



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Ramon Diedrich

**Jogos de tabuleiro:** uma nova proposta de ensino de biologia e de clubes de ciências

FLORIANÓPOLIS  
2019

Ramon Diedrich

**Jogos de tabuleiro: uma nova proposta de ensino de biologia e de clubes de ciências**

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido ao  
Mestrado Profissional de Ensino de Biologia da  
Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção  
do título de Mestre em Ensino de Biologia  
Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Andrea Marrero

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Diedrich, Ramon

Jogos de tabuleiro : uma nova proposta de ensino de biologia e de clubes de ciências / Ramon Diedrich ; orientadora, Andrea Rita Marrero , 2019.

73 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Biologia. 2. Ensino. 3. Gamificação. 4. Jogos.  
I. , Andrea Rita Marrero. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. III. Título.

Ramon Diedrich

**Jogos de tabuleiro:** uma nova proposta de ensino de Biologia e de clubes de ciências

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Andrea Rita Marrero, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dib Ammar, Dr.  
Centro Universitário Católico de Santa Catarina

Profa. Yara Costa Netto Muniz, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em ensino de Biologia.

---

Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto  
Coordenador do Programa

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Andrea Rita Marrero  
Orientadora

Florianópolis, 2019.

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe, aos meus queridos pais e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas foram importantes no desenvolvimento deste trabalho e sem os quais, não seria possível o desenvolvimento do trabalho.

Em primeiro lugar, à minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrea Marrero pela parceria e orientação, além dos inúmeros conselhos sobre a vida e prioridades e pelas correções destas prioridades ao longo da vida e de abrir a sua casa para o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de mestrado e professores de todos os sábados pela compreensão, parceria e aprendizado ao longo destes anos de curso.

Aos amigos que sempre apoiaram e contribuíram com o trabalho: Gustavo Gaiotto por ser um irmão que a vida me deu de presente e sempre estar junto nos melhores e piores momentos, Dr. Fabian Antunes e Fillipe Vieira pela ajuda, parceria e pelas valiosas dicas e sugestões sobre o desenvolvimento teórico e metodológico do projeto e também à Naian Rodrigues e à prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maristela Fabro pela ajuda na formatação deste TCM e ao prof. Lucas Andrade pela correção ortográfica do trabalho.

E por fim à minha família. Sem vocês, este trabalho seria impossível emocionalmente e estruturalmente em especial à minha mãe que sempre me ajudou como podia seja com apoio e os lanches da noite enquanto eu estudava noites adentro e foi a principal razão deste mestrado.

“Gostaria que isso não tivesse acontecido na minha época”, disse Frodo. “Eu também”, disse Gandalf. “Como todos os que vivem nestes tempos. Mas a decisão não é nossa. Tudo o que temos que decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.” (Tolkien, 2002)

## RESUMO

Um dos problemas que a educação atual enfrenta é a falta de interesse na aprendizagem, além disso, há pouco investimento na criação de cenários que possam estimular a aprendizagem preocupando-se, principalmente, com o ensino. Desta forma, a gamificação é uma alternativa para essa falta de interesse promovendo engajamento de um público alvo a um determinado tema utilizando os elementos dos jogos e, desta forma, torna a execução do trabalho mais agradável. Há muitas vantagens do uso da gamificação como a melhoria das capacidades acadêmicas, solucionando parcialmente, inclusive, a falta de estímulo ao aprendizado. Desta forma, a utilização de jogos é adequada não apenas como proposta de gamificação é uma alternativa às aulas práticas onde temas são abstratos ou custosos como a evolução e a bioquímica. Jogos possuem quatro elementos que dialogam entre si: mecânica, que corresponde a como o jogo funciona; estética, que são os elementos visuais do jogo; tecnologia, que corresponde ao meio pelo qual o jogo foi confeccionado e a história, que é o elemento que está relacionado ao tema tratado. O objetivo do trabalho é de propor uma metodologia ativa no ensino da biologia, tendo a evolução biológica como eixo integrador de conteúdos através da gamificação, avaliar os jogos através de uma tabela classificatória e criar guias de aula demonstrando como os jogos podem ser utilizados como ensino. A metodologia empregada foi selecionar os jogos existentes no mercado, jogá-los e classificá-los em uma tabela comparativa e criar guias de aula que sugerem meios de utilização de jogos de tabuleiro. O resultado demonstra que não apenas a gamificação do ensino é uma alternativa ao ensino tradicional como os jogos de tabuleiro podem ser utilizados como construtores do conhecimento através de uma atividade lúdica de resolução de problemas.

**Palavras-chave:** Gamificação. Jogos. Ensino.



## ABSTRACT

One of the problems that current education faces is the lack of interest in learning. Moreover, there is little investment in creating scenarios that can stimulate learning, focusing mainly on teaching. Thus, gamification is an alternative to this lack of interest by promoting engagement of a target audience to a particular theme using the elements of the games and thus makes the work more enjoyable. There are many advantages to using gamification such as improving academic skills, including partially addressing the lack of learning stimulation. Thus, the use of games is appropriate not only as a gamification proposal is an alternative to practical classes where themes are abstract or costly such as evolution and biochemistry. Games have four elements that dialogue with each other: mechanics, which corresponds to how the game works; aesthetics, which are the visual elements of the game; technology, which corresponds to the medium by which the game was made and the story, which is the element that is related to the theme. The objective of this work is to propose an active methodology in the teaching of biology, with biological evolution as the integrative axis of content through gamification, to evaluate games through a classification table and to create lesson guides demonstrating how games can be used as teaching. . The methodology employed was to select existing games on the market, play them and rank them on a comparative table and create lesson guides that suggest ways to use board games. The result demonstrates that not only teaching gamification is an alternative to traditional teaching but board games can be used as knowledge builders through a playful problem solving activity.

**Keywords:** Gamification. Games. Teaching.



### Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Mestrando: Ramon Diedrich
Título do TCM:
Data da defesa: 30 de julho de 2019
<p>O mestrado realizou um sonho pessoal que vem sido perseguido desde 2004 quando foi concluído minha graduação, mas que, infelizmente, não pode ser alcançado em função de motivos familiares e de alta carga horária de trabalho, em torno de 60 horas, impossibilitando cursar uma pós-graduação durante a semana. Entretanto, como o curso foi no final de semana, houve essa possibilidade de aperfeiçoamento. Uma atualização é necessária para qualquer profissional e, principalmente para nós, professores de biologia, onde esta ciência está em constante modificação. Nesse sentido, o Mestrado Profissional de Ensino em Biologia (PROFBIO) trouxe não apenas uma fundamentação teórica atualizada reforçando conhecimentos importantes como promoveu ferramentas pedagógicas importantes com o objetivo de melhorar a abordagem em sala de aula acrescentando ferramentas de ensino mudando o ensino tradicional em um ensino ativo e, desta forma, mudar os péssimos resultados no PISA na educação básica brasileira. Iniciativas como este mestrado são de fundamental importância para iniciar a mudança do péssimo ranking perante a educação mundial e a necessidade de se manter os investimentos na educação continuada de professores.</p>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide das Necessidades Humanas desenvolvida por Maslow.....	19
Figura 2 - Diagrama da Teoria de Fluxo. ....	20
Figura 3 - A Tétrade Elementar de Schell. ....	23
Figura 4 - Foto descritiva da caixa do jogo Fotossíntese da Editora Mandala Jogos.....	29
Figura 5 – Vista superior do tabuleiro do jogo Fotossíntese evidenciando fichas que descrevem os pontos de vitória (circulados em rosa indicando os valores 12, 14, 18 e 22). ...	30
Figura 6 – Vista superior do tabuleiro do jogo Fotossíntese indicando posicionamento do sol no tabuleiro (peça semicircular amarela apontada pela seta rosa).....	30
Figura 7 – Árvores em 3D de diferentes jogadores reforçando a beleza do jogo.....	31
Figura 8 – Tabuleiro pessoal do jogador em Fotossíntese.....	32
Figura 9 - Capa da caixa do jogo Dominant Species da editora GMT Games.....	35
Figura 10 – Espaços de ação do jogo marcados com os pinos nos espaços de ação. ....	36
Figura 11 - Espaços de ação do jogo identificados com “olhos”. ....	36
Figura 12 – Indicação dos nomes das ações (círculo rosa).....	37
Figura 13 – Ilustração do manual demonstrando o cálculo de dominação de duas áreas (indicado pelas setas em rosa). ....	38
Figura 14 – Setup do jogo Dominant Species. ....	39
Figura 15 – Foto superior parcial do tabuleiro indicando cartas de dominância em seu espaço no tabuleiro circuladas em rosa. ....	41
Figura 16 – Capa da caixa do jogo Evolution da editora North Star Games.....	43
Figura 17 – Elementos do jogo Evolution. ....	44
Figura 18 – Exemplo de uma espécie do jogo composta pelas características (cartas) e a ficha da espécie indicando a população (cubo verde) e o tamanho do corpo (cubo marrom).....	45
Figura 19 – Amostra de cartas do jogo.....	46
Figura 20 – Capa da caixa do jogo Evolution: Climate da editora North Star Games. ....	49
Figura 21 – Visão superior do tabuleiro de clima e seu marcador (circulado em rosa), cartas de clima (superior) e de características de espécies (inferior).....	50
Figura 22 – Setup do jogo Evolution: Climate. ....	51
Figura 23 – Capa do jogo Cytosis da editora Genius Games. ....	55
Figura 24 – Alocação dos marcadores.....	56

Figura 25 - Recursos usados no jogo (proteínas em vermelho, RNAm em preto, carboidrato em verde, lipídios em amarelo e as fichas de ATP). .....	56
Figura 26 – Região de síntese de compostos (círculo vermelho para síntese de proteínas, rosa para síntese de lipídios) encapsulamento dos compostos (azul para o complexo de Golgi) e secreção (círculo verde).....	57
Figura 27 – Folha complementar do jogo com conteúdo adicional teórico sobre funções das organelas e sobre os laureados e suas pesquisas.....	58
Figura 28 – Vista superior do tabuleiro do jogo Cytosis. ....	59
Figura 29 - Capa da caixa do jogo Pandemia (Pandemic na versão em inglês) da Z-Man Games (distribuído no Brasil pela Devir).....	62
Figura 30 – Cartas e cubos de infecção. ....	63
Figura 31 – Marcador e trilha de surtos.....	63
Figura 32 – Tabuleiro geral do jogo Pandemia. ....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Apresentação dos três atributos elencados para cada um dos Elementos da Tétrade de Shell. ....	28
Quadro 2 – Relação das propostas evolutivas em relação às ações do jogo. ....	42
Quadro 3 – Relação entre organela, função e posição na célula. ....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 A PIRÂMIDE DAS NECESSIDADES DE MASLOW .....	17
1.2 TEORIA DE FLUXO DE CSIKSZENTMIHALYI.....	19
1.3 ENSINO DA EVOLUÇÃO: APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO .....	21
1.4 A TÉTRADE ELEMENTAR DE SCHELL .....	23
<b>1.4.1 Mecânica.....</b>	<b>24</b>
<b>1.4.2 História .....</b>	<b>24</b>
<b>1.4.3 Estética.....</b>	<b>24</b>
<b>1.4.4 Tecnologia.....</b>	<b>25</b>
1.5 OBJETIVOS .....	25
<b>1.5.1 Objetivo Geral: .....</b>	<b>25</b>
<b>1.5.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>25</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
2.1 MECÂNICA.....	26
2.2 HISTÓRIA.....	27
2.3 TECNOLOGIA .....	27
2.4 ESTÉTICA .....	27
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4 GUIAS DE AULA.....</b>	<b>29</b>
4.1 JOGO: FOTOSSÍNTESE .....	29
<b>4.1.1 Metodologia .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2 Termos Conceituais Importantes Para Utilização Do Jogo.....</b>	<b>34</b>
4.2 JOGO: DOMINANT SPECIES.....	34
<b>4.2.1 Metodologia .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo.....</b>	<b>42</b>

4.3 EVOLUTION .....	43
<b>4.3.1 Metodologia .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo.....</b>	<b>48</b>
4.4 EVOLUTION: CLIMATE .....	49
<b>4.4.1 Metodologia .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.2 Termos conceituais importantes para a utilização do jogo.....</b>	<b>53</b>
4.5 CYTOSIS.....	54
<b>4.5.1 Metodologia .....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo.....</b>	<b>61</b>
4.6 PANDEMIA .....	62
<b>4.6.1 Metodologia .....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo.....</b>	<b>66</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os jogos trazem benefícios como o desenvolvimento cognitivo, afeição entre as pessoas que estiverem participando, socialização, motivação pelo desafio e criatividade (CAMPOS et al, 2003). Devido às vantagens do uso dos jogos na educação, o termo *gamificação* surgiu a partir da aplicação de jogos virtuais ou analógicos como método diferenciado de ensino: a gamificação é a utilização de mecanismos de jogos orientados ao objetivo de resolver problemas práticos ou despertar o engajamento entre um público específico, com recursos de jogos em outros contextos, como educação (DETERDIN et al, 2011). A metodologia de gamificação visa a encorajar os alunos a adotarem determinados comportamentos, familiarizando-se com a agilização de processos de aprendizado, tornando mais agradáveis tarefas consideradas tediosas ou repetitivas.

Esta é uma importante estratégia de ensino uma vez que existe um descompasso entre o que os alunos esperam aprender na escola e o que os sistemas tradicionais conseguem oferecer. Um dos grandes obstáculos à inovação está na preocupação excessiva com métodos de ensino liado à pouca ênfase concedida na criação de cenários de aprendizagem.

A utilização de jogos de tabuleiro na educação vem ganhando espaço e não fica restrita ao ambiente virtual (TAPISNAR; et al, 2016; GLOVER, 2013). Huizinga (2012) conceitua o termo “jogo” como sendo uma atividade livre, desprovida de interesse material e que não deve obter lucro, respeitando os limites temporais e das regras. Embora não exista um consenso quanto ao conceito gamificação, Kapp (2002) tenta dar significado ao termo em conjunto com algumas características do jogo como meio adequado para promover o aprendizado através de decisões motivadas por ações para resolução de problemas, podendo acrescentar também, segundo Navarro (2003) “como a aplicação de elementos, mecanismos, dinâmicas e técnicas de jogos no contexto fora do jogo” e que esses elementos estão relacionados com regras, objetivos, recompensa, superação e conquistas. Por isso, o objetivo da gamificação é contextualizar o indivíduo ao ambiente, aumentando e melhorando suas habilidades (NAVARRO, 2013).

Neste sentido, Fardo (2013) sugere dividir os elementos da gamificação para melhor compreensão e aprofundamento do fenômeno:

- **Sistema:** conjunto de elementos conectados entre si (o que ocorre com um, poderá ocorrer com outro de forma direta ou indireta);



- **Jogador:** o indivíduo que está interagindo com o jogo;
- **Desafio:** a forma pela qual o jogador tenta adquirir e cumprir seus objetivos;
- **Abstração:** elementos da realidade que dão sentido ao jogo;
- **Regras:** definem, permitindo ou proibindo, determinadas ações dos jogadores, as condições de vitória e a pontuação do jogo;
- **Interatividade:** como os jogadores influenciam as decisões de outros jogadores;
- **Feedback:** como os comportamentos dos jogadores pode variar de acordo com algumas respostas durante a partida;
- **Saída quantificável:** condições de vitória de modo quantificável sem margens para dúvidas;
- **Reação emocional:** como os jogadores estão respondendo emocionalmente a uma perda ou à vitória e, até mesmo, às decisões feitas durante a partida, o que se pode chamar prazer de jogar ou diversão.

