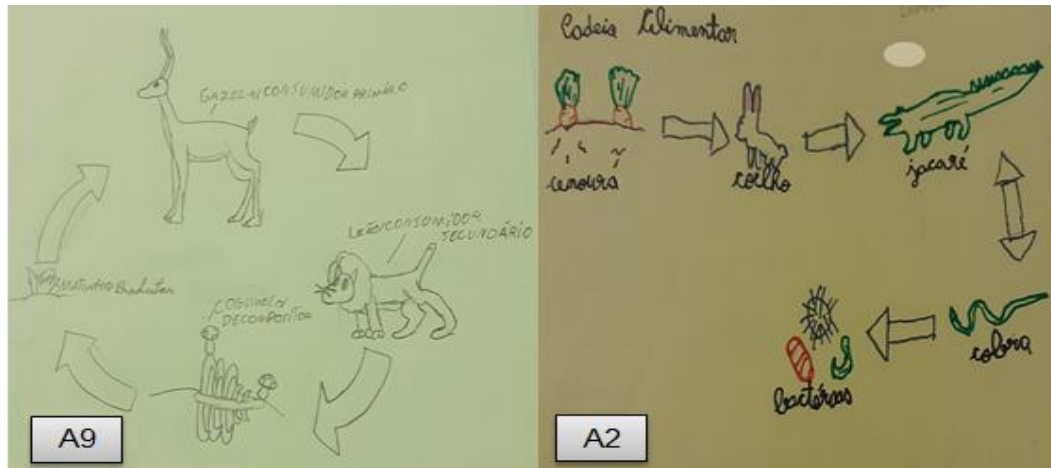
- A13: “Se uma população crescer muito ia precisar de mais comida, então iam comer muito e os animais que serve de alimento poderia acabar e a população grande também poderia ficar sem comida e a natureza ia sofre um desequilíbrio”.



**Gráfico 14 - Quinta questão do questionário final**

**Fonte: A autora**

Na sexta questão retomamos a questão do pré-teste, onde pedimos para os alunos construir um modelo de cadeia alimentar através de desenho orientado por setas. No pré-teste nenhum aluno conseguiu construir um modelo adequado, 5 alunos construíram modelos parcialmente adequados e 12 alunos, mais da maioria da amostra construíram modelos inadequados. No pós-teste 11 alunos construíram seus modelos de maneira adequada apontando todos os níveis tróficos e posição correta das setas, 4 alunos construíram os modelos parcialmente adequados e apenas 2 alunos continuaram na categoria de respostas inadequadas. Destacamos os modelos dos alunos A9 e A2 (Figura 11).

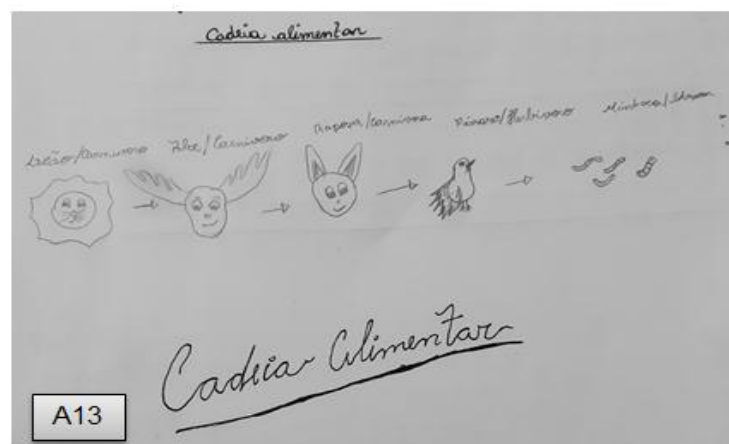


**Figura 10 - Modelos de cadeia alimentar construídos por alunos**

Fonte: A autora

O modelo do aluno A9 apresentou todos os níveis tróficos orientados por setas, descrevendo os produtores, consumidores e decompositores de acordo com o modelo científico. O modelo do aluno A2 também apresentou todos os níveis tróficos, porém, este modelo foi categorizado como parcialmente adequado, o aluno apresentou uma das setas com dupla orientação, indicando que o jacaré serve de alimento para a cobra e a cobra serve de alimento para o jacaré.

Na categoria de respostas inadequadas, destacamos o modelo do aluno A 13 (Figura 12), o aluno construiu seu modelo organizando os seres vivos de maneira aleatória indicando que o alce se alimenta do leão, a raposa se alimenta do alce, o aluno também apontou o pássaro como animal herbívoro, porém indicando que o pássaro se alimenta da raposa, analisando o modelo construído pelo aluno fica evidente que houve uma confusão em relação à dieta dos seres vivos.



**Figura 11 - Modelo de cadeia alimentar construído por aluno**

Fonte: A autora

Sendo assim, todas as respostas elaboradas pelos alunos sobre a construção de um modelo de cadeia alimentar foram comparadas a nossa expectativa de respostas.

Analisando as respostas dos alunos ao questionário inicial e comparando-as com as respostas do questionário final podemos notar evidências de construção do conhecimento referentes aos conceitos relacionadas à cadeia alimentar. Os conceitos foram adquirindo novos significados à medida que os alunos participavam ativamente da construção dos novos conceitos.

### 5.7 5ª AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA CADEIA ALIMENTAR

Buscamos verificar se os alunos gostaram de utilizar a simulação computacional nas aulas de ciências, para isso aplicamos um questionário com duas questões objetivas. Os dados coletados nos mostra que as atividades foram satisfatórias, pois não teve nenhuma classificação insatisfatória, mostrando que o uso desta ferramenta contribuiu para a compreensão do conteúdo.