A aplicação da *gamificação* na educação também tem sofrido críticas como a falsa sensação de recompensa, um possível vício aos jogos ou ao comportamento compulsivo em pessoas propensas a este tipo, além de mudar o foco da recompensa que seria a recompensa da vitória do jogo em detrimento do aprendizado, a frustração do resultado (no caso de jogadores competitivos) quando a diferença de pontos alcançados seja discrepante, poder ser considerada perda de tempo pelos indivíduos participantes e, neste caso, haver um efeito contraprodutivo tal como desmotivação em alunos uma vez que os jogos recompensam extrinsecamente relacionando o efeito de superjustificação (GLOVER, 2013). Em psicologia, a teoria de superjustificação relaciona ação com recompensa que é desvalorizada pela criança, por exemplo, a criança foi recompensada com uma fruta, logo ela não deve gostar daquilo (WARDLE et al, 2003).

Mesmo assim, indicativos numéricos demonstram uma melhoria no desenvolvimento de habilidades acadêmicas. Segundo Kiryakova et al (2014) há uma melhora de 40% na capacidade de aprender novas habilidades, justificando a gamificação na educação

solucionando, parcialmente, o problema da falta de interesse no processo de aprendizagem. Ainda segundo os autores, os jogos seriam uma forma de estimular a aprendizagem baseada na recompensa podendo aumentar a participação e atividade usando os elementos de decisão típicos dos jogos. Essas observações de melhoria na aprendizagem utilizando jogos podem ser vistas nas pesquisas há algumas décadas (BORGES et al, 2013) mostrando que os jogos podem ser usados como experimentos para verificação de aprendizagem e ensino.

As aulas experimentais são importantes, pois com a prática os alunos estimulam “o raciocínio, solucionam problemas e são estimulados ao desafio” (BEREZUK; INADA, 2010) e os jogos de tabuleiro promovem essas características. A importância do uso dos trabalhos experimentais foi reconhecida desde que a disciplina de Ciências foi introduzida no início do século XIX (ALMEIDA, 2001). Estes experimentos são uma forma de aplicar o conhecimento teórico ao prático sendo significativos no processo de aprendizagem, portanto materializando o conhecimento didático experimentando conceitos práticos (BEREZUK; INADA, 2010).

O jogo não precisa recriar os elementos reais para uma boa experiência, mas sim reproduzir a essência do conteúdo, ou seja, inserir os principais elementos para capturar a essência do que se quer transmitir a partir da experiência baseada na premissa do jogo (SCHELL, 2008). Neste sentido, se o jogo parte do princípio de tentar demonstrar, por exemplo, a evolução biológica por seleção natural, então a ideia de seleção natural trazida pelo jogo também deve estar clara.

Jogos possuem valores internos que chamamos de valores endógenos que são expressos nos elementos de valor exclusivo do jogo e necessários para conseguir a vitória ou mesmo ganhar vantagens durante a partida (SCHELL, 2008). Em essência possuem alguns atributos tais como: serem intencionais, possuírem objetivos, conflitos, regras e possibilitarem aos jogadores perder ou ganhar, no caso de jogos competitivos ou enquanto grupo nos jogos cooperativos, além de possuírem interação, desafio e poderem criar um valor interno e engajar jogadores formando um sistema interno (SCHELL, 2008).

### 1.1 A PIRÂMIDE DAS NECESSIDADES DE MASLOW

As necessidades possuem pré-requisitos: uma vez que um nível é satisfeito, o outro emerge e assim por diante, ou seja, uma vez que o primeiro nível é satisfeito, o segundo nível surge por ser a necessidade mais direta do indivíduo. A classificação é por ordem de

importância: as necessidades fisiológicas, a necessidade de segurança, a necessidade de amor, a necessidade de estima e a necessidade de auto-atualizações. Hunicke, LeBlanc, Zubeck (2004) classificam oito prazeres associados aos jogos:

- 1) Sensação: a sensação de prazer envolvida como resposta ao ato de jogar; fantasia: o prazer de se inserir em um mundo onde ele não está;
- 2) Fantasia: capacidade que a pessoa tem de se imaginar em outro lugar;
- 3) Narração: relacionado com a sequência de eventos que se desenrolam ao longo da partida.
- 4) Desafio: envolvido na resolução de problemas e é um dos centros dos prazeres em jogos;
- 5) Comunhão: envolvido no prazer da amizade de estarem jogando juntos e pode ser considerada uma das principais atrações nos jogos;
- 6) Descoberta: está envolvido com o ato de descobrir algum objeto importante no jogo, assim como de uma estratégia mais benéfica para ganhar a partida;
- 7) Expressão: capacidade de autoexpressão em jogos seja em RPGs (*Role Playing Games*) ou na possibilidade de personalização do personagem seja com roupas ou com atributos variáveis e submissão: jogo como passatempo entrando em um mundo com regras e cenários diferentes.
- 8) Submissão: é o prazer de estar em regras diferentes em um mundo diferente, ou seja, está associado com a construção de novos mundos, submetendo-se a essas suas novas regras.

Em cada caso, o cérebro utilizará esses elementos como motivação para a resolução de problemas. A motivação humana foi proposta pelo psicólogo Abraham Maslow que elencava níveis hierárquicos de necessidades humanas (Figura 1). A necessidade fisiológica está associada às necessidades básicas de alimentação (provavelmente a mais forte de todas as necessidades), sexo e/ou sede. Se a necessidade fisiológica não for satisfeita, nenhuma outra característica se manifestará ou será puxada para esta necessidade. A necessidade de segurança deve-se às questões envolvidas em organização, estabilidade e ordem, que pode ser

melhor observada em crianças cujos lares são instáveis. A criança cresce ansiosa e insegura e, em alguns casos, doentes. As necessidades adultas, entretanto, estão vinculadas com emprego, medicina, odontologia, velhice, finanças, incapacidade entre outras. Uma vez que o indivíduo está seguro, ele sente necessidade de contato com outras pessoas, quando emerge a necessidade de amor que pode ou não ser manifestada através do sexo ainda que amor e sexo não sejam sinônimos. A necessidade da autoestima surge da capacidade do indivíduo ter respeito próprio e estima pelos outros e por si. Esta necessidade divide-se em dois grupos: a) o desejo pela força, conquista e confiança para enfrentar o mundo e b) o desejo de reputação ou prestígio, reconhecimento e atenção de outras pessoas. A falta desses atributos produz sentimentos de fraqueza, inferioridade e desamparo, assim como tendências neuróticas e desencorajamento. A necessidade de atualização não está sempre presente, mas ela é importante para o aprimoramento do indivíduo, em ele ser o que potencialmente é (MASLOW, 1943).

Figura 1 - Pirâmide das Necessidades Humanas desenvolvida por Maslow.



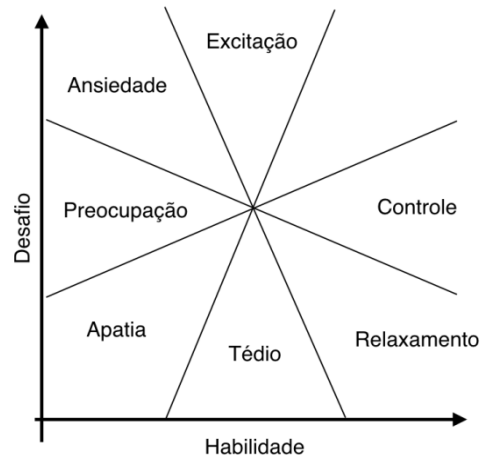
Fonte: Domingos (2012).

## 1.2 TEORIA DE FLUXO DE CSIKSZENTMIHALYI

A otimização da experiência foi denominada teoria de fluxo pelo psicólogo Mihalyi Csikszentmihalyi (CSIKSZENTMIHALYI; LEFEVRE, 1989). O tema do jogo ajuda a

reforçar a ideia sobre o que está sendo tratado. A experiência do jogador pode ser amplificada baseada no tema unificante, reforçando a ligação entre os elementos do jogo (SCHELL, 2008). Para pensar o jogo enquanto jogável, são necessárias quatro habilidades mentais: modelagem, foco, imaginação e empatia (SCHELL, 2008). A modelagem corresponde à capacidade de a mente lidar com modelos de realidades, neste caso, os jogos podem ser uma boa forma de compreendermos fragmentos da realidade através desses para tentar entender a realidade em si. A imaginação está relacionada com a capacidade de o jogador inserir-se no jogo e de criar uma ambientação mental que favoreça a resolução de problemas. A empatia é a capacidade de uma pessoa projetar-se no lugar da outra, o que facilitaria a tomada de uma decisão para resolver algum problema em particular. O foco é a capacidade que a pessoa tem de selecionar sua atenção sem ser alterada por fatores externos, ignorando-os e otimizando a experiência pessoal (Figura 2).

Figura 2 - Diagrama da Teoria de Fluxo.



Fonte: Rosier (2017).

A teoria de fluxo teoriza que essa otimização se dá quando o ambiente fornece desafios suficientes que combinam as habilidades do indivíduo e não apenas causam e aumentam o bem estar, mas aumentavam as chances de adquirirem-se novos aprendizados e novas habilidades em atividades contínuas, assim com objetivos claros, *feedback* imediato e bom balanço entre as habilidades de uma pessoa e o desafio da atividade, como no xadrez ou em jogos virtuais (CSIKSZENTMIHALYI; LEFEVRE, 1989), assim, “a aprendizagem ocorrerá quando houver uma disponibilidade de informação necessária para a resolução de

problemas e esta será a base do aprendizado que é definido como um relativo aumento permanente na habilidade que é resultado da prática” (GUADAGNOLI; LEE, 2010).

### 1.3 ENSINO DA EVOLUÇÃO: APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) elaborados em 1998, são diretrizes que organizam o currículo escolar do ensino médio e indicam a evolução como eixo centralizador de outros conteúdos como genética, botânica, micologia ou zoologia, sugerindo um ambiente problematizador, criando situações-problema para que os estudantes consigam relacionar conceitos evolutivos e mudança do material genético (BRASIL, 1999) sendo reforçada a necessidade de trabalhar de forma integradora, multidisciplinar e interdisciplinar pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), posicionando origem e a manutenção da vida como “elemento central e unificador na Biologia” (Brasil, 2006). Faz-se necessário, portanto, propor medidas para mudanças na melhoria no processo de ensino-aprendizagem no ensino da evolução biológica. Em 2000 uma reestruturação dos PCNs, conhecido como PCN+, foi feita sob a justificativa de dois fatores: “as mudanças estruturais que decorrem da chamada ‘revolução do conhecimento’, alterando o modo de organização do trabalho e as relações sociais, e a expansão crescente da rede pública, que deverá atender a padrões de qualidade que se coadunam com as exigências dessa sociedade” (BRASIL, 2000) reconhecendo o problema da fragmentação do ensino de forma descontextualizada: “Tradicionalmente, o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias Ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia – e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas Ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos” (BRASIL, 2002).

O Banco Nacional Comum Curricular (BNCC), que foi homologado em 2018, é um documento de caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos, ao longo do Ensino Básico, deverão desenvolver, atribuindo competências e habilidades para seu desenvolvimento. Quando o BNCC trata do ensino da evolução biológica, dispõe da seguinte forma: “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o

funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (BRASIL, 2018).

A evolução biológica é tema que integra todos os ramos de conhecimento da Biologia (OLEQUES et al, 2011) como bem definido por Dobzhansky (1973) em sua célebre frase: “na Biologia nada faz sentido senão à luz da evolução”.

A compreensão da evolução biológica pode ser um ponto delicado para o docente de Biologia que, mesmo não intencionalmente, pode repassar o conteúdo com distorções, dificultando o processo de ensino-aprendizagem ou reforçando conceitos ligados ao senso comum, mesmo após anos de docência (CARNEIRO; DA ROSA, 2003).

Há ainda o componente da formação religiosa que pode ter recebido em casa ou em outras instituições, podendo se apresentar como um fator de dificuldade na aprendizagem e no ensino, gerando conflitos relacionados à sua crença pessoal ou de sua família (TEIXEIRA; ANDRADE, 2014). Esta dificuldade pode ser também reforçada pelos livros didáticos de Ensino Médio que trazem o tema Evolução Biológica apenas associando a uma comparação entre as ideias de Darwin e Lamarck (BERTRAN et al, 2011). O conjunto destes fatores que podem tornar a aprendizagem a um problema tendem a justificar as conclusões de trabalhos associados à área como o senso comum de que a evolução trata de melhorias e progresso (PORTO; FALCÃO, 2010).

Jogos de tabuleiro voltados à temática da evolução biológica resumem alguns eventos importantes como a seleção natural, uma vez que seu enfoque pode mudar a cada vez que for jogado, simulando cenários e conceitos (WEST, 2015). Segundo Almeida (2001) formas diferenciadas no processo ensino-aprendizagem ocorreram: abordagem tradicional no ensino de Ciências, criticada pelo fato do aluno utilizar apenas os órgãos dos sentidos e a “capacidade de concentração”, focando apenas na capacidade de armazenagem de informações; uma abordagem centrada nos processos, quando esse modelo de ensino consistia em utilizar o sistema indutivo através das práticas empiristas, pois considerava que o aluno conseguiria criar os conceitos a partir de práticas experimentais focando a percepção e pouco a reflexão; educação de Ciências de caráter holístico e investigativo, que prima pelo processo de (re)construção autônoma do conhecimento pelo aluno de uma forma global respeitando as características metodológicas de cada ciência, por isso, não apenas os aspectos cognitivos

estão envolvidos com o processo de construção do conhecimento, mas também os aspectos morais e afetivos que tanto podem contribuir quanto inibir este processo.

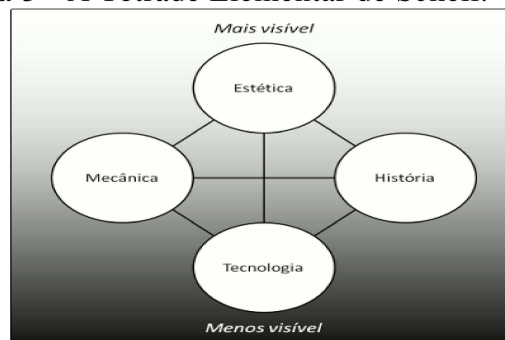
Nesta perspectiva, um jogo temático funciona tanto como reforço aos conceitos complexos do tema, quanto envolvendo construção superficial de conceitos importantes como a seleção natural recriando cenários e conceitos e ainda aproximar professor e aluno promovendo e melhorando o processo de ensino-aprendizagem de acordo uma proposta construtivista.

De forma geral experimentos em Biologia são complicados por vários motivos: custo de aquisição e manutenção de reagentes e aparelhagens, tempo de observação de organismos, complexidade de técnicas entre outros (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Nesse sentido, os jogos de tabuleiro podem ser uma alternativa para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que podem abranger tanto a historicidade de fenômenos naturais sugerido pelas OCEM (BRASIL, 2006) quanto podem criar um ambiente problematizador e desafiador podendo reforçar o conteúdo ou mesmo sanar dúvidas que eventualmente tenham surgido (CAMPOS et al, 2003; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

#### 1.4 A TÉTRADE ELEMENTAR DE SCHELL

A necessidade de se criar critérios para estabelecer qual jogo tem melhor definido objetivo sua utilização como ferramenta de ensino, contemplando as características da tétrede de Schell, que são os elementos necessários que se inter-relacionam para um bom jogo, conforme a figura 3. Todos os elementos trabalham em conjunto e, portanto, não existe nível de importância, desde que estejam em equilíbrio no jogo, teoricamente, visto que um jogo pode pender mais para cada um dos elementos (SCHELL, 2008).

Figura 3 - A Tétrede Elementar de Schell.



Fonte: Schell (2008).



### 1.4.1 Mecânica

De uma forma geral, a mecânica corresponde ao funcionamento do jogo e os meios pelos quais o jogador consegue atingir seus objetivos. Bons jogos possuem três qualidades importantes relativas às regras e aos objetivos: os jogos precisam ter objetivos claros sobre o que os jogadores precisam conquistar, ter chance em conquistar objetivos e as recompensas proporcionais à dificuldade em adquiri-los, sendo seis categorias descritas: espaço, objetos e seus atributos, ações, regras, habilidades e sorte (SCHELL, 2008).

### 1.4.2 História

Sequência de eventos que se desenrolam na partida ou servem de pano de fundo para justificar as mecânicas envolvidas no jogo. A ideia da história é reforçada pela estética e possui uma sequência de eventos contada de alguém para alguém. Essas histórias podem ser interativas (jogador é passivo e o desenvolvimento não depende de suas ações) ou não interativas (o jogador é definido pelo personagem e decide as ações dele) (SCHELL, 2008).

Quando o indivíduo recebe uma carga de estímulo que o prende à experiência, que pode estar atrelada a alguns fatores como embalagem, dicas de amigos, pesquisa *online* em fóruns ou através de outras plataformas virtuais como vídeos através do YouTube para ter conhecimento prévio do jogo, ele chega ao chamado de “gancho”, que mantém interesse e o foco.

### 1.4.3 Estética

A estética está relacionada ao modo como o jogo se apresenta ao jogador e como os órgãos dos sentidos do jogador estão respondendo aos estímulos, ajudando na imersão e no impacto e reforçará outros elementos do jogo. Os *designers* de jogos não dão tanta atenção à estética (SCHELL, 2008), assim como em apenas 10% dos artigos, palavras-chave e títulos, o termo “estética” aparece na conferência de 2003 da DiGRA (Associação de Pesquisa em Jogos Digitais) e abaixo de 4% em 2005 e 2007 (NIEDENTHAL, 2009). Ainda assim, esse quadrante é importante pois aumenta o valor endógeno do jogo, a imersão e a recompensa, bem como compensação de pequenas falhas no design do jogo. (SHELL, 2008).

É importante ressaltar que jogos compartilham certos atributos como formas, conteúdo, temas, com outras formas de arte e outras mídias que permitem comparação e

generalização. Desta forma, a estética de um jogo é uma expressão experimentada como prazer, emoção, sociabilidade, etc., sendo um artefato que permite aumentar a experiência de jogo. Diferentes autores associam a experiência dos jogos como sendo “diversão” (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004), “prazer” (LAUTEREN, 2002) ou mesmo associando as faculdades cognitivas e imaginativas com a estética (KIRKPATRICK, 2007).

#### **1.4.4 Tecnologia**

Refere-se aos materiais necessários para a confecção do jogo, tais como papel, tinta, peças plásticas e madeira, utilização de lasers e computadores para a produção de videogames, ou seja, a mídia necessária para a produção do jogo. A tecnologia pode ser diferenciada em dois tipos: a fundacional e a decoracional. A tecnologia decoracional está associada a uma melhor experiência, utilizando a parte funcional da tecnologia que seria chamada de tecnologia fundacional que, no caso dos jogos de tabuleiro, por exemplo, o papel corresponde à parte funcional e as tintas utilizadas na impressão corresponderiam à tecnologia decoracional (SCHELL, 2008).

### **1.5 OBJETIVOS**

#### **1.5.1 Objetivo Geral**

Propor guias de utilização de jogos de comerciais de tabuleiro, utilizando a gamificação como método de construção e reforço do conhecimento aplicado ao ensino e discussão de Evolução Biológica como exemplo de tema como estratégia de ensino e reforçador ou fomentadores da criação do conhecimento através de um novo modelo de laboratório.

#### **1.5.2 Objetivos Específicos**

Relacionar *gamificação* e suas vantagens enquanto metodologia ativa;

- Verificar a aplicabilidade dos jogos com a temática de evolução biológica;
- Identificar entre os jogos selecionados aqueles com potencial para construção do guia;
- Analisar os jogos de modo quantitativo e qualitativo;
- Propor um guia para cada jogo selecionado.

## 2 METODOLOGIA

Na primeira etapa foram compiladas bibliografias específicas sobre evolução biológica como tema integrador entre os conteúdos, sobre gamificação na educação e de seus benefícios e ainda da estrutura dos jogos através da tétrede de Schell.

A seguir foi efetuada a seleção dos jogos de tabuleiro com a temática de evolução biológica. Os jogos que tiveram potenciais de entrar na lista foram Linkage: a DNA Card Game (Editora Genius, 2014), Bios: Megafauna (Editora Sierra Madre Games, 2011), Fotossíntese (Editora Mandala Jogos, 2018), Cytosis (Editora Genius Games, 2017), Dominant Species (Editora GMT Games, 2010), Evolution (Editora North Star Games, 2014), Evolution: Climate (Editora North Star, 2016), Pandemia (Editora Devir Brasil, 2008), CO<sub>2</sub> (Editora Stronghold Games, 2012), Terraforming Mars (Editora Meeple Br Jogos, 2016). Destes, foram selecionados Fotossíntese, Cytosis, Pandemia, Evolution e Evolution: Climate devido à melhor relação do tema proposto com as ações realizadas durante a partida e a facilidade de aprendizado nas ações associados com o ensino voltado ao ensino médio. Todos os manuais foram analisados quanto à qualidade de sua introdução, bem como os elementos dos jogos, considerando tabuleiros e sua ergonomia, qualidade dos materiais utilizados na confecção do jogo ou a qualidade das informações científicas abordadas neles. Uma tabela de critérios foi construída (e será apresentada nos Resultados) levando em consideração ausência de erros conceituais, dinâmica de jogo, construção de estratégias, qualidade dos componentes e demais elementos necessários para analisar os jogos. A utilização dessa tabela construída pode servir como critério para escolha de jogos com qualquer temática. Para cada elemento foram selecionados 3 atributos e pontuados para formar um escore entre os jogos selecionados.

### 2.1 MECÂNICA

1. Sorte: o quanto os elementos aleatórios do jogo estão presentes.
2. Dificuldade: o quão complexas são as regras para se aprender.
3. Relevância para o fenômeno: se as mecânicas adotadas pelo designer fazem sentido na perspectiva do fenômeno biológico considerado no jogo.

## 2.2 HISTÓRIA

1. Relevância para o jogo: se a história do jogo escrita no manual é relevante durante a partida.
2. Conceitos científicos aplicáveis: se os conceitos científicos descritos no manual estão corretos e se são relevantes para a partida.
3. Desenvolvimento de introdução: se o manual descreve uma introdução do jogo e a qualidade da introdução.

## 2.3 TECNOLOGIA

1. Sofisticação dos elementos: se os elementos utilizados durante o jogo permitem imersão ou não.
2. Qualidade dos elementos: se os elementos possuem boa qualidade.
3. Diversidade de elementos: se os elementos utilizados durante o jogo possuem variedade de formas e materiais.

## 2.4 ESTÉTICA

1. Adequação ao tema: se as imagens utilizadas no jogo estão relacionadas com o tema adotado.
2. Ergonomia do jogo: como as imagens, textos e distribuição de espaço no jogo estão organizados de forma a serem confortáveis durante a partida.
3. Imersão: se o jogo permitiu atenção e foco na elaboração de estratégias durante a partida.

### 3 RESULTADOS

Uma vez que os critérios selecionados para escolha dos jogos resultaram em uma tabela e também a própria lista de critérios foi aplicada, a Tabela 1 representa dois resultados importantes dos objetivos específicos. Se por um lado indica o ranqueamento de cada um dos jogos escolhidos, a própria construção destes elementos, com base na Tétrade de Shell, é o resultado da avaliação dos jogos.

Quadro 1 - Apresentação dos três atributos elencados para cada um dos Elementos da Tétrade de Shell.

Elementos	Atributos	Fotossíntese	Dominant Species	Evolution	Evolution: Climate	Cytosis	Pandemia
MECÂNICA	Sorte	1	1	4	5	2	5
	Dificuldade	3	5	3	3	2	3
	Relevância para o fenômeno	2	5	5	5	5	5
HISTÓRIA	Relevância para o jogo	4	5	5	5	5	5
	Conceitos científicos aplicáveis	3	5	5	5	5	5
	Desenvolvimento de introdução	3	5	2	4	5	3
TECNOLOGIA	Sofisticação dos elementos	5	2	4	4	4	3
	Qualidade dos elementos	3	4	4	4	5	4
	Diversidade de elementos	4	4	4	4	4	3
ESTÉTICA	Adequação ao tema	3	5	5	5	5	5
	Ergonomia do jogo	5	4	5	5	5	5
	Imersão	4	3	3	4	3	5

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Apresentação dos três atributos elencados para cada um dos Elementos da Tétrade de Shell. Os valores de ranqueamento indicados para os jogos seis selecionados representam 1. leve, 2. médio leve, 3. médio, 4. médio pesado e 5. pesado. (Jogo Fotossíntese, Editora Mandala; Jogo Dominant Species, Editora GMT Game; Jogo Evolution, Editora North Star Games; Jogo Evolution Climate, Editora NorthStar Games; Jogo Cytosis, Editora Genius Game; Jogo Pandemia, Editora Z-Man Games).

## 4 GUIAS DE AULA

### 4.1 JOGO: FOTOSSÍNTESE

**Conteúdo:** Angiospermas e seu ciclo de vida.

**Aplicação:** 3 aulas.

**Objetivo:** relacionar o ciclo de vida de angiospermas com a dispersão das sementes.

O jogo (Figura 4) utiliza a mecânica de sistema de alocação de pontos de ação que consiste em utilizar determinados pontos preestabelecidos ou adquiridos, utilizando-os durante a rodada do jogador para realizar as ações.

Figura 4 - Foto descritiva da caixa do jogo Fotossíntese da Editora Mandala Jogos.



Fonte: Bodogami (2019).

A rodada consiste em duas fases: na primeira fase, o jogador recolhe pontos de luz (que são os pontos de ação) e na segunda fase o jogador utiliza-os para realizar as ações. As ações consistem em: comprar sementes, plantar as sementes, desenvolver as plantas e finalizar um ciclo de vida para conseguir pontos de vitória que variam de acordo com a posição da árvore no tabuleiro, no caso, áreas da floresta mais férteis fornecem mais pontos de vitória. (Figura 5).

Figura 5 – Vista superior do tabuleiro do jogo Fotossíntese evidenciando fichas que descrevem os pontos de vitória (circulados em rosa indicando os valores 12, 14, 18 e 22).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Ao final de cada turno, o sol gira marcando o início de um novo turno (Figura 6). O jogo termina quando o sol chega a um espaço antes do início após três voltas completas no tabuleiro totalizando dezoito rodadas na versão básica, podendo ter leves alterações nas regras para uma versão avançada.

Figura 6 – Vista superior do tabuleiro do jogo Fotossíntese indicando posicionamento do sol no tabuleiro (peça semicircular amarela apontada pela seta rosa).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O elemento “sorte” do jogo depende essencialmente das jogadas dos outros jogadores, ou seja, possui baixa aleatoriedade durante a partida pelas suas regras, o que torna o jogo gerenciável e estratégico, ainda que com regras simples (o manual possui apenas quatro páginas) e de fácil aprendizado. Entretanto ainda que o jogo utilize o nome

“Fotossíntese”, é apenas na primeira fase que se utiliza a luz para a captação dos pontos de ação, justificando o nome, mas possuindo pouca relação direta com o fenômeno. O manual traz uma pequena introdução do jogo:

O sol brilha intensamente no dossel da floresta e as árvores usam esta maravilhosa energia para crescer e desenvolver a sua bela folhagem. Semeie suas culturas com sabedoria e as sombras de suas árvores crescentes podem retardar seus oponentes, mas não se esqueça que o sol gira em torno da floresta. Bem-vindo ao mundo da fotossíntese, o jogo de estratégia verde! (HACH, 2017).

Desta forma, ainda que sucinta, a introdução no manual não apenas comenta brevemente como seria a partida e seu andamento, seja pela necessidade da luz em conseguir promover o desenvolvimento das árvores, sendo sua principal forma de nutrição, como sua interferência no desenvolvimento de outras plantas devido às sombras que podem ser projetadas dependendo do tamanho das árvores em questão.

Os componentes são de boa qualidade ainda que as árvores sejam feitas de papel podendo facilmente rasgar ou descolar, embora isso não interfira na imersão da partida (Figura 7).

Figura 7 – Árvores em 3D de diferentes jogadores reforçando a beleza do jogo.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A arte do jogo é bela com árvores em tridimensionais favorecendo a imersão e a beleza pela variedade de cores das árvores no tabuleiro. Após a partida, as árvores que não finalizaram seu ciclo de vida ficam no tabuleiro central e, ainda que não sejam em grande quantidade ou diversas, funcionam bem de acordo com a proposta do jogo, unindo design e beleza, sendo adequadas ao tema proposto envolvendo coleta de luz para a realização das ações. O tabuleiro pessoal adapta bem as árvores, sementes e os pontos de luz, não havendo confusão de espaços, assim como no tabuleiro principal onde há boa adequação para o sol e para a alocação das árvores e das sementes (Figura 8).



Figura 8 – Tabuleiro pessoal do jogador em Fotossíntese.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

**Objetivos de aprendizagem:** conhecer os processos de dispersão de sementes; relacionar as adaptações de altura com a dispersão das sementes; associar os benefícios de áreas com solo mais nutritivo com a estratégia do jogo; conhecer a ontogenia botânica; reconhecer a dificuldade da dispersão das sementes; relacionar os animais desenhados nas árvores com a dispersão de sementes.