Os resultados mostrados no Gráfico 15 nos mostram que 9 alunos classificaram como ótimo o uso da simulação para o ensino de ecologia, seguido de 7 alunos que classificaram como bom e apenas 1 aluno classificou como regular e nenhum aluno classificou como ruim.

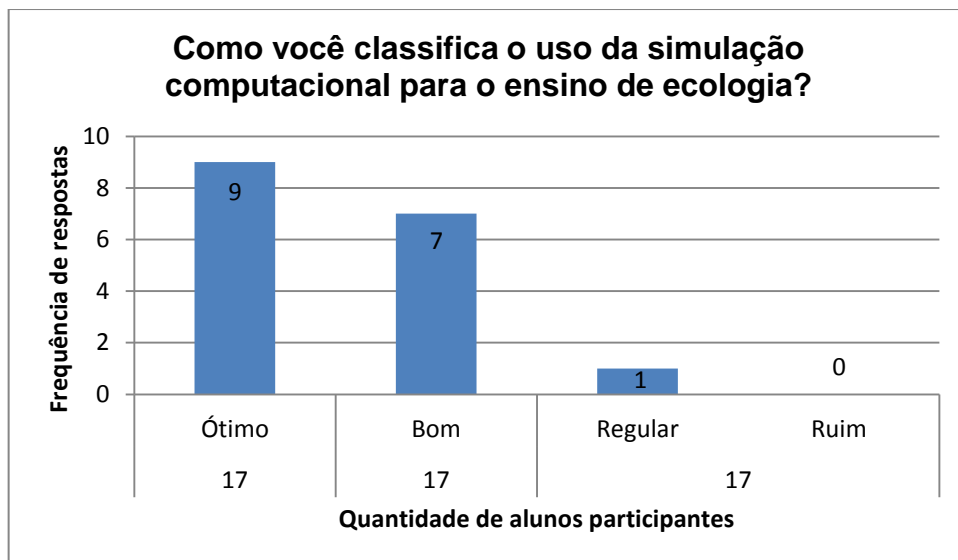
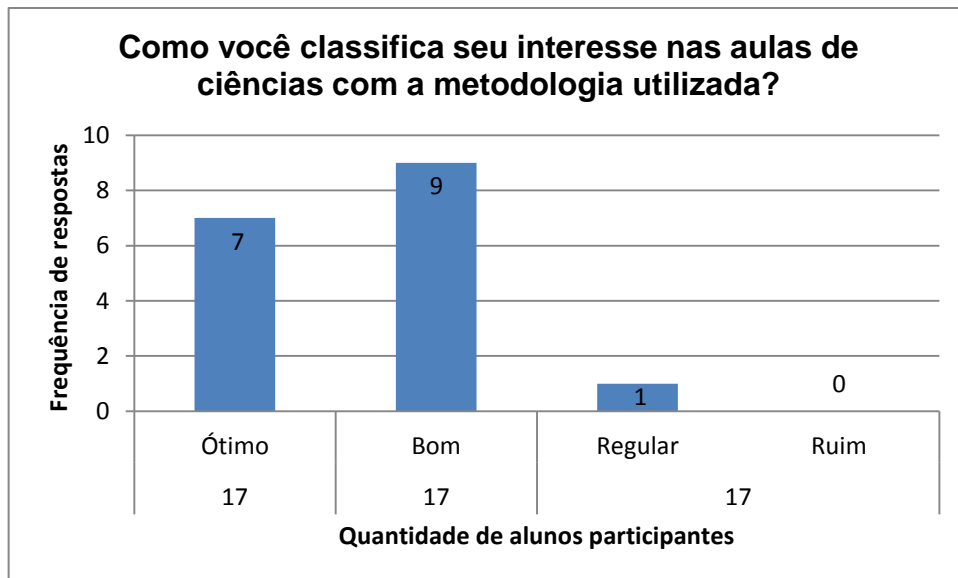


Gráfico 15 - Primeira questão sobre a avaliação do o uso da simulação

Fonte: A autora

Por fim, buscou-se avaliar a opinião dos alunos sobre o interesse nas aulas de ciências com o uso de ferramentas tecnológicas. O Gráfico 16 mostra o interesse dos alunos nas aulas mediadas por tecnologias, 7 alunos classificaram seus interesses como ótimo, 9 alunos como bom e apenas 1 aluno classificou como regular e mais uma vez não identificamos nenhuma classificação ruim.



**Gráfico 16 - Segunda questão sobre a avaliação do uso da simulação**

Fonte: A autora

O resultado indicando regular representado por 1 aluno na primeira questão e na segunda questão, não foi considerado negativo, devido às dificuldades encontradas durante a realização da atividade, como: dificuldades de alguns alunos em manusear o computador e problemas técnicos que faziam com que o computador desligasse com frequência.

Os resultados obtidos através do questionário de avaliação vão ao encontro do olhar Piagetiano, uma vez que o aprendizado que envolve a construção do conhecimento se origina do aperfeiçoamento das funções sensório-motoras do indivíduo e a simulação de um evento permite ao aluno interagir com o fenômeno físico de forma indireta, manipulando variáveis, testando e interagindo com as representações de conceitos, propiciando a construção do conhecimento.



## CAPÍTULO 6

# CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho abordou-se a construção de novos conceitos ecológicos por meio do uso de simulação computacional. O modelo de ensino baseado em simulação foi experimentado em um grupo de alunos do 6º ano do ensino fundamental. A abordagem foi apoiada na perspectiva construtivista do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget.

Os resultados mostraram que a estratégia utilizada contribuiu na construção de conhecimentos dos conceitos de Ecologia. Os alunos se mostraram interessados e motivados a participar das atividades desenvolvidas, promovendo momentos de discussão e aprendizagem durante as aulas. A ideia em desenvolver uma simulação computacional da cadeia alimentar representada por onças e capivaras, se deu no sentido de que esta é uma abordagem que permite apresentar e simular situações reais, visando a compreensão dos fenômenos num ecossistema.