**Material necessário:** Jogo Fotossíntese (Editora Mandala); lápis, borracha, papel para anotações

#### 4.1.1 Metodologia

**Primeira aula:** propõe-se aplicar o jogo após os alunos terem visto a aula de ciclo reprodutivo de angiospermas. Em seguida, a aplicação do jogo para que os alunos conheçam as relações de dispersão de sementes. Um questionário sobre o assunto de dispersão de sementes pode ser realizado com o objetivo de verificar conceitos prévios baseado no processo dedutivo. O professor explica o conteúdo de ciclo reprodutivo de angiospermas no sentido de conhecer o desenvolvimento da planta desde o momento da geração das flores, passando pelo processo de dupla fecundação na geração do endosperma e da semente, finalizando na germinação. Após a aula expositiva, sugere-se a aplicação de outro questionário para identificar conceitos prévios dos alunos sobre o assunto, preferencialmente, com uma abordagem dedutiva do tema.

**Segunda aula:** realização de um questionário sobre o tema que envolve relação de dispersão de sementes com a altura da árvore, a relação da luz com o crescimento da planta, estratégias de adaptação dos organismos combinando dispersão e ganho de luz e desenvolvimento da planta desde sua formação até sua morte. Nesta aula o professor pode organizar grupos para a aplicação do jogo, explicando as regras e o andamento da partida, onde os alunos deverão realizar anotações sobre o que observaram em relação à dispersão de sementes, tamanho de árvores e ganho de pontos de vitória associados com a área, sanando dúvidas, posteriormente, com o professor. Durante a partida, ocorrem disputas de espaço além da rápida multiplicação das plantas na tentativa de chegar ao centro, pois é o local onde os maiores pontos são adquiridos. Duas estratégias são geralmente utilizadas pelos jogadores: ou os jogadores multiplicam-se rapidamente até chegar ao centro sacrificando pontos de luz ou procuram multiplicar-se próximos das áreas das bordas do tabuleiro acelerando o ciclo de vida da planta para adquirir mais pontos de luz, adquirindo menor quantidade de pontos gerais e terminando a rodada, com o sol girando e iniciando a próxima rodada.

Desta forma, o professor pode questionar os alunos ao final da partida sobre as estratégias utilizadas e como isso refletiu na disposição e na diversidade das plantas em determinadas áreas além de explicarem a relação entre distância da dispersão das sementes com a altura das plantas e ainda questioná-los sobre os possíveis erros perceptíveis a eles. No jogo, alguns erros podem ser perceptíveis como o sol que gira ao redor do tabuleiro passando a falsa impressão que é o sol que gira em torno da Terra, a luz ser a moeda de troca na compra de sementes quando ela depende de outros elementos, a semente que no início de seu desenvolvimento não faz fotossíntese, a dispersão das sementes que não ocorre apenas caindo proporcionalmente à sua distância e, sim, através de aves que se alimentam de seus frutos e transportam essas sementes para outros locais, o problema da endogamia e de suas consequências se as plantas ficam próximas das outras, entre outros erros conceituais. Também pode se questionar por que esses elementos não foram inseridos no jogo. Nesta situação, o jogo não se propõe a ser exato em relação ao fenômeno biológico, mas sim fazer uma representação apropriando-se dos elementos principais, mesmo porque existe uma limitação física e material já que reações como a fotossíntese são complexas assim como a dispersão de sementes e sua integração com variabilidade genética e a endogamia.

**Terceira aula:** aula expositiva sobre a dispersão das sementes corrigindo os exercícios aplicados na aula anterior seria realizada e um teste diferente seria feito. Nesta aula

sugere-se uma atividade de pesquisa associando novas formas de dispersão de sementes e sua importância na variabilidade genética, conceituando endogamia e suas principais consequências na variabilidade genética das plantas e quais as possíveis consequências para o ecossistema local em caráter de apresentação em grupo para que haja discussão sobre o tema verificando se todas as plantas utilizadas no jogo correspondem às angiospermas ou não. O local de pesquisa pode ser sugerido pelo professor através de sites e artigos científicos associados com o tempo e disponibilizados pelo professor.

#### 4.1.2 Termos Conceituais Importantes Para Utilização Do Jogo

- **Angiospermas:** Grupo de plantas que produz embrião envolto da semente e fruto desenvolvidos pela fecundação das flores.
- **Dispersão de sementes:** Movimento de transporte de sementes para fora da planta mãe permitindo a conquista de novas áreas.
- **Endosperma:** Estrutura nutritiva do fruto desenvolvida a partir da dupla fecundação no ciclo reprodutivo de angiospermas.
- **Fotossíntese:** Fenômeno biológico de produção de açúcares usando a luz como fonte de energia.
- **Gene:** segmento de DNA que codifica um produto funcional como, por exemplo, uma proteína.
- **Gimnospermas:** Grupo de plantas que produz embriões envoltos da semente desenvolvidos pela fecundação do estróbilo.
- **Ontogenia botânica:** Estudo do desenvolvimento do organismo desde sua concepção até sua fase de amadurecimento e suas transformações.
- **Semente:** Estrutura desenvolvida a partir da fecundação de angiospermas e gimnospermas que contém nutrientes e o embrião.

#### 4.2 JOGO: DOMINANT SPECIES

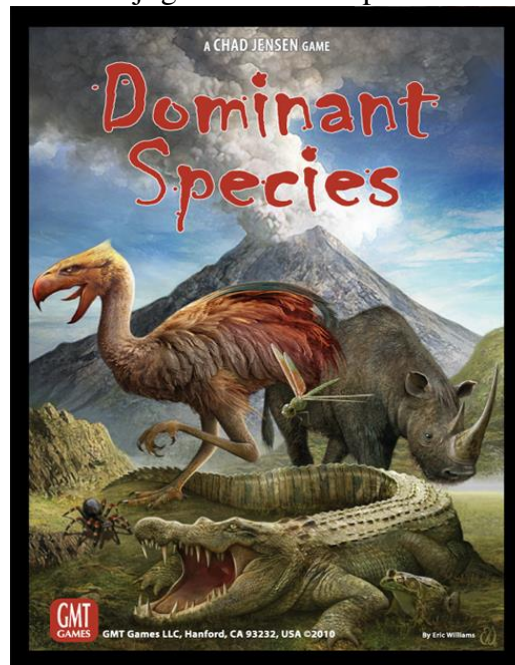
**Conteúdo:** Evolução biológica e seus mecanismos.

**Aplicação:** 5 aulas.

**Objetivo:** compreender os mecanismos dinâmicos da evolução biológica.

O jogo (Figura 17) possui mecânicas bem variadas como controle de área que significa para quem tem a maior quantidade de peças em uma área controla esta área; *card draft* que quer dizer que cartas são repassadas a outros jogadores e mantidas sob determinadas circunstâncias; movimento de grade, onde as peças do jogador podem se movimentar em múltiplas direções como no xadrez; tabuleiro modular, formado por pedaços que podem ser organizado de formas distintas de acordo com as regras, podendo possuir configurações diferentes; colocação de *tiles* (fichas), que compõem o tabuleiro do jogo e são colocadas utilizando ações de acordo com as regras do jogo; poderes variáveis entre os jogadores, nos quais as habilidades especiais de cada jogador variam de acordo com o personagem que possui ou, no caso do jogo, com o animal que ele representa, e alocação de trabalhadores como colocar peças específicas no tabuleiro de modo que se realizem as ações dos locais e que o jogador receba a recompensa do local.

Figura 9 - Capa da caixa do jogo Dominant Species da editora GMT Games.



.Fonte: Ludopedia (2015).

O funcionamento da partida consiste em três fases: planejamento, execução e *reset*. Durante a fase de planejamento, os jogadores, de forma alternada, alocam seus pinos em espaços do tabuleiro que representam os espaços de ação (Figura 10).

Figura 10 – Espaços de ação do jogo marcados com os pinos nos espaços de ação.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Durante a fase de planejamento, os jogadores, de forma alternada, alocam seus pinos em espaços do tabuleiro que representam os espaços de ação (Figura 11).

Figura 11 - Espaços de ação do jogo identificados com “olhos”.

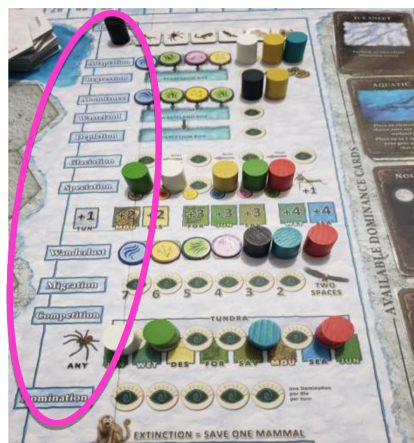


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Na fase de execução, em ordem do primeiro jogador, os jogadores realizam suas ações do espaço de ação correspondente ao local. São doze espaços: o espaço de iniciativa que muda o primeiro jogador; adaptação, que acrescenta formas diferenciadas de alimentos ao jogador e se sobrarem fichas de alimentos, estas irão para a próxima caixa de regressão, esta ação, por sua vez, indica que a ficha de elemento será perdida; abundância, esta ação permite

colocar fichas na ponta dos hexágonos para permitir a adaptação a uma determinada região, se sobrarem fichas neste espaço, as fichas de comida irão para a caixa de terreno baldio onde as fichas de comida sairão dos hexágonos, mas se o jogador colocar seu pino neste espaço de ação uma ficha de elemento será removida evitando a retirada de sua ficha correspondente do tabuleiro e, se ainda sobrarem fichas, estas irão para a caixa de esgotamento onde o jogador que colocar seu pino neste local, escolhe a retirada de uma ficha de elemento de uma região do tabuleiro; na glaciação, o jogador acrescenta fichas de tundra que tem como consequências ganhar pontos de vitória e indivíduos de uma espécie; especiação, onde o jogador aumenta a quantidade de organismos de acordo com o tipo de terreno onde está inserido; *wanderlust* (viagem) onde o jogador acrescenta nova peça de terreno e desloca parte ou todas as espécies para outra peça de tabuleiro (hexágono) para regiões disponíveis e recebe pontos de vitória; migração, onde o jogador desloca suas espécies em um espaço para fichas de terrenos adjacentes; competição, onde o jogador pode eliminar outras espécies no terreno pré-disponibilizado no tabuleiro e o cálculo para a dominação para receber pontos de vitória pré-disponíveis de acordo com a descrição nas fichas de terreno (Figura 12).

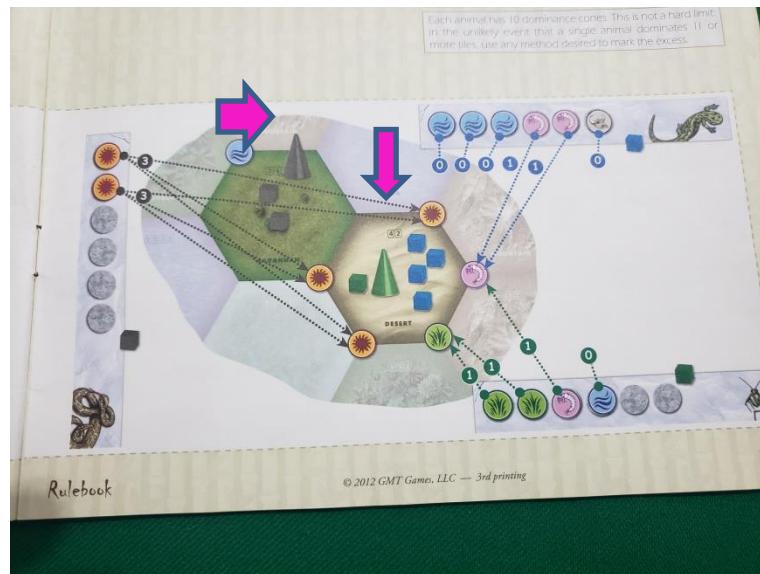
Figura 12 – Indicação dos nomes das ações (círculo rosa).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A dominação da área é calculada de acordo com o número de elementos que a espécie possui combinado com os elementos do terreno em questão, ou seja, quem tiver maior número de elementos que combinem com as fichas de elemento do ambiente dominará o terreno e esta será representada por um cone (Figura 13).

Figura 13 – Ilustração do manual demonstrando o cálculo de dominação de duas áreas (indicado pelas setas em rosa).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Somado a essas ações, existem cartas que são ativadas quando a ação de dominância é realizada e que são embaralhadas na preparação do jogo fornecendo certa aleatoriedade. Por último, a fase de *reset* ocorre após a fase de execução das ações quando fichas são retiradas ou transferidas para outras caixas de ações durante a partida, cartas que eventualmente foram utilizadas são repostas e fichas são recolocadas quando necessário.

O elemento “sorte” do jogo é baixo, uma vez que a partida é ativada de acordo com a colocação dos pinos e, portanto, a sorte fica sujeita apenas às cartas e à ação dos outros jogadores, assim, as ações podem ser planejadas baseadas na ação dos outros jogadores. É um jogo complexo, contudo, tanto nos conceitos quanto nas ações devido à realização e ao planejamento das ações ao longo da partida, ainda assim, as ações simulam elementos evolutivos como migração, adaptação e especiação, sendo relevante para uma aula sobre evolução e como outros eventos favorecem o controle da área e como pode ser perdido rapidamente devido à sua adaptação para alguns elementos simulando alimentos e suas adaptações a essas formas. O manual traz uma introdução que não apenas retrata o início da era glacial, como elementos evolutivos que possam favorecer sua adaptação e competindo com outras espécies. A figura 21 mostra o início do jogo tendo um panorama geral do tabuleiro após a preparação inicial.

90.000 a.C – Uma grande era do gelo está se aproximando rapidamente. Outro titânico esforço pela supremacia global involuntariamente iniciou-se entre as diferentes espécies animais. *Dominant Species* é um jogo que abstratamente recria uma pequena porção da história antiga: a penosa chegada de uma era do gelo e o que isso implica para as criaturas vivas tentando adaptar-se às lentas mudanças da Terra. Cada jogador assumirá o papel de uma das seis maiores classes animais – mamífero, réptil, pássaro, anfíbio, aracnídeo ou inseto. Cada um começa mais ou menos no estado de equilíbrio natural na relação com o outro. Mas não durará: é de fato ‘sobrevivência do mais apto’. Através de ações astutas de colocação de peões, os jogadores se esforçarão para se tornarem dominantes, o quanto possível, em várias fichas de terreno, de modo a clamar poderosos efeitos das cartas. Os jogadores também irão querer propagar suas espécies individuais de modo a ganhar pontos de vitória para seu animal particular. Os jogadores serão ajudados nesses esforços via ações de especiação, migração e adaptação, entre outras. Tudo isso, eventualmente, direciona para o fim da partida – a ascensão final da era do gelo – quando o jogador que acumulou mais pontos de vitória terá seu animal coroado à Espécie Dominante. Mas é melhor tornar-se dominante rapidamente, porque está ficando muito frio (JENSEN, 2010).

Figura 14 – Setup do jogo *Dominant Species*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Muitos conceitos científicos podem ser aplicados como a evolução por seleção natural, assim como o de cadeias alimentares, ainda que possam levar a uma falsa indução que a evolução ocorra por força de vontade do indivíduo, já que as adaptações ocorrem para que o organismo sobreviva ao ambiente e não que seja selecionado pelo mesmo, além disso, o manual confunde o conceito de “espécie” associando como “*pool* gênico” quando o conceito de *pool* gênico é “a soma de variações genéticas de uma população isolada reprodutivamente” e população seria “quando seus membros têm a capacidade de se reproduzir um com o outro em seu habitat natural, produzindo descendentes viáveis e férteis, sendo isolados



reprodutivamente de outros grupos de tal modo que não possam produzir descendentes viáveis e férteis com os membros de outras espécie” (BRAGA, 2013).

Os elementos do jogo são pouco sofisticados o que é indicado pelo manual que afirma que o jogo se propõe a ser um jogo abstrato, assim, os elementos geométricos constituem uma representação como a dominância de um terreno que é representado por um cone de madeira e as espécies são representadas por cubos de madeira podendo diminuir a imersão do jogo, ainda que sejam de primeira qualidade, além da diversidade de elementos ser alta variando entre cores, cones, fichas de tabuleiro e de elementos e cartas.

Ainda que o jogo se proponha a ser abstrato quanto aos elementos, visualmente é possível perceber as diferenças entre espécies e até a adaptação dos tipos de elementos em relação à classe animal que o jogador representa exigindo apenas um pouco de imaginação quanto às espécies já que, diferentemente do jogo Fotossíntese em que as árvores estão visualmente presentes, a exigência imaginativa não é alta, pois não existem variações entre as espécies da mesma classe cabendo a única diferença a cor entre as classes fornecendo uma boa ergonomia, entretanto os números de pontos nas fichas de terrenos, em alguns casos, podem ser difíceis de ver, atrapalhando a imersão do jogo apenas para ver qual o número em questão.

**Objetivos de aprendizagem:** conhecer as principais teorias e cientistas que propuseram os mecanismos de evolução, suas diferenças e equívocos; conhecer os mecanismos de evolução segundo a proposta de cada autor e sua respectiva teoria; estimular a autonomia discente através da pesquisa; estimular a abstração dos alunos reconhecendo as peças como organismos, recursos, populações e as ações como mecanismos evolutivos; promover a análise crítica do jogo e seus equívocos conceituais; reconhecer os fatores ambientais como determinantes no processo seletivo e adaptativo; conhecer o ambiente, fauna e flora existentes no período geológico respectivo ao contexto do jogo.

**Material necessário:** Jogo Dominant Species (Editora GMT Games); Bloco de anotações; caderno, lápis e borracha;

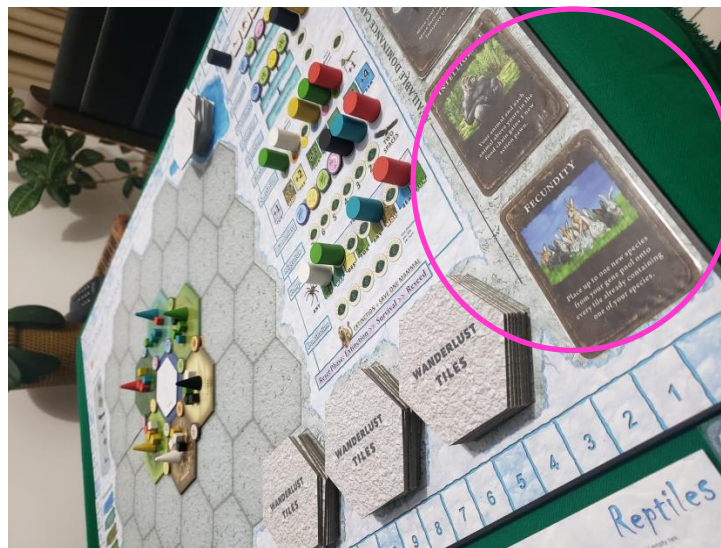
#### 4.2.1 Metodologia

**Primeira aula:** o professor dividirá a sala em grupos e cada grupo realizará uma pesquisa utilizando o livro didático e sites recomendados sobre a evolução biológica

propostas por Lamarck, Darwin, do Mutacionismo de Hugo De Vries e da Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo de Ernst Mayr e Theodosius Dobzhansky e que registre as principais ideias de cada proposta, além disso, o professor disponibilizará o texto traduzido de introdução do manual para que os alunos pesquisem tanto os animais que viveram na mesma época como o contexto ambiental. Cada grupo deverá entregar, também, um trabalho escrito. O professor selecionará um representante para cada grupo que deverá apresentar as principais propostas para cada vertente de pensamento evolutivo e corrigir as propostas, se necessário.

**Segunda e terceira aula:** A partir dessa pesquisa, o jogo seria aplicado, preferencialmente, no contraturno, pois possui duração longa (cerca de 4 a 5 horas, porém o professor pode adequar o tempo que achar conveniente seja durante a partida com as regras normais ou diminuindo a quantidade de cartas de dominância para um jogo mais rápido dependendo do andamento da partida, para adiantamento, é sugerido tutorial para os alunos terem familiarização, como por exemplo: <https://www.youtube.com/watch?v=KJOXD6bococ>, (Figura 15).

Figura 15 – Foto superior parcial do tabuleiro indicando cartas de dominância em seu espaço no tabuleiro circulado em rosa.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Durante a partida, os jogadores registram os eventos que julgarem lamarckistas, darwinistas, mutacionistas ou neodarwinistas durante o jogo através de uma tabela sugerida (Tabela 2).

**Quarta e quinta aula:** Nas duas aulas seguintes e finais, o professor explicaria o conteúdo de forma teórica abrangendo os conceitos da evolução biológica em conformidade com o jogo e estabelecendo conceitos equivocados do jogo acerca das transformações dos seres vivos e de seus mecanismos de adaptação ao ambiente.

As avaliações consistiriam na pesquisa dos autores proponentes da evolução biológica e da tabela preenchida no momento da partida

Quadro 2 – Relação das propostas evolutivas em relação às ações do jogo.

AÇÕES	LAMARCKISMO	DARWINISMO	MUTACIONISMO	NEODARWINISMO
Adaptação				
Regressão				
Abundância				
Wasteland				
Deleção				
Glaciação				
Especiação				
Wanderlust				
Migração				
Competição				
Dominação				

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

#### 4.2.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo

- **Deriva genética:** Mecanismo de alteração das características de uma população devido a ações aleatórias.
- **Darwinismo:** Conjunto de propostas feitas por Charles Darwin sobre os mecanismos evolutivos de descendência com modificação por seleção natural.
- **Evolução biológica:** Em um sentido mais amplo, entende-se evolução como transformação e, de modo mais restrito, a mudança das propriedades das populações e essas mudanças são herdáveis pelo material genético.
- **Migração ecológica:** Movimento de organismos entrando ou saindo de uma determinada localidade.

- **Mutação:** alteração súbita do material genético de um indivíduo que, embora não possua relação com seus ascendentes, é possível ser herdada por seus descendentes.
- **Mutacionismo:** Teoria evolutiva baseada nas ideias de Hugo de Vries acerca dos mecanismos de variabilidade que ocorrem principalmente por mutações espontâneas e aleatórias no código genético.
- **Neodarwinismo:** Teoria evolutiva que unifica as teorias evolutivas com o conhecimento genético
- **Seleção natural:** Reprodução diferencial em função das variações na capacidade de sobrevivência de populações de uma espécie em um determinado ambiente.

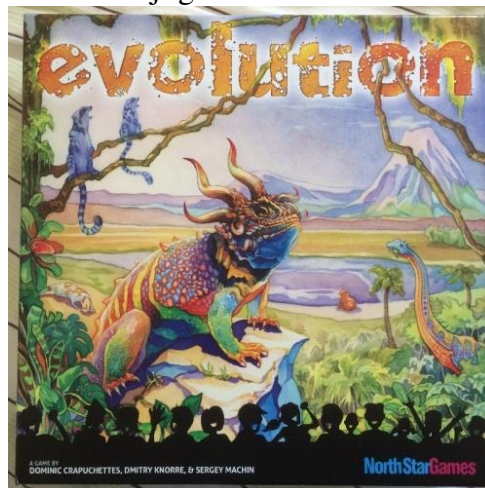
#### 4.3 EVOLUTION

**Conteúdo:** Cadeias alimentares.

**Aplicação:** 3 aulas.

**Objetivo:** Compreender as relações ecológicas e entender o ambiente como fator importante no processo evolutivo.

Figura 16 – Capa da caixa do jogo Evolution da editora North Star Games.



Fonte: Ludopedia (2014).

Mecanicamente o jogo (Figura 16) utiliza sistema de alocação de pontos de ação cujas cartas são utilizadas para a realização de ações; gerenciamento de mão, o jogador decide se deve jogar uma carta ou mantê-la dependendo das circunstâncias da partida; “press your luck”, que corresponde a uma mecânica na qual o jogador realiza ações repetidas decidindo

continuar ou parar correndo risco de sofrer perda de pontos; desenvolvimento de unidade secreta, quando os jogadores controlam uma informação escondida para posteriormente revelá-la; simulação, o jogo tenta recriar uma situação ou modelo real; seleção de ações simultâneas, quando os jogadores realizam suas ações secretamente para, na revelação, resolvê-las de acordo com as regras e “take that” que corresponde à mecânica de impedir o progresso do outro jogador ou impedir a realização da ação dele.

Figura 17 – Elementos do jogo Evolution.



Fonte: North Star Games (2019).

O jogo possui cinco fases: dar cartas, quando o jogador recebe cartas, somadas à quantidade de espécies que possui; selecionar comida, quando os jogadores disponibilizam a comida através das cartas, porém estas cartas não são reveladas nesta fase; jogar cartas, quando o jogador cria novas características, cria uma nova espécie ou aumenta o tamanho do corpo ou da população; revelar comida que é a quantidade total de comida disponibilizada na fase “selecionar comida” e, por último, alimentação, quando os jogadores alimentam uma de suas espécies por vez, de modo alternado. Eventualmente, espécies podem ser eliminadas se a população chegar a zero e, a partir desse fenômeno, o jogador recebe uma nova ficha de espécie, recebe novas cartas de acordo com o número de cartas da espécie extinta e recomeça. O jogo termina quando a pilha de cartas acabar ou quando não houver cartas suficientes para repor espécies extintas. Na figura 18, há um exemplo de como seria uma espécie. Cada espécie possui apenas 3 características não repetidas.

Figura 18 – Exemplo de uma espécie do jogo composta pelas características (cartas) e a ficha da espécie indicando a população (cubo verde) e o tamanho do corpo (cubo marrom).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O elemento sorte do jogo é alto, pelo fato de utilizar cartas e ao seu ordenamento no embaralhamento, entretanto a sorte pode ser mitigada pelo gerenciamento de mão quando o jogador define o momento de manter ou jogar as cartas de acordo com a sua estratégia definindo a hora de baixar cartas ou de mantê-las, baseado no contexto das características das espécies dos outros adversários seja numa tentativa de se proteger contra ataques dos jogadores ou de achar uma oportunidade de criar carnívoros e de atacar outras espécies.

As regras são simples e de fácil aprendizado contendo a seguinte introdução:

Nosso planeta está fervilhando com vida! Há mais de 8 milhões de espécies únicas de animais na Terra. Darwin sugere que esta incrível biodiversidade compartilha um ancestral comum. Animais melhores adaptados ao seu ambiente são mais prováveis de sobreviver e passar seus traços à sua descendência. Ao longo de milhões de gerações, este processo iterativo de seleção natural liga à incrível variedade de vida que nós achamos em nosso planeta (CRAPUCHETTES; KNORRE; MACHIN, 2014).

Este texto transmite a ideia que o jogo recria as ideias evolutivas em relação à seleção natural e ancestralidade comum, ainda que durante a partida, novas características são acrescentadas às espécies para melhor adaptação ao contexto do ambiente, ou no caso, no contexto da partida, pois as espécies recebem características, representadas pelas cartas, para se protegerem contra a hostilidade do ataque de carnívoros, e ainda, novas espécies são formadas pelo descarte de uma característica de uma espécie, entretanto, a nova espécie não

recebe essa característica como forma de indicar ancestralidade de grupos. Conforme novas espécies vão surgindo, as espécies anteriores podem ser extintas de acordo com as características que possuem, por exemplo, novos carnívoros podem surgir com atributos que permitem que um herbívoro, que anteriormente estava estável e agora foi caçado e, possivelmente, eliminado. Deste modo, ainda que sutilmente, pode-se observar o processo de seleção natural tanto na eliminação de herbívoros por carnívoros assim como carnívoros que não conseguem alimentar-se devido a alguma estratégia comportamental ou física dos predados. Os elementos possuem excelente qualidade e são sofisticados para o tema que é complexo, envolvendo muitas informações escritas nas cartas, assim como há alta diversidade de tipos de cartas (17 tipos diferentes). O jogo, entretanto, está todo em inglês o que dificulta o acesso, já que existe dependência de entender outro idioma para jogar, mas é possível encontrar a tradução dos textos das cartas na internet, ou interligar com aulas de inglês da mesma escola.

A representação das cartas e seus respectivos textos são adequados, embora as letras sejam pequenas, o que pode atrapalhar a imersão (Figura 19).

Figura 19 – Amostra de cartas do jogo.



Fonte: Sprites And Dice (2019).

Outro fator que pode desfavorecer o jogo, dependendo do perfil do jogador, é a necessidade de ler as cartas constantemente, pois ter uma certa quantidade de cartas na mão e ter que lembrar todos os atributos descritos, assim como das espécies em mesa dos outros jogadores para saber qual carta certa jogar pode ser exaustivo.

**Objetivos de aprendizagem:** conhecer os aspectos teóricos e conceituais da cadeia alimentar; reconhecer, através dos jogos, o processo de seleção natural; reconhecer o processo seletivo como fator de modificação das características do meio ao longo do tempo; estimular a autonomia do aluno através da pesquisa; reconhecer o ambiente como fator de influência no processo de adaptação.

**Material necessário:** Jogo Evolution (Editora North Star Games); lápis, borracha, caneta e caderno para anotações

#### 4.3.1 Metodologia

Para a utilização do jogo, é necessário que o professor utilize a tradução das cartas, disponível no fórum da Ludopedia: [https://storage.googleapis.com/ludopedia-anexos/evolution\\_descricao\\_das\\_cartas\\_em\\_port\\_73530.pdf](https://storage.googleapis.com/ludopedia-anexos/evolution_descricao_das_cartas_em_port_73530.pdf). Este site é um banco de dados de jogos e troca de informações sobre o mundo dos jogos de tabuleiro.

**Primeira aula:** o professor faz uma aula expositiva sobre cadeias e teias alimentares discutindo pontos associados à transferência de energia e matéria e conceitos como espécie e população atrelados ao processo de seleção, exemplificado através de imagens, e permitindo que os alunos deduzam a seleção natural sem falar dela. Os processos adaptativos no ambiente selvagem são importantes, pois fornecem vantagem no ataque ou na defesa dos animais em questão. Desta forma, o jogo pode ser uma boa oportunidade para mostrar as relações adaptativas e as relações interespecíficas interferindo na capacidade de se alimentar de outro organismo.

**Segunda aula:** aplicação do jogo. Durante a partida, os alunos anotam as espécies e suas características, seja na mudança da característica da espécie ou da inserção de uma nova espécie, seja nas características na redução populacional por meio da predação ou da falta de alimentos ou mesmo extinção. O objetivo é fazer uma linha do tempo das espécies durante toda a partida, ao longo das rodadas e observar as mudanças dos seres vivos pelo tempo.