Como os encontros foram separados de acordo com as etapas da pesquisa, podemos inferir que:

a) O **pré-teste** foi o marco do desenvolvimento da pesquisa. Neste sentido, aplicamos um questionário com questões sobre conhecimentos básicos de ecologia e identificamos para todas as questões respostas adequadas, parcialmente adequadas e inadequadas.

Observou-se que os conceitos de ecologia e função/papel foram respondidos de forma satisfatória. No entanto, os alunos não conseguiram estabelecer adequada relação de energia e níveis tróficos que compõem uma cadeia alimentar. Foi evidenciado conhecimento sobre o maior nível de energia nos produtores, apenas em 3 respostas e 2 respostas evidenciaram conhecimentos parcialmente adequados.

A respeito de uma espécie de ser vivo desaparecer de um determinado ambiente 8 alunos não souberam explicar o que isso poderia acarretar para as outras espécies que ali viveriam e conseqüentemente para a cadeia alimentar e o meio ambiente. Sobre descrever um modelo de cadeia alimentar ilustrado no questionário diagnóstico 9 alunos não conseguiram elaborar argumentos de acordo

com o modelo científico e quando solicitado que construíssem esquemas representando o modelo ficou evidente que 8 alunos possuem dificuldades no entendimento da direção e significado das setas no esquema.

Considera-se, que parte dos alunos pesquisados possuíam conhecimentos prévios adequados, para que fossem estabelecidas as novas informações sobre assuntos de ecologia. De acordo com os estudos de Piaget essas ideias prévias podem funcionar como estrutura integradora dos novos conhecimentos que possam ser construídos.

De acordo com a teoria de Piaget, as respostas apresentadas pelos alunos e categorizadas como parcialmente adequadas e inadequadas tem uma função e uma utilidade na construção do conhecimento e cabe ao professor uma metodologia para auxiliar no processo de construção desse novo conhecimento, e através do erro chegar a respostas adequadas.

Para melhorar a desempenho da aprendizagem em vistas as respostas adequadas o professor deverá colocar novas situações problemas com o objetivo de provocar desequilíbrios em sua forma de pensar para instiga-los a construir novos patamares cognitivos, com isso o processo de aprendizagem estará sempre em construção.

b) A **aplicação das atividades com o uso da simulação computacional** constitui-se no momento mais intenso da pesquisa, o ensino de ciências requer de forma contínua uma relação entre a teoria e a prática, com o objetivo de buscar uma interação entre o conhecimento científico que se aborda em sala de aula e a realidade vivida pelo próprio aluno.

Nesta etapa desenvolvemos atividades práticas com a simulação computacional que favoreceu ao aluno a habilidade para o desenvolvimento de conceitos sobre os desequilíbrios nos ecossistemas, fluxo de energia, flutuação das populações e eventos de predação no ambiente natural por meio da associação dos conceitos da cadeia alimentar em um ambiente virtual de um modelo de simulação. A descrição da dinâmica do sistema biológico foi desenvolvida em um programa de simulação computacional com base no modelo presa-predador de Lotka-Volterra. O desenvolvimento pedagógico estruturou-se na aplicação de estratégias operacionais

que atuaram como um meio de conexão das ações desenvolvidas pelos estudantes com as situações sugeridas pela estratégia desenvolvida na simulação.

Os resultados obtidos destacam a importância do uso dos modelos de simulação no ensino de Ecologia e mostraram a viabilidade de uma abordagem que favorece a aprendizagem e a interação dos alunos adaptável ao ensino das ciências naturais. Destaca-se, ainda, que a estratégia de ensino desenvolvida favorece a realização, pelo professor, de práticas pedagógicas voltadas para a compreensão dos fenômenos naturais com maior controle do processo e orientação direcionada aos objetivos propostos.

O potencial dessa abordagem reside na capacidade de promover uma aprendizagem mais aprofundada a partir das situações reais vividas em um ambiente simulado, por oposição a aprendizagem superficial, teórica e abstrata, que requer apenas a memorização de conceitos dados em sala de aula. A aprendizagem é favorecida pela experiência adquirida por meio das ações ou intervenções que o estudante faz no ambiente simulado e pela análise sobre o que se observou. Essa estratégia de ensino favorece a organização e a generalização da experiência e da vivência de situações que induzem a compreensão dos fenômenos naturais por meio de representações da realidade (modelos), possibilitando ao estudante novas discussões e experiências, impossíveis de serem vivenciadas no ambiente real.

A análise das atividades nos permitiu inferir que a simulação enquanto ferramenta educacional foi promissora, pois além de mediar o conhecimento, trouxe para o mundo real os modelos dinâmicos da relação presa-predador e presa-herbivoria que não seriam possíveis de serem vistos na sala de aula. A atividade com a simulação contribuiu para a evolução conceitual e cognitiva dos alunos acerca do fenômeno estudado.

c) Na **aplicação do pós-teste**, a análise da atividade indicou que houve evolução conceitual, no entanto, ainda existem muitas lacunas no conhecimento a serem superadas, muitas dúvidas a serem respondidas e as dificuldades de grandeza conceitual carecem ser trabalhadas rotineiramente pelos professores para que de fato, os alunos apropriem-se dos conhecimentos científicos e construam conhecimentos.

A pesquisa indica a necessidade de mudanças no ensino de ecologia, com atividades que favoreçam a mobilização cognitiva do sujeito para além da memorização mecânica de conceitos. Atividades com o uso de tecnologias, como as simulações computacionais que estimulem ou aprimorem a capacidade dos alunos de estabelecer relações de comparação, classificação e conservação conduz o aluno à tomada de consciência de suas ações, o que implica em compreensão.