**Terceira aula:** o professor forma grupos e seleciona cartas para os grupos discutirem, dentro de uma perspectiva ecológica, sobre vantagem e desvantagem do atributo



em questão e apresentam um trabalho escrito e uma apresentação oral de caráter informativo para a discussão dessas características. Esta apresentação e o trabalho escrito corresponderiam às avaliações dos grupos.

#### 4.3.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo

- **Cadeia alimentar:** Relação de matéria e energia entre os seres vivos através da alimentação.
- **Comunidade:** Conjunto de indivíduos de populações diferentes.
- **Ecossistema:** Corresponde a interferência dos fatores bióticos em relação aos bióticos.
- **Espécie:** Membros de populações que tem potencial de cruzar, sendo reprodutivamente isoladas de outras populações.
- **Habitat:** Local onde o organismo vive e que pode incluir outros organismos ou mesmo o meio abiótico.
- **Nicho ecológico:** Maneiras de como a tolerância e a necessidade definem as condições de vida de uma espécie de modo que essa espécie possa realizar sua função na comunidade.
- **População:** Conjunto de indivíduos de mesma espécie e que ocupam um espaço e funcionam como uma parte de uma comunidade biótica.
- **Predação:** Relação interespecífica desarmônica onde os organismos alimentam-se dos outros com o objetivo de retirar os nutrientes.
- **Relação intraespecífica desarmônica:** Relação entre indivíduos de mesma espécie onde pelo menos um tem prejuízo.
- **Relação intraespecífica harmônica:** Relação entre indivíduos de mesma espécie onde pelo menos um possui benefício.
- **Relação interespecífica desarmônica:** Relação entre indivíduos de espécies diferentes onde pelo menos um tem prejuízo.
- **Relação interespecífica harmônica:** Relação entre indivíduos de espécies diferentes onde pelo menos um possui benefício.

- **Seleção natural:** Reprodução diferencial em função das variações na capacidade de sobrevivência de populações de uma espécie em um determinado ambiente.
- **Teia alimentar:** Conjunto de cadeias alimentares onde organismos podem assumir diferentes níveis tróficos.

#### 4.4 EVOLUTION: CLIMATE

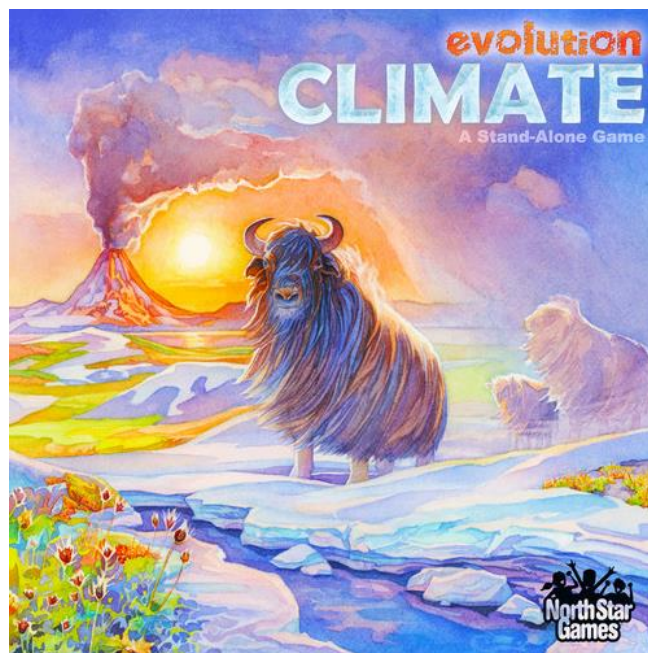
**Conteúdo:** biomas.

**Aplicação:** 4 aulas.

**Objetivos:** Compreender o ambiente como fator importante e dinâmico no processo seletivo dos seres vivos; reconhecer os organismos atuais como resultantes de um processo de adaptação em dado contexto histórico.

Este jogo (Figura 20) possui sistema de alocação de pontos de ação, gerenciamento de mão, “press your luck”, desenvolvimento de unidade secreta, simulação, seleção de ações simultâneas e “take that”, que corresponde à mecânica de impedir o progresso do outro jogador ou de impedir que ele realize sua ação.

Figura 20 – Capa da caixa do jogo Evolution: Climate da editora North Star Games.



Fonte: Ecommerce Software By Prestashop (2019).

As fases da rodada são fase de dar cartas selecionar comida onde os jogadores recebem quatro cartas acrescida de uma carta para cada espécie que seja sua, fase de selecionar cartas que definirá a quantidade de comida para aquela rodada, fase de jogar cartas que permitirá aos jogadores criarem novas espécies, modificarem as características de suas espécies seja acrescentando novas cartas ou substituindo-as e mesmo aumentando a população e o tamanho do corpo, modificar o ambiente que promove mudanças nas características do jogo como quantidade de alimentos e mesmo a sobrevivência em frio ou calor extremos e, por último, a fase de alimentar as espécie, onde herbívoros e carnívoros comerão. A única fase diferente em relação ao Evolution é a fase de mudar o ambiente.

Figura 21 – Visão superior do tabuleiro de clima e seu marcador (circulado em rosa), cartas de clima (superior) e de características de espécies (inferior).



Fonte: Café (2017).

Nesta fase, durante o andamento do jogo, o marcador pode mudar e alterar a quantidade de comida do local, para mais ou para menos, e ativar as cartas que estejam no local que possuem consequências, que estão descritas nelas e que alteram, entre outras coisas, a população das espécies, podendo, facilmente, levar à extinção de grupos. mostra o tabuleiro do clima e cartas de evento (cartas de clima) e algumas cartas de características de espécies.

Figura 22 – Setup do jogo Evolution: Climate.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Para a fase de alimentação cada espécie é alimentada uma vez, seguindo de modo alternado, incluindo os carnívoros, desde que possua um alvo legal para ataque.

O elemento sorte no jogo é maior tanto pela maior quantidade de cartas quanto pela variedade, além das cartas de evento de clima (30 no total), mas a sorte pode ser controlada de acordo com a partida, pois é baseada nas cartas de outros jogadores, além disso, o marcador de clima sobe apenas uma vez de acordo com símbolos presentes nas cartas, ou seja, o jogador não apenas sabe o que vai acontecer como ele pode prever quando acontecerá de as cartas serem ativadas. Mesmo que haja essa fase extra, continua sendo um jogo fácil de ser aprendido, ainda que possa ser mais punitivo pelas cartas de clima, o que torna o conceito de seleção natural ainda mais perceptível uma vez que há cartas que previnem contra eventos catastróficos extremos de calor ou de frio.

Nosso planeta está fervilhando com vida. Há mais de 8 milhões de espécies de animais na Terra e pelo menos tanto quanto de espécies vegetais. A teoria da evolução de Charles Darwin sugere que a incrível diversidade compartilha um

ancestral comum. Espécies evoluem em gerações porque indivíduos melhores adaptados aos seus ambientes são mais prováveis a sobreviver e passar seus traços. Ao longo de milhões de anos, a natureza selecionará os animais melhores adaptados a estender seus ramos de sua árvore evolucionária. Flutuações no clima são um dos maiores motores da mudança evolucionária, podem afetar cada aspecto do ecossistema, da vida das plantas aos predadores. As maiores espécies podem perecer em climas quentes porque elas têm dificuldades dissipando calor. De modo parecido, pequenas espécies têm dificuldade em manter o calor durante tempos de extremo frio. “Evolution: Climate” modela esse fenômeno, pois incorpora mudanças no ecossistema dinâmico do jogo (CRAPUCHETTES; KNORRE; MACHIN, 2016).

Neste sentido, o jogo evidencia mais significativamente de seleção natural já que as cartas de evento de clima são punitivas a ponto de extinguir um número grande de indivíduos não adaptados, quando não todos, tanto para o frio extremo quanto para o calor extremo, tornando as características das espécies dinâmicas ao longo da partida. Entretanto ainda que o ambiente seja fator decisivo, os elementos de inserção de novas características ainda estão presentes no jogo podendo levar à inferência *lamarckista* do surgimento de novas características.

Os elementos do jogo são sofisticados a ponto de permitir a imersão, pois conta com grafismos de animais referenciando a característica a um animal em questão. A boa qualidade do jogo segue o mesmo padrão de Evolution, porém com maior diversidade de cartas, um novo tabuleiro para as cartas de clima e um marcador que indica o clima da rodada, alterando a quantidade de comida para mais ou para menos.

**Objetivos de aprendizagem:** conhecer a biodiversidade do planeta através do conteúdo de biomas; identificar o processo seletivo através do jogo que configure as características dos indivíduos através da adaptação ;reconhecer o processo de seleção natural através do jogo; conhecer a proposta de seleção natural; reconhecer o contexto histórico que levou Darwin a propor o processo de seleção natural como um dos agentes transformadores do ambiente.

**Material necessário:** Jogo Evolution: Climate (Editora NorthStar Games), lápis, borracha, caneta e caderno para anotações e equipamento multimídia. Para a aplicação do jogo, o professor conseguirá a tradução das cartas através do site da Ludopedia: [https://storage.googleapis.com/ludopediaanexos/evolution\\_climate\\_paste\\_up\\_das\\_cartas\\_em\\_pt\\_br\\_116234.pdf](https://storage.googleapis.com/ludopediaanexos/evolution_climate_paste_up_das_cartas_em_pt_br_116234.pdf).

#### 4.4.1 Metodologia

**Primeira e segunda aula:** Para proposta de uso deste jogo, sugere-se a aplicação do conteúdo de biomas. Em geral, os materiais didáticos apenas descrevem as características do ambiente relacionadas à fauna e à flora, mas não relacionam o ambiente ao processo seletivo das características, desta forma, o jogo pode ser uma boa alternativa para mostrar o processo adaptativo dos organismos ao ambiente. O professor trabalha nestas duas aulas o conteúdo de biomas, dentro da perspectiva dos materiais didáticos, que é apenas descritivo. A partir disso, algumas abordagens instigadoras podem ser feitas através de questionamentos associando as características dos organismos em relação ao ambiente onde estão inseridos.

**Terceira aula:** o jogo é aplicado e os questionamentos poderiam ser associados como forma de explicar a variedade de organismos no ambiente onde estão inseridos. É possível que o termo “seleção natural” possa aparecer como resposta dos alunos durante a partida. Assim, o professor pediria para os alunos realizarem uma pesquisa através de artigos e livros sobre Charles Darwin e seu processo de seleção natural dentro do contexto histórico que foi construído.

**Quarta aula:** os alunos apresentariam o resultado das pesquisas para o grupo quando o professor poderia corrigir eventuais equívocos de conceitos ou históricos.

#### 4.4.2 Termos conceituais importantes para a utilização do jogo

- **Cadeia alimentar:** Relação de matéria e energia entre os seres vivos através da alimentação.
- **Comunidade:** Conjunto de indivíduos de populações diferentes.
- **Ecossistema:** Corresponde a interferência dos fatores bióticos em relação aos bióticos.
- **Espécie:** Membros de populações que tem potencial de cruzar, sendo reprodutivamente isoladas de outras populações.
- **Habitat:** Local onde o organismo vive e que pode incluir outros organismos ou mesmo o meio abiótico.

- **Nicho ecológico:** Maneiras de como a tolerância e a necessidade definem as condições de vida de uma espécie de modo que essa espécie possa realizar sua função na comunidade.
- **População:** Conjunto de indivíduos de mesma espécie e que ocupam um espaço e funcionam como uma parte de uma comunidade biótica.
- **Predação:** Relação interespecífica desarmônica onde os organismos alimentam-se dos outros com o objetivo de retirar os nutrientes.
- **Relação intraespecífica desarmônica:** Relação entre indivíduos de mesma espécie onde pelo menos um tem prejuízo.
- **Relação intraespecífica harmônica:** Relação entre indivíduos de mesma espécie onde pelo menos um possui benefício.
- **Relação interespecífica desarmônica:** Relação entre indivíduos de espécies diferentes onde pelo menos um tem prejuízo.
- **Relação interespecífica harmônica:** Relação entre indivíduos de espécies diferentes onde pelo menos um possui benefício.
- **Seleção natural:** Reprodução diferencial em função das variações na capacidade de sobrevivência de populações de uma espécie em um determinado ambiente.
- **Teia alimentar:** Conjunto de cadeias alimentares onde organismos podem assumir diferentes níveis tróficos.

#### 4.5 CYTOSIS

**Conteúdo:** Citologia.

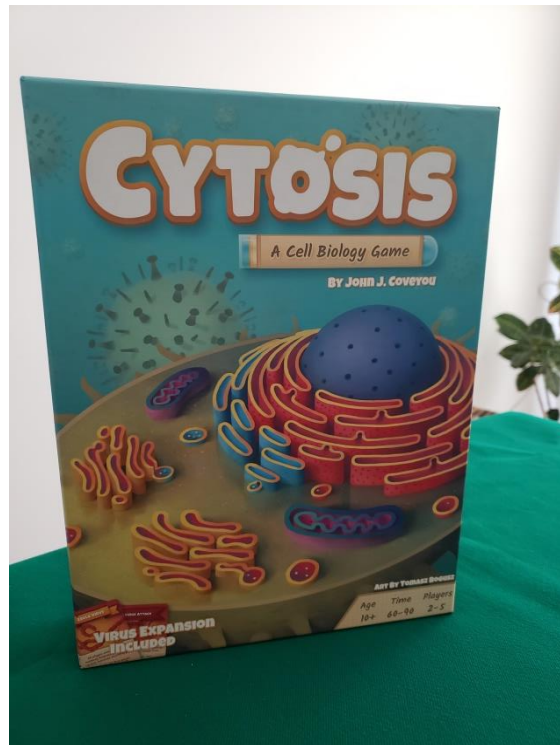
**Aplicação:** 4 aulas.

**Objetivo:** Compreender o dinamismo celular frente ao seu metabolismo e suas diferenças em relação a células procariontes.

O jogo utiliza uma mecânica conhecida como “press your luck” e algumas novas mecânicas: “set collection”, que é quando o jogador recebe benefícios de acordo com uma

coleção específica de cartas e alocação de trabalhadores, onde o jogador coloca peças em espaços no tabuleiro nos quais ele realiza as ações, podendo variar em outros jogos.

Figura 23 – Capa do jogo Cytosis da editora Genius Games.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O jogo funciona em duas etapas: na primeira fase ocorre a colocação de frascos (Figura 24) e na segunda etapa ocorre a revelação de uma carta de evento e o restabelecimento do tabuleiro. Na fase de colocar frascos, o primeiro jogador começa colocando um frasco disponível no tabuleiro e retirando os recursos correspondentes e, em seguida, o próximo jogador coloca um frasco e retira o recurso correspondente ao local e assim por diante até que todos os jogadores tenham colocado suas peças no tabuleiro e retirados seus recursos. Na fase de revelação da carta de eventos, uma carta é revelada e seus efeitos aplicados, podendo ser duradouros pela rodada ou imediatos. Essa carta pode ter efeitos benéficos ou punitivos. Após a fase de revelação e de resolução da carta de evento, é feito um “refresh”, uma limpeza nas cartas disponíveis e nas peças de frascos utilizadas durante a rodada anterior.