O ensino de ciências requer de forma contínua uma relação entre a teoria e a prática, com o objetivo de buscar uma interação entre a o conhecimento científico que se aborda em sala de aula e a realidade vivida pelo próprio estudante.

Os resultados obtidos destacam a importância do uso dos modelos de simulação no ensino de Ecologia e mostraram a viabilidade de uma abordagem que favorece a aprendizagem e a interação dos estudantes adaptável ao ensino das ciências naturais. Destaca-se, ainda, que a estratégia de ensino criada favorece o desenvolvimento, pelo professor, de práticas pedagógicas voltadas para a compreensão dos fenômenos naturais com maior controle do processo e orientação direcionada aos objetivos propostos.

O potencial desse modelo reside na capacidade de promover uma aprendizagem mais aprofundada a partir das situações reais vividas em um ambiente simulado, por oposição a aprendizagem superficial, teórica e abstrata, que requer apenas a memorização de conceitos dados em sala de aula. A aprendizagem é favorecida pela experiência adquirida por meio das ações ou intervenções que o estudante faz no ambiente simulado e pela análise sobre o que se observou. Essa estratégia de ensino favorece a organização e a generalização da experiência e da vivência de situações que induzem a compreensão dos fenômenos naturais por meio de representações da realidade (modelos), possibilitando ao estudante novas discussões e experiências, impossíveis de serem vivenciadas no ambiente real.

Considera-se como principal contribuição da pesquisa para o ensino de Ecologia, a compreensão de que o conhecimento surge da ação do sujeito e unicamente é construído quando o sujeito coordena suas ações, esta compreensão nos leva a entender um pouco mais os motivos acerca dos problemas enfrentados nas salas de aulas atualmente.

A discussão não se esgota e limita-se ao presente estudo, mas propõe que os resultados da pesquisa se direcionem para o sujeito da aprendizagem e do ensino e para o desenvolvimento de ferramentas e estratégias visando à autonomia do aprendiz.

De acordo com as análises feitas, acreditamos que a proposta das situações didáticas seja uma estratégia de ensino viável para promover um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento de habilidades cognitivas que favoreçam a construção do conhecimento ecológico.

A contribuição do estudo para a comunidade científica se destaca especialmente no que refere ao uso da simulação computacional para resolver dificuldades de observação de fenômenos que ocorrem no ambiente natural e que o aluno não consegue visualizar por se tratar de fenômenos que possam ocorrer, por exemplo, em ambiente de floresta ou com animais que possam apresentar risco, ou até mesmo simular eventos de predação e extinção de espécies sem ferir o meio ambiente, visando sempre favorecer a aprendizagem dos alunos. Portanto, é uma ferramenta auxiliar útil para o ensino de ecologia.

### **6.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

A limitação do trabalho está relacionada ao fator tempo, limitando o desenvolvimento do modelo de simulação, o número de espécies no ambiente simulado ficou limitado a três espécies de seres vivos, compreende-se que a utilização da simulação ainda foi superficial, faltando uma avaliação sob diferentes aspectos a fim de explorar melhor os conceitos do crescimento populacional explorando os gráficos da interface do modelo.

### **6.2 TRABALHOS FUTUROS**

Como trabalhos futuros sugere-se a expansão das estratégias propostas neste trabalho, agregando ao modelo de simulação outros níveis tróficos como consumidores terciários, quaternários e decompositores, de forma a aumentar as possibilidades de interação dos animais na cadeia alimentar. Há também a possibilidade de ampliar a cadeia alimentar para uma teia alimentar. Ampliar a aplicação para outras series do ensino básico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN**, Michael. Early understandings of simple food chains: A learning progression for the preschool years. *International Journal of Science Education*, v. 39, n. 11, p. 1485-1510, 2017.
- AGUIAR**, L. H. M.; ZAGHETO, A.; ZAGHETO, C. Sistema para simulação da evolução de camuflagem em seres vivos. *Tecnologias em projeção*, Brasília, v. 6, n. 1, p. 35-47, 2015.
- ALVES**, G. *et al.* ControlHarvest: Ensino de ecologia por meio de gamificação do controle biológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Anais. Dourado: UFGD, 2014. p, 342-351.
- BARDIN**, Laurence. *Análise de conteúdo*. 3. reimp. Lisboa: Edições, v. 70. 2011.
- BASU**, Satabdi; SENGUPTA, Pratim; BISWAS, Gautam. A scaffolding framework to support learning of emergent phenomena using multi-agent-based simulation environments. *Research in Science Education*, v. 45, n. 2, p. 293-324, 2015.
- BERGAN-ROLLER**, H. E. *et al.* Discovering Cellular Respiration with Computational Modeling and Simulations. *Course Source*, v. 04, p. 1-8. Maio de 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.24918/cs>> Acesso em 04 de Março 2019.
- BIZZO**, N. *Novas Bases da Biologia*. São Paulo. Ed. Ática. 2013
- BRASIL**. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Secretaria da Educação Básica. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2018. 302p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 07 jul.2020.
- BRASIL**. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 136p.
- BRASIL**. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CAMARGO**, A; CUNHA, R; SILVA, R; e RABENHORST, R. Comparação entre o modelo baseado em equações e o modelo baseado em agentes: uma abordagem sobre a dinâmica presa-predador no NetLogo. *Revista Junior de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia*. 1. 15, 2014.

**CUNHA**, Jefferson A. R. da et al. Evolução dos processos físicos nos modelos de dinâmica de populações. **Revista Brasileira de Ensino Física**, v. 39, n. 3, P. 3302, 2017.