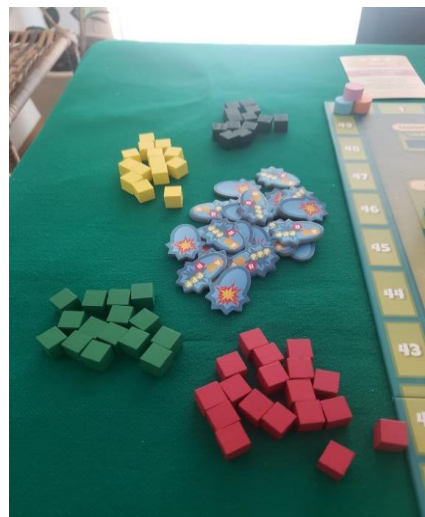
Figura 24 – Alocação dos marcadores.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O jogo funciona por pontos que são obtidos através de cartas que podem ser compradas durante a partida e “completadas”, de acordo com os recursos exigidos em cada carta. As cartas exigem do jogador alguns recursos como proteínas, carboidratos e lipídios. Os recursos disponíveis no jogo são: carboidratos, lipídios, proteínas, ATP e RNA mensageiro (RNAm) podem ser vistos na figura 25.

Figura 25 - Recursos usados no jogo (proteínas em vermelho, RNAm em preto, carboidrato em verde, lipídios em amarelo e as fichas de ATP).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O elemento sorte do jogo é pequeno, tendo em vista que a estratégia é feita de acordo com as cartas compradas durante a partida para a produção de pontos, por isso, a sorte consiste basicamente das cartas que são colocadas ao final de cada rodada. As regras são simples, mecanicamente, mas envolvem alguns detalhes no cumprimento de cartas, o que requer certa atenção, já que algumas cartas apenas podem ser cumpridas em locais específicos do tabuleiro e algumas bonificações de cartas cumpridas pelos adversários podem favorecer outros jogadores. Os aspectos mecânicos do jogo funcionam adequadamente ao funcionamento de uma célula. Se o jogador quiser recursos de proteína ou ele a consegue através de cartas ou precisa sintetizá-la usando RNAm nos ribossomos, assim como se quiser sintetizar uma proteína complexa como um hormônio, deverá alocar os recursos necessários para uma vesícula do Complexo de Golgi e eliminá-lo por exocitose e ganhar pontos por isso e até produzir enzimas completando cartas específicas em ribossomos livres (Figura 26).

Figura 26 – Região de síntese de compostos (círculo vermelho para síntese de proteínas, rosa para síntese de lipídios) encapsulamento dos compostos (azul para o complexo de Golgi) e secreção (círculo verde).



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

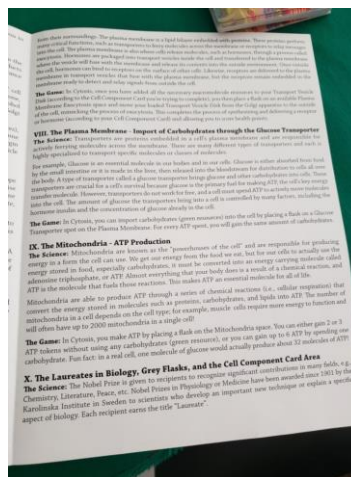
Existem algumas inconsistências funcionais como produzir açúcares gastando ATP na membrana plasmática, já que a maioria das células transporta a glicose por difusão facilitada (MACHADO, 1998), entretanto o jogo representa bem o funcionamento geral de uma célula desde a citada síntese proteica na produção de hormônios e enzimas até a eliminação de substâncias e bonificações de cartas de receptores para hormônios quando um hormônio é sintetizado.

O jogo não traz uma introdução no manual, mas um sumário do que é e do que trata:

Cytosis é jogo de alocação de trabalhadores que tem por lugar o interior de uma célula humana. Os jogadores iniciam com um número de frascos e, em seus turnos, colocam um de seus frascos em qualquer local disponível dentro da célula. Algumas localizações fornecem recursos aos jogadores (ex. RNAm, ATP) e algumas permitem ações (por exemplo, conversão de recursos, coletar cartas). Recursos são usados para construir enzimas, hormônios ou receptores, quando farão Pontos de Saúde. O jogador com mais Pontos de Saúde ao fim da partida vence (COVEYOU, 2016).

Adicionalmente, o jogo traz um conteúdo extra como informações técnicas relevantes tanto da importância quanto do funcionamento da célula, a explicação da ação do local e mesmo a citação de importantes cientistas que contribuíram com o ramo da Biologia como Beadle e Tatum, sobre como os genes estão relacionados com a atividade proteica, e Watson, Crick e Wilkins, sobre a descoberta da estrutura da molécula de DNA, entre outros nomes importantes (Figura 27).

Figura 27 – Folha complementar do jogo com conteúdo adicional teórico sobre funções das organelas e sobre os laureados e suas pesquisas.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Ainda que alguns recursos sejam em formatos de cubo (no caso de proteínas, carboidratos, lipídios e RNAm), ficam claras as relações de produção e qual estrutura responsável, pois estão descritas, através de representações gráficas no tabuleiro, as ações ou as relações de trocas de recursos e em que proporção necessária para a ação em questão, ou seja, o jogo é todo deduzível não requerendo grandes níveis de abstração. A qualidade dos componentes é boa e a diversidade de elementos varia nas cartas (43 cartas no total sendo 7 tipos diferentes). Os recursos proteínas, carboidratos, lipídios e RNAm são formados por cubos em cores diferentes, mas o ATP é formado por uma ficha assim como as vesículas.

O tabuleiro é uma grande célula humana geral disposta e organizada internamente em organelas, dispostas conforme aparece em livros didáticos, assim como os espaços para colocar os frascos que não se confundem, nem são pequenos demais, fornecendo uma boa ergonomia, assim como a disposição das organelas posicionadas de acordo com cada função (Figura 28).

Figura 28 – Vista superior do tabuleiro do jogo Cytosis.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Ao longo da partida, o jogo mostra o dinamismo da célula, no sentido de funcionamento, favorecendo a imersão estratégica e como cada organela se comunica para a produção de, por exemplo, um hormônio proteico: produzem-se proteínas no retículo endoplasmático rugoso, onde os recursos são colocados sobre a ficha de vesícula que serão encaminhados para o complexo de Golgi e eliminados da célula ganhando os Pontos de Saúde (pontos de vitória) correspondentes da carta.

**Objetivos de aprendizagem:** promover o aprendizado de citologia através dos conceitos gerais abordados no jogo; estimular a cooperação de grupos; estimular a autonomia do estudante na construção de seu conhecimento acerca do assunto.

**Material necessário:** Jogo Cytosis (Editora Genius Games), lápis, borracha, caneta, papel para anotações e a tabela de organelas (Tabela 4).

#### 4.5.1 Metodologia

**Primeira aula:** o professor aplica o jogo diretamente, pois ele ilustra as funções da célula através das ações do jogo. O professor, então, separaria a sala em grupos e cada aluno preencheria, durante a partida, uma ficha referência contendo as organelas celulares. A tabela 4 corresponde a um modelo de tabela conceitual a ser utilizada pelo professor.

Quadro 3 – Relação entre organela, função e posição na célula.

ORGANELA/ESTRUTURA	FUNÇÃO	POSIÇÃO NA CÉLULA
RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO		
RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO		
RIBOSSOMO LIVRE		
MEMBRANA PLASMÁTICA		
NÚCLEO		
COMPLEXO DE GOLGI		
MITOCÔNDRIA		

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

**Segunda e na terceira aula:** o professor realizaria um quiz nos moldes dos programas de auditório quando cada aluno responderia as questões envolvendo citologia, mas

sempre com referencial no jogo. Os grupos se enfrentariam em um sistema de eliminatórias havendo pontuações decrescentes do primeiro ao último colocado.

**Na quarta aula:** o professor aprofundaria o conhecimento das organelas celulares através de uma aula expositiva.

#### 4.5.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo

- **Aminoácido:** Unidade de formação de uma proteína.
- **ATP (trifosfato de energia):** Molécula de energia utilizada para as reações ou transporte de substâncias pela membrana que necessitam de energia.
- **Carboidratos:** Também conhecidos como açúcares, são responsáveis por muitas funções no organismo, como a produção de energia na célula através da respiração celular.
- **DNA:** Ácido nucléico que é a base das informações das características da espécie e é encontrado principalmente no núcleo das células.
- **Hormônio:** Substância que pode ser feita de proteínas e lipídios e que possui propriedade de estimular glândulas a produzirem células ou outros hormônios.
- **Ligação peptídica:** Ligação que ocorre entre dois aminoácidos.
- **Lipídio:** Composto formado por uma cadeia de carbonos que não se dilui em água. Geralmente associado a gorduras mas pode ser encontrado em outras formas como hormônios sexuais e na estrutura da membrana plasmática.
- **Proteína:** Associação de vários aminoácidos unidos por ligação peptídica e que possui funções específicas no organismo.
- **Receptor de membrana:** Proteínas presentes na membrana plasmática que, quando estimuladas, desencadeiam reações químicas na célula.
- **Respiração celular:** Reação química que ocorre no citoplasma e dentro das mitocôndrias com o objetivo de produzir energia em forma de ATP.
- **RNA mensageiro:** Tipo de ácido nucléico formado por um processo conhecido como transcrição e que contém a informação genética para a síntese de proteínas.

#### 4.6 PANDEMIA

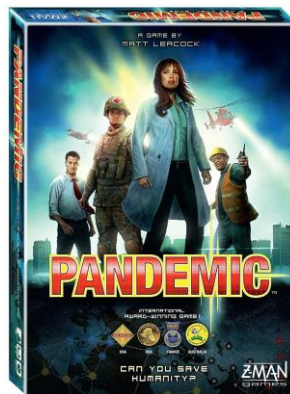
**Conteúdo:** Vírus e Reino Monera.

**Aplicação:** 5 aulas.

**Objetivos:** Conhecer os microrganismos e sua importância no desenvolvimento de doenças, reconhecer o comportamento do ser humano como sendo influente na transmissão de doenças.

O jogo (Figura 29) funciona com algumas mecânicas já descritas: sistema de alocação por ponto de ação, gerenciamento de mão, “set collection” e poderes variáveis entre os jogadores. Outras mecânicas são aplicáveis como cooperação, na qual os jogadores colaboram entre si para vencer o jogo; movimento ponto a ponto, o jogador gasta pontos de ação previamente disponibilizados para realizar determinadas ações, dentre elas, a movimentação dos personagens, e troca, na qual os jogadores trocam elementos do jogo, tendo um custo ou não, dependendo de cartas bônus que podem ser adquiridas durante a partida. A rodada do jogo ocorre em três partes: realizar as ações, comprar cartas de cidade e realizar as infecções das cidades correspondentes às cartas compradas.

Figura 29 - Capa da caixa do jogo Pandemia (Pandemic na versão em inglês) da Z-Man Games (distribuído no Brasil pela Devir).



Fonte: Amazon (2019).

Cada jogador possui quatro pontos de ação para utilizar ao longo do seu turno e as ações possíveis são de movimento, construir centros de pesquisa, tratar uma doença, compartilhar conhecimento e descobrir uma cura. Uma vez que todos os jogadores tenham realizado suas ações, cartas de infecção são compradas (Figura 30).

Figura 30 – Cartas e cubos de infecção.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Eventualmente uma epidemia pode surgir entre as cartas, o que significa que cidades deverão ser contaminadas com novos cubos de doença. Se durante a fase de infecção, uma cidade tiver três cubos de doença, um surto ocorrerá e outros cubos de infecção serão colocados em cidades adjacentes e, por conseguinte, se esta cidade também tiver três cubos, uma reação em cadeia de surtos poderá ocorrer. (Figura 31).

Figura 31 – Marcador e trilha de surtos.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).



O objetivo do jogo é tentar descobrir a cura de quatro doenças de forma cooperativa, ou seja, todos os jogadores ganham. Mas existem várias condições para que os jogadores percam o jogo: quando as cartas de cidade que ficam com os jogadores acabam, quando o surto chega a um determinado nível ou quando não for possível colocar mais cubos de infecção. Cada jogador representa um civil com habilidades especiais tentando concatenar ações para tentar ganhar a partida.

O elemento sorte do jogo é alto, pois depende de cartas que foram previamente embaralhadas para que os jogadores planejem suas ações (são 48 cartas de infecção e 59 cartas de cidade), porém as regras são simples de aprender. A grande dificuldade está na estratégia e no gerenciamento de surtos ou em uma epidemia inesperada, entretanto a inteligência artificial do jogo simula bem situações possíveis de dispersão de doenças com pessoas contaminadas sem sintomas.

Vocês têm as qualidades necessárias para salvar a humanidade? Como membros de uma equipe de combate às doenças, vocês têm de manter quatro doenças sob controle enquanto buscam uma cura para elas. Você e seus colegas de equipe viajarão pelo mundo tratando infecções enquanto procuram meios de cura. Vocês têm de trabalhar juntos, usando o ponto forte de cada um, para serem bem-sucedidos. O tempo está passando enquanto surtos e epidemias alimentam pragas que se espalham pelo mundo (LEACOCK, 2008).

Assim, a introdução dá dicas de estratégias e um pouco do que o jogo será, ainda que não discuta o que seja uma pandemia e quais os critérios para se considerar uma. Entretanto durante a partida é possível deduzir o que seja uma pandemia, que é uma epidemia em proporções globais de caráter infeccioso, letal e transmissível, como ocorre com a tuberculose e a AIDS, além dos eventos recentes de gripe (FERREIRA et al, 2014).

Os componentes do jogo são bastante simples, como cubos de plástico, cartas, marcadores e peões feitos de plástico, mas ainda que se trate de certa abstração, o jogo foca na mecânica e na estratégia, fazendo pouca diferença os tipos de componentes, já que a imersão é grande na partida. A qualidade dos componentes é boa e a diversidade consiste, como já comentado anteriormente, em marcadores, em peões e cubos, todos feitos de plástico, e nas cartas.

O tabuleiro é um mapa mundial com pequenos espaços para colocar os pinos, mas que não se sobrepõem em outros espaços de cidades, espaços para cartas ou para outros marcadores. Como o jogo trata de epidemias em proporções globais, o mapa é adequado ao tema proposto de tentar descobrir a cura de doenças mundo afora (Figura 32).

Figura 32 – Tabuleiro geral do jogo Pandemia.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

**Objetivos de aprendizagem:** estimular a cooperação na tomada de decisão em grupo; estimular a argumentação durante as tomadas de decisão durante a partida; estimular a capacidade de tolerar e aceitar decisões em grupo; conhecer os processos que levam à transmissão das doenças e compreender o comportamento dos indivíduos no favorecimento do processo de transmissão de patógenos; compreender a necessidade do uso de métodos que evitem a transmissão de ISTs; conhecer alguns microrganismos importantes que estejam relacionados com epidemias mundiais.

**Material necessário:** Jogo Pandemia (editora Devir), lápis e borracha, papel pautado, copos plásticos descartáveis, água sanitária, fenolftaleína.

#### 4.6.1 Metodologia

**Primeira e na segunda aula:** o professor faz uma explicação sobre o Reino Monera, abordando a biologia do grupo.

**Terceira aula:** o professor faz uma aplicação do jogo e, durante a partida, um gráfico seria montado para observar as variações das quantidades de infecções ao longo das rodadas e a quantidade de surtos durante a partida, culminando na derrota ou na vitória do grupo.

**Quarta aula:** seria realizado o experimento de simulação de infecção usando fenolftaleína como indicador com o objetivo de mostrar como ocorre o processo de infecção por IST e as necessidades de cuidados pessoais.

**Quinta aula:** o professor organizaria a sala em cinco grupos para que tragam informações sobre cinco doenças: varíola, AIDS, tuberculose, peste negra e gripe espanhola. Os grupos realizariam uma apresentação de trabalho escrita e apresentada.

#### 4.6.2 Termos conceituais importantes para utilização do jogo

- **Bactérias:** Grupo de organismos procariontes pertencentes ao Reino Monera que podem ser de vida livre, parasitas ou viverem em associação a organismos como simbioses.
- **Epidemiologia:** Estudo das formas de transmissão, frequência e distribuição de doenças.
- **Epidemia:** Manifestação em um curto espaço de tempo de uma doença a um grande número de indivíduos simultaneamente.
- **Infecção:** Reação do organismo a um agente externo como bactérias, protozoários, fungos ou vírus.
- **Pandemia:** Epidemia de doenças infecciosas de grandes proporções que ultrapassa limites geográficos.
- **Procariontes:** Organismos que não possuem carioteca e não possuem organelas celulares.
- **Simbiose:** Relação entre dois organismos que vivem juntos podendo ser de benefício ou de malefício.
- **Vírus:** Organismos acelulares, com alta capacidade de replicação e parasitas intracelulares de modo obrigatório.

## 5. CONCLUSÃO

A *gamificação* é uma metodologia ativa que tem demonstrado ser uma eficiente metodologia de ensino por se tratar de uma metodologia ativa, ou seja, o aluno é o agente ativo de seu processo de construção de conhecimento. Embora este método não apenas resolve parcialmente a falta de interesse no processo de aprendizagem por instigar a resolução de problemas de forma lúdica como cria cenários de aprendizagem e, desta forma, torna o aprendizado mais atrativo, menos repetitivo e tedioso. Muitos artigos sugerem a utilização de jogos e, nesse contexto, muitos jogos tem sido criados como estratégia de ensino. Entretanto, muitos jogos comerciais tem sido publicados e este mercado cresceu nos últimos anos lançando assim, editoras de caráter educacional como a Sierra Madre lançando a saga “Bios” (Megafauna, sobre a disputa entre grandes mamíferos e répteis durante o Quaternário e Gênese que remonta à origem da vida na Terra) e a Genius Games, sendo esta última com enfoque na área científica (além do Cytosis, há o Peptide, que é um jogo de cartas de montagem de proteínas) e mesmo jogos como o Evolution que já foram citados pela Nature e Science, ou seja, existe um nicho pouco aproveitado pelo fato de ser pouco conhecido no Brasil entre os profissionais da educação.

Entretanto, os jogos possuem suas particularidades, podendo ser simples no aprendizado assim como em seu funcionamento assim como complexos e difíceis de gerenciar devido à quantidade de ações possíveis no jogo. Tomando como exemplo os jogos utilizados com temática evolutiva, Dominant Species e Evolution, são virtualmente diferentes em propostas e complexidade. O Dominant Species possui alto nível de complexidade de ações e gerenciamento de recursos e suas 20 páginas de manual explicando 11 ações diferentes podem ser intimidadores. Já o Evolution é um jogo de cartas com 9 páginas de manual sendo suas ações realizadas em cada fase e um gerenciamento simples de mão. Por isso, a análise pontual de cada jogo é fundamental para sua aplicação, pois um jogo complexo não estaria adequado a todas as faixas etárias e, assim, a tabela de avaliação dos jogos é importante, já que ela pontua as características individuais de cada jogo permitindo um melhor panorama para a tomada de uma decisão sobre qual jogo utilizar e se ele é adequado à faixa etária, à série em questão e em relação à proposta, imaginando que o educador possa trabalhar tanto no fundamental quanto no médio.

Desta forma, este trabalho propõe-se a demonstrar que não apenas existem jogos comercializados que possui enfoque em diferentes áreas mas, também, demonstra meios pelos

quais o professor pode aplicá-los em sala e, evitando assim, uma crítica comum à *gamificação* que é o enfoque na estratégia para vencer o jogo, esquecendo-se de absorver o conhecimento disposto no jogo durante a partida. Os guias driblam esse discurso pois, em nenhum dos guias, há a necessidade de se jogar inteiro, justamente para utilizar os jogos como recurso de pesquisa, fomentador ou reforçador do conhecimento, à exceção apenas do Pandemia que é um jogo cooperativo, ou seja, todos contra a “inteligência artificial” do jogo e há uma discussão sobre os motivos pelos quais levaram o grupo à derrota ou à vitória.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Elisabete Januário de, et al. Sequência didática para o ensino de classificação e evolução biológica. *In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UEPB*, 2015. **Anais[...]**. Pernambuco: Realize, 2015.

ALMEIDA, Ana Maria Ferreira Guimas de. Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. *In: VERÍSSIMO, António; PEDROSA, Maria Arminda; RIBEIRO, Rui (Coord.). Ensino Experimental de Ciências: (Re) Pensar o Ensino de Ciências*. 2001. Disponível em: <[http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/CE\\_Programa/publicacoes\\_repensar.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/CE_Programa/publicacoes_repensar.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2018.

AMAZON. **PANDEMIC**. 2019. Disponível em: <<https://www.amazon.com/Z-Man-Games-ZM7101-Pandemic/dp/B00A2HD40E>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; RODRIGUES, Sabrina Páscoli; ORTIZ, Carlos Eduardo. História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**. vol. 4, p. 49-61, Jul. 2011.

BEREZUK, Paulo Augusto; INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de Ciências e Biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**. vol. 32, n.2, p. 207-215, 2010.

BODOGAMI. **Fotossíntese**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www.bodogami.com.br/Fotossintese>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf)>. Acesso em 20 jan. 2019.

BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Bases Legais**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. **PCNs+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, Ministério da Educação. 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 1999.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. PCNEM+. 2002.

BORGES, Simone de Sousa et al. Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático. *In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 2013. **Anais [...]**. Campinas: Sociedade Brasileira de Computação, 2013, p. 234.

BRAGA, Diego Rafael Galvão Cesar. *Homo sapiens*: uma revisão sobre a taxonomia. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

CAFÉ, Across The Board Game. **Evolution**: Climate. 2017. Disponível em: <<https://acrosstheboardcafe.com/product/evolution-climate/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CAMPOS, Luciana Maria Lunardi; BORTOLOTO, Tânia Mara; FELÍCIO, Ana Karolina Calahani. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, 2003.

CARNEIRO, Ana Paula Netto; DA ROSA, Vivian Leyser. “Três Aspectos da Evolução” – Concepções sobre Evolução Biológica em textos produzidos por professores a partir de um artigo de Stephen Jay Gould. *In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 2003. **Anais [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2003, p. 1-10.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo, Thompson Pioneira, 2003. E-book

COVEYOU, John. **Cytosis**: A Cell Biology Game. Maryland Heights: Genius Games, 2016. 24 p.

CRAPUCHETTES, Dominic; KNORRE, Dmitry; MACHIN, Sergey. **Evolution**: Climate. Maryland: North Star Games, 2016. 20 p.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly; LEFEVRE Judith. Optimal Experience in Work and Leisure. **Journal of Personality and Social Psychology**. vol. 56, n. 5, p. 815 – 822, 1989.

DARWIN, Charles. **The Origin of Species**. London: CRW Publishing Limited, 2004.

DETERDIN, Sebastian et al. **From Game Design Elements to Gamefulness**: Defining “Gamification”, 2011. Disponível em: <[http://www.hubscher.org/roland/courses/hf765/readings/Deterding\\_2011.pdf](http://www.hubscher.org/roland/courses/hf765/readings/Deterding_2011.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2018.

DOBZHANSKY, Theodosius Hrygorovych. Nothing in Biology sense except in the light of evolution. **Amer.Biol.Teacher**, v.35, p.125-129, 1973.

DOMINGOS, Cláudio. **A Hierarquia das Necessidades de Maslow**. 2012. Disponível em: <<http://www.conexaorh.com.br/artigo15.php>>. Acesso em: 09 set. 2018.

ECOMMERCE SOFTWARE BY PRESTASHOP. **Evolution**: Climate. Westmeerbeek, 2019. Disponível em: <<https://www.spelshop.be/en/north-star-games-llc/evolution-climate>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processo de ensino e aprendizagem.** 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

FERREIRA et al. **Pandemias em um mundo globalizado: desafios para o acesso universal à saúde.** 2014. Disponível em: <<http://sinus.org.br/2014/wp-content/uploads/2013/11/OMS.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

FUTUYMA, Douglas. **Biologia Evolutiva.** São Paulo: FUNPEC-Editora, 3ª ed., 2009.

GUADAGNOLI, Mark; LEE, Timothy. Challenge Point: A Framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning. **Journal of Motor Behavior.** vol. 36, n. 2, p. 212-224, 2010.

GLOVER, Ian. **Play as you learn: gamification as a technique for motivating learners.** 2013. Disponível em: <[http://shura.shu.ac.uk/7172/1/Glover\\_-\\_Play\\_As\\_You\\_Learn\\_-\\_proceeding\\_112246.pdf](http://shura.shu.ac.uk/7172/1/Glover_-_Play_As_You_Learn_-_proceeding_112246.pdf)> Acesso em: 10 fev. 2018.

HACH, Hijalmar. **Photosynthesis.** Pont-à-mousson: Blue Orange, 2017. 4 p.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura.** São Paulo: Perspectiva, 7. Ed., 2012.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. **MDA: a formal approach to game design and game research.** 2004. Disponível em: <<http://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>>. Acesso em: 09/09/2018.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. **Evolução em Quatro Dimensões.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JENSEN, Chad. **Dominant Species.** Bedburg: Udo Grebe Gamedesign, 2010. 20 p.

KAPP, Karl. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education.** 2002. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=GLr81qqtELcC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs\\_toc\\_r&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=GLr81qqtELcC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 10 fev. 2018.

KIRKPATRICK, Graeme. Between Art and Gameness: Critical Theory and Computer Game Aesthetics. **Thesis Eleven**, vol. 89, n. 1, p. 74-93, 2007.

KIRYAKOVA, Gabriela; ANGELOVA, Nadehzda; YORDANOVA, Lina. **Gamification in Education.** 2014. Disponível em: <<http://www.sun.ac.za/english/learning-teaching/ctl/Documents/Gamification%20in%20education.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2018.

LAUTEREN, Georg. **The Pleasure of the Playable Text: towards an aesthetic theory of computer games.** Disponível em:



<<https://pdfs.semanticscholar.org/ce2c/1ba951e7699d5864eb95a1e31f70f1a99862.pdf>>. Acesso em: 09/09/2018.

LEACOCK, Matt. **Pandemic**. Mahopac: Z-man Games, 2008. 8 p.

LUDOPEDIA. **Dominant Species**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.ludopedia.com.br/topico/4701/dominant-species-analise>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

LUDOPEDIA. Evolution. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.ludopedia.com.br/jogo/evolution?v=>>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

MACHADO, Ubiratan Fabres. Transportadores de glicose. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, vol. 42, n. 6, 1998.

MASLOW, Abraham Harold. A Theory of Human Motivation. **Psychological Review**. vol. 50, p. 370-396, 1943.

MAYR, Ernst. **Isto é Biologia**: a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEYER, Diogo; El-Hani, Charbel Niño. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

NAVARRO, Gabrielle. **Gamificação**: a transformação do termo jogo no contexto da pós-modernidade. 2013. Trabalho de conclusão (Especialização em Mídia, Informação e Cultura) – Centro de Estudos Latino-Americanos sobre Cultura e Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NIEDENTHAL, Simon. **What We Talk About When We Talk About Game Aesthetics**. 2009. Disponível em: <[http://muep.mau.se/bitstream/handle/2043/13326/Niedenthal\\_What%20we%20talk%20about.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://muep.mau.se/bitstream/handle/2043/13326/Niedenthal_What%20we%20talk%20about.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>. Acesso em: 09/09/2018.

NORTH STAR GAMES. **Evolution**. Maryland, 2019. Disponível em: <<https://www.northstargames.com/products/evolution>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

NUNES, Cassiélén Martins; JARDIM, Loraine Rodrigues; RODRIGUES, Cassiano Santos. Atividades Práticas Sobre DSTS no Ensino de Ciências: Um Relato de Experiência. In: 9º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, n. 1, 2017. Santana do Livramento. **Anais [...]** Santana do Livramento: 2017.

OLEQUES, Luciane Carvalho; SANTOS, Marlise Advocat Bartholomei; BOER, Noemi. Evolução biológica: percepções de professores de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 10, n. 2, 243-264, 2011.

PARLETT, David. RULES OK or Hoyle on troubled waters. 2005. Disponível em: <<http://www.davpar.eu/gamester/rulesOK.html>> Acesso em: 09/09/2018.

PORTO, Paulo Roberto de Araújo; FALCÃO, Eliane Brígida Morais. Teorias da Origem e Evolução da Vida: Dilemas e Desafios no Ensino Médio. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 03, p. 13-30, 2010.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. Porto Alegre: Artmed, 3<sup>a</sup> ed., 2007.

ROSIER, Jean Philippe. **Como Desenvolver Sua Motivação I**. 2017. Disponível em: <<https://medium.com/@perestroika/como-desenvolver-sua-motiva%C3%A7%C3%A3o-jean-philippe-rosier-22e5cb5ab55e>>. Acesso em: 09 set. 2018.

SANCHES, Mário Antonio. O diálogo entre teologia e ciências naturais. **O mundo da saúde**, ano 31, v. 31, n.2, p. 179-186, 2007.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: a book of lenses**. Elsevier, 2008.

SPRITES AND DICE. **Evolution Review**. 2016. Disponível em: <<https://www.spritesanddice.com/2016/03/evolution-review>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

TAPISNAR, Bahar; SCHMIDT, Werner, SCHUHBAUER, Heidi. Gamification in education: a board game approach to knowledge acquisition. **Procedia Computer Science**, vol. 99, p. 101-116, 2016.

TEIXEIRA, Pedro; ANDRADE, Marcelo. Entre crenças pessoais e a formação acadêmica: como professores de Biologia que professam a fé religiosa ensinam evolução? **Ciência & Educação**, Bauru, vol. 20, n. 2, p. 213-297, 2014.

TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi, TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 94-117, 2015.

WARDLE, Jon, HERRERA, Margaret, GIBSON, Edward Leigh. Modifying's Children Food Preferences: the effects of exposure and reward on acceptance of an unfamiliar vegetable. **European Journal of Clinical Nutrition**. vol. 57, p. 341-348, 2003.

WEST, Stuart. Education: How to win at evolution. **Nature**. v. 528, n. 192, 2015.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.