**CRESWELL**, J. Investigação Qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens. 3ª ed. Porto Alegre: Penso 2014.

**FERNANDES** *et al.* Uma Ferramenta Computacional para Ensino na Área de Modelagem Ecológica de Comunidades Aquáticas. In: XXVIII Congresso Latinoamericano de Hidráulica, 2018, Buenos Aires, Argentina. p, 3748-3756.

**FERREIRA**, A. S. Interação predador presa, uma análise comparativa e experimental utilizando os lagartos de uma área de caatinga como modelo. Dissertação de Mestrado. Universidade federal de Sergipe, São Cristóvão 2014.

**HARTWEG**, Beau et al. Peruvian Food Chain Jenga: Learning Ecosystems with an Interactive Model. *School Science and Mathematics*, v. 117, n. 6, p. 229-238, 2017

**HOVARDAS**, Tasos. A learning progression should address regression: Insights from developing non-linear reasoning in ecology. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 10, p. 1447-1470, 2017.

**MOTOKANE**, M. T; TRIVELATO, S. L. F. Reflexões Sobre o Ensino de Ecologia no Ensino Médio. In: Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, SP: Instituto de Física da UFRGS, 1999. Disponível em: <<https://bit.ly/2pfsSHA>>. Acesso em: 27 jan.2019.

**OLIVEIRA**, B. N.; SERRA, K. C. A simulação massa-mola do PhET como auxílio para a aprendizagem da força elástica (lei de hooke). *Saberes docentes em ação*, Maceió, v.02, n. 01, p. 164-177, 2016.

**PAZ**, Alfredo Müllen et al. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 2, p. 133-146, 2006.

**PETROSINO**, A. J *et al.* Using Collaborative Agent-Based Computer Modeling to Explore Tri-Trophic Cascades with Elementary School Science Students. *Creative Education*, v. 9, p. 615-624. Abril. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/ce.2018.94043>> Acesso em 02 de Março de 2019

**PIAGET**, J. Psicologia e pedagogia. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1982.

**PIAGET**, J. *Biologia e conhecimento*. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

**PIAGET**, J. *A equilibração das estruturas cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

**RICKLEFS**, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

**SALES**, R. G.; **MELLO**, I. C. Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Contribuições para o Ensino de Ciências. *Flovet, Cuiabá*, v. 1, n. 9, p. 17-30, 2017.

**SILVA**, L. D. L.; **ALVES**, A. G.; **MULLER**, L. Educação Museal com Jogo de Simulação de Vida Marinha. In: XVII SB Games. Foz do Iguaçu. Paraná, p. 1081-1087, 2018.

**SOBRINHO**, Altair Santos de Oliveira et al. Mathematical Modeling and Stability of Predator-Prey Systems. arXiv preprint arXiv: 1504.06244, 2015.

**SOUSA**, J.M.; **MALHEIROS**, A. P. S.; **FIGUEIREDO**, N. Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um Objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz. *Caderno Brasileiro de Física*, v. 32, p. 918-1006, 2015.

**TARNG**, W.; Lu, N. Y.; Shih, Y. S.; Liou, H. H. Design of a virtual ecological Pond for motion-sensing game-based learning. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, v. 6, n. 2, p. 21, 2014.

**THOMAZINI**, V. A.; **CARITÁ**, E.C.; **COSTA**, C. T. A. Tecnologia da Informação em Processos de Ensino-Aprendizagem: Simulação do Impulso Nervoso. In: Congresso Internacional ABED de Educação a Distância. Ribeirão Preto. SP, p. 1 -10, 2015.

**VINHOLI JÚNIOR**, J, A. Diagnóstico dos conhecimentos prévios de estudantes sobre ecologia: interfaces com a teoria da aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*. v. 7, p. 25-38, 2017



## APÊNDICES

### Apêndice A



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA/PPG-ECIM  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr (a) a autorizar seu (s) filho (s), aluno do 6º ano do Ensino Fundamental, para participar da pesquisa “Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar”, sob a responsabilidade da pesquisadora e mestrande Mônica Martins da Silva, do curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas (PPG-ECIM/UFAM), e-mail monicamartins\_br@hotmail.com e telefone celular (92) 99211-7688. Em conjunto com o professor orientador Dr. José Luiz de Souza Pio, Docente do Instituto de Computação (ICOMP/UFAM), cujo e-mail é josepio@icomp.ufam.edu.br, telefone celular (92) 99603-0752. Ambos podendo ser encontrados na Avenida General Rodrigo Otávio, nº 6200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte, Bloco 10 do ICE, Coroado 1.

A participação de seu (a) filho (a) se dará por meio de questionários aplicados pela própria pesquisadora e a realização de atividades com o uso da simulação computacional, em que nas aulas serão feitos registros fotográficos. Estes dados serão utilizados somente para fins de pesquisa científica, mantendo o sigilo acerca da identificação do participante. A participação será voluntária, não havendo despesa ou recompensa, além de ter o direito e a liberdade de desistir a qualquer momento da pesquisa.

Se depois de consentir a participação de seu (a) filho (a) o (a) Sr (a) tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Para qualquer outra informação, o (a) Sr.(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável ou professor orientador nos contatos acima

mencionados ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, telefone (92) 3305-1181, celular (92) 9171-2496, ramal 2004, e-mail: cep.ufam@gmail.com.

Como toda pesquisa com seres humanos oferece riscos, os riscos decorrentes de sua participação estão no constrangimento ou cansaço mental podendo o participante interromper sua participação a qualquer momento caso sinta algum desconforto dessa natureza.

Por outro lado os benefícios esperados serão os conhecimentos ensinados. Reiteramos que a pesquisa será feita em loco, ou seja, na própria instituição onde os participantes estudam, sem comprometer o horário escolar. Se você aceitar participar, estará contribuindo com a presente pesquisa de mestrado e na aprendizagem dos conceitos ecológicos por meio das atividades realizadas.

#### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado sobre o que a pesquisadora quer fazer e porque precisa da colaboração de meu filho (a), entendi a explicação. Por isso, eu concordo em permitir a participação de meu filho (a) no projeto, sabendo que ele (a) não irá ganhar nada e que pode sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do responsável



Polegar direito (caso não saiba assinar).

Assinatura do pesquisador

## Apêndice B



### **UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA/PPG-ECIM TERMO DE ANSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caro aluno (a) do 6º ano do Ensino Fundamental, temos o prazer de convidá-lo (a), para participar da pesquisa “Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar”, sob a responsabilidade da pesquisadora e mestrandia Mônica Martins da Silva, do curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas (PPG-ECIM/UFAM), e-mail monicamartins\_br@hotmail.com e telefone celular (92) 99211-7688. Em conjunto com o professor orientador Dr. José Luiz de Souza Pio, docente do Instituto de Computação (ICOMP/UFAM), cujo e-mail é josepio@icomp.ufam.edu.br, telefone celular (92) 99603-0752. Ambos podendo ser encontrados na Avenida General Rodrigo Otávio, nº 6200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte, Bloco 10 do ICE, Coroado 1.

Dessa forma, sua colaboração será por meio da participação em questionário, em que nas aulas serão feitos registros fotográficos e/ou por meio de vídeo-gravações. Estes dados serão utilizados somente para fins de pesquisa científica, mantendo o sigilo acerca de sua identificação.

Sua participação será voluntária, não havendo despesa ou recompensa, além de ter o direito e a liberdade de desistir a qualquer momento da pesquisa.

Quaisquer dúvidas poderão ser esclarecidas, e sua desistência não causará nenhum prejuízo físico ou mental. Para qualquer outra informação, o (a) Sr.(a) poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, professor orientador nos contatos acima mencionados ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, telefone (92) 3305-1181, celular (92) 9171-2496, ramal 2004, e-mail: cep.ufam@gmail.com.

Os questionários e entrevista embora simples de ser aplicado é um instrumento que pode eventualmente causar algum tipo de constrangimento ou até

mesmo de cansaço daquela pessoa respondente a ele. No entanto, ressaltamos que os participantes tem toda liberdade de parar de respondê-lo, e até mesmo, se não quiser e/ou interromper sua participação na pesquisa, se assim se sentir melhor. Asseguramos ainda o anonimato dos mesmos. Se em algum momento da condução do questionário, sentir-se constrangido (a) devido à não compreensão das perguntas, de termos ou expressões utilizadas, o pesquisador responsável usará de profissionalismo ético ou acadêmico para superar tais situações.

Como toda pesquisa com seres humanos oferece riscos, os riscos decorrentes de sua participação estão no constrangimento ou cansaço mental podendo o participante interromper sua participação a qualquer momento caso sinta algum desconforto dessa natureza.

Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

#### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Assinatura do aluno (a)

---

Assinatura da pesquisadora

**Apêndice C****Questionário Diagnóstico****Instrução: marcar apenas uma alternativa por questão.****Aluno (a):** \_\_\_\_\_ **Idade** \_\_\_\_\_

1. Possui computador ou notebook em sua casa?

a) ( ) sim

b) ( ) Não

2. Tem acesso à internet em sua casa?

a) ( ) Sim

b) ( ) Não

3. Você utilizou algum software ou aplicativo educacional?

a) ( ) Sim

Qual \_\_\_\_\_

b) ( ) Não

4. Em qual das situações abaixo você mais utiliza a internet?

a) ( ) Fazer pesquisas para a escola.

b) ( ) Ler notícias.

c) ( ) Jogar.

d) ( ) Conversar com amigos.

e) ( ) Não acesso a internet.

5. Em que tipo de escola você cursou o Ensino Fundamental I?

a) ( ) Somente em escola pública.

b) ( ) Somente em escola particular.

c) ( ) Parte em escola pública e parte em escola particular.

6. Na escola, de que maneira você prefere fazer as atividades?

a) ( ) Sozinho.

b) ( ) Com outra pessoa.

c) ( ) Em um grupo pequeno.

d) ( ) Em um grupo grande.

## Apêndice D

### Questionário Inicial – Pré-teste

Aluno (a): \_\_\_\_\_

1. O que significa ecologia?

---



---

2. Explique o que representa o modelo ilustrativo




---



---

3. Indique o papel ou função de cada ser vivo que você observa no modelo ilustrado acima.

---



---

4. Qual dos níveis tróficos apresenta a maior quantidade de energia? Justifique.

---



---

5. O que aconteceria caso alguma das espécies desaparecesse?

---



---

6. Construa um modelo de cadeia alimentar por meio de esquemas e setas.

## Apêndice E

# Tutorial e Roteiro de Atividades para Uso da Simulação da Cadeia Alimentar

Aluno (a): \_\_\_\_\_

### MODELO CADEIA ALIMENTAR

**1ª Atividade:** conhecendo a simulação

1. Abrir o programa modelo-cadeia alimentar já instalado no computador.
2. Observar a tela inicial do modelo de simulação da cadeia alimentar e os botões de comando da simulação:

**Modelo-versão:** muda o cenário do ambiente.

**Número-inicial-de-capivaras** e **Número-inicial-de-onças:** controlam a quantidade de animais no ambiente.

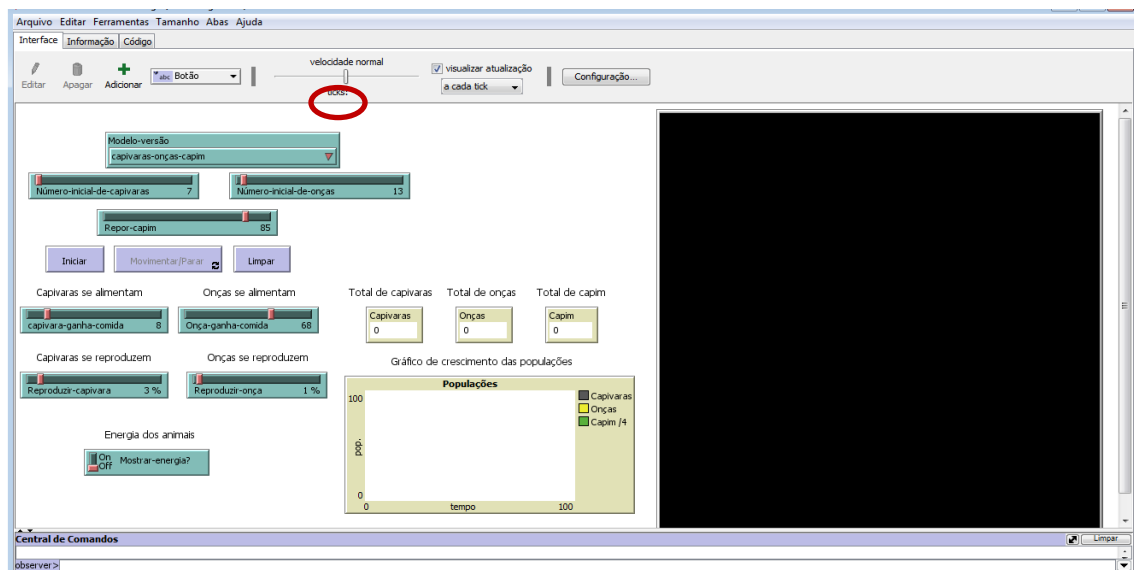
**Repor-capim:** repõe o capim (cenário verde) no ambiente.

**Iniciar:** colocar os animais no ambiente

**Movimentar/parar:** colocar a simulação para funcionar e também parar a simulação.

**Limpar:** limpar a tela do ambiente.

**Gráfico:** mostrar a evolução das populações no ambiente.



**2ª Atividade:** No botão **Modelo-versão**, escolha a versão **Capivaras-onças-capim** clicando na setinha vermelha ao lado, em seguida clique no botão **Iniciar** e depois clique no botão **Movimentar/parar**, deixe a simulação rodar, faça suas observações, depois pare o modelo clicando novamente no botão **Movimentar/parar** e mude os

números de onças e capivaras no ambiente utilizando os botões **Número-inicial-de-onças** e **Número-inicial de-capivaras**, observando o comportamento das onças e das capivaras na simulação:

Explique a importância das relações entre as espécies.

---

---

**3ª Atividade:** No botão **Versão-modelo**, escolha a opção **Capivaras-onças-capim** na setinha vermelha ao lado, reduza a quantidade de onças no ambiente utilizando o botão **Número-inicial-de-onças**, clique no botão **Iniciar**, em seguida no botão **Movimentar/parar**, deixe a simulação rodar, clique novamente no botão **movimentar/parar**, observando as interações entre as espécies no ambiente simulado:

Explique o que aconteceu com a população de capivaras e capim quando o número de onças diminuiu no ambiente.

---

---

**4ª Atividade:** No botão **Versão-modelo**, escolha a opção **Capivaras-capim** na setinha vermelha ao lado, reduza a quantidade de capivaras no ambiente utilizando o botão **Número-inicial-de-capivaras**, aumente a quantidade de capim utilizando o botão **Repor-capim**, clique no botão **Iniciar** e observe um momento, depois pare o modelo no botão **Movimentar/parar**, aumente a quantidade de capivaras e reduza a quantidade de capim deixe a simulação rodar, clique novamente no botão **movimentar/parar**, observando as interações que acontecem no ambiente simulado:

Explique a importância do capim para a cadeia alimentar.

---

---



**Apêndice F****QUESTIONÁRIO FINAL – PÓS-TESTE****Aluno (a):** \_\_\_\_\_**Usando os conhecimentos adquiridos com o auxílio da simulação, responda:**

1. O que estuda ecologia?

---

---

2. O que você entende por cadeia alimentar?

---

---

---

3. Conceitue e dê exemplos de seres vivos para cada um dos níveis que caracterizam a cadeia alimentar?

---

---

4. Do capim para a onça o ocorre com fluxo de energia? Explique

---

---

---

5. O crescimento de uma das populações de animais levaria a extinção antecipada de uma das espécies? Explique

---

---

---

6. Desenhe um modelo de cadeia alimentar orientado por setas.

**Apêndice G****Avaliação da percepção dos alunos em relação à simulação computacional da cadeia alimentar****Aluno (a):** \_\_\_\_\_

1. Como você classifica o uso da simulação computacional para o ensino de ecologia?

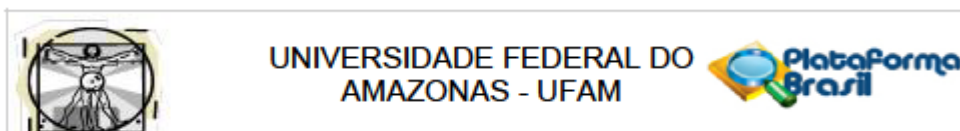
Ruim             Regular             Bom             Ótimo

2. Como você classifica seu interesse nas aulas de ciências com a metodologia utilizada?

Ruim             Regular             Bom             Ótimo

## ANEXOS

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Ensino de Ecologia Mediado por Simulação Computacional da Cadeia Alimentar

**Pesquisador:** MONICA MARTINS DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 19211919.9.0000.5020

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.531.030

##### Apresentação do Projeto:

**Resumo:**

Esta pesquisa tem como objetivo criar um modelo de ensino que favoreça a habilidade para o desenvolvimento de conceitos sobre cadeia alimentar baseado em simulação computacional. O modelo é desenvolvido com base na teoria do construtivismo de Jean Piaget. Sob sua ótica, o modelo de ensino se apresenta como um instrumento de apoio ao ensino de Ecologia, servindo como auxílio na modificação do que o aluno traz consigo, fazendo com que faça novas indagações sobre o conteúdo. A pesquisa é do tipo qualitativa, caracterizada em um estudo de caso aplicada a alunos do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública da Cidade de Manaus – AM. A coleta será por meio de questionários antes e depois do uso da simulação computacional. O intuito é identificar indicadores de adaptação de novos conhecimentos dos alunos.

**Critério de Inclusão:**

Alunos regulamente matriculados e frequentando as aulas de ciências no 6º ano do Ensino Fundamental; Alunos que apresentarem interesse e disponibilidade para participarem voluntariamente da pesquisa; Alunos que aceitem participar de todas etapas da pesquisa.

**Critério de Exclusão:**

Alunos que apresentarem mais de 25% de faltas; alunos que se recusarem em assinar o termo de

**Endereço:** Rua Teresina, 495

**Bairro:** Adrianópolis

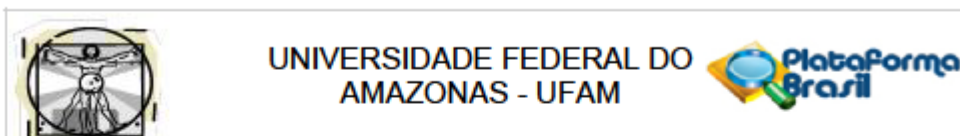
**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**CEP:** 69.057-070

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.531.030

assentimento livre e esclarecido; Alunos que os responsáveis não autorizarem sua participação na pesquisa;

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Criar um modelo de ensino que favoreça a habilidade para o desenvolvimento de conceitos sobre cadeia alimentar baseado em simulação computacional.

Objetivo Secundário:

Desenvolver a metodologia com conceitos ecológicos em cenário virtual baseado na utilização de um modelo de simulação da cadeia alimentar

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, "Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas". A mesma resolução no seu item II.22 define como risco da pesquisa a "possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente". Logo os riscos a esta pesquisa são considerados mínimos e moderados, que podem ser associados a agressões ao fator intelectual, social, cultural e econômico, tais como bullying. Riscos nos quais podem ser evitados pela pesquisadora.

Benefícios:

Como benefícios, para esta pesquisa os proveitos serão diretos e imediatos, isto é, terá como vantagem produção de conhecimento que será adquirido durante a execução do projeto, ou seja, que terão como benefícios a contribuição para a comunidade científica e a sua aprendizagem, tornando os participantes mais críticos para debater sobre ciência, sobre ecologia e sua própria aprendizagem.

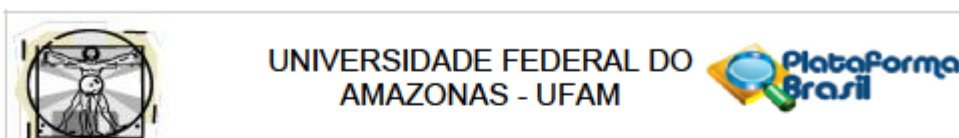
**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

1 versão

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto: adequado

Endereço: Rua Teresina, 495	CEP: 69.057-070
Bairro: Adrianópolis	
UF: AM	Município: MANAUS
Telefone: (92)3305-1181	E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.531.030

Riscos> adequado  
 Benefícios:adequado  
 Critérios de inclusão:adequado  
 Cronograma:adequado  
 Orçamento: adequado  
 Instrumento da pesquisa: adequado  
 TCLE: Adequado  
 TALE: Adequado  
 Termo de anuência: adequado  
 CV:adequado

**Recomendações:**

O pesquisador somente poderá iniciar a coleta de dados (pesquisa de campo), após análise e aprovação pelo CEP

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Em razão do exposto, somos de parecer favorável que o projeto seja APROVADO, pois o pesquisador cumpriu as determinações da Res. 466/2012.

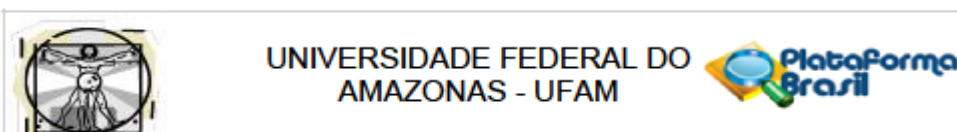
É o parecer

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1378944.pdf	27/08/2019 15:51:20		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	27/08/2019 15:48:52	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
Outros	Anuencia.pdf	27/08/2019 15:46:20	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
Outros	Confidencialidade.pdf	27/08/2019 15:42:18	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	27/08/2019 15:41:17	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	27/08/2019	MONICA MARTINS	Aceito

Endereço: Rua Teresina, 495  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-1181 E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.531.030

Cronograma	cronograma.pdf	15:41:01	DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	27/08/2019 15:40:47	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	27/08/2019 15:37:17	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	27/08/2019 15:04:20	MONICA MARTINS DA SILVA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MANAUS, 26 de Agosto de 2019

---

**Assinado por:**  
**Eliana Maria Pereira da Fonseca**  
**(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Teresina, 495  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-1181 E-mail: cep.ufam@gmail.com