

## ANCESTRALIZANDO: UMA ATIVIDADE LÚDICA PARA O ENSINO DE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

### ANCESTRALIZANDO: A PLAY ACTIVITY FOR THE TEACHING OF PHYLOGENETIC SYSTEMATICS IN HIGH SCHOOL

### ANCESTRALIZAR: UNA ACTIVIDAD LÚDICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

Rosivânia de Queiróz Ribeiro \*  

Edlley Max Pessoa \*\*  

#### RESUMO

A sistemática filogenética é uma área da ciência que se baseia no conceito de ancestralidade e descendência, seu objetivo principal é que a classificação biológica reflita as relações de parentesco entre os seres vivos. O ensino de sistemática filogenética é um alicerce fundamental para aprendizagem de outros conteúdos na biologia, porém muitas vezes é negligenciado por professores no ensino médio pela carência de bibliografia e atividades voltadas para esse nível escolar. Na literatura há pouquíssimas atividades didáticas com foco em sistemática filogenética, e no geral, são voltadas ao ensino superior. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica de âmbito nacional e internacional, e a apresentação de um novo produto para o ensino de sistemática filogenética no ensino médio, na forma de uma atividade lúdica. O jogo Ancestralizando é composto por um total de quarenta e cinco cartas representando diferentes espécies de animais viventes e ancestrais hipotéticos baseados na fauna do estado do Mato Grosso. A atividade foi elaborada a partir do aporte teórico proposto em um dos artigos analisados (a saber, Russo *et al.* 2016) onde os autores mostraram a possibilidade de desenvolver uma atividade de sistemática filogenética por meio da observação de características morfológicas, construção de cladogramas e produção de árvores filogenéticas mais parcimoniosas. Dessa forma, o professor que aplicar este produto levará o aluno a propor hipóteses e testá-las usando uma metodologia simplificada da sistemática filogenética, caracterizando o ensino por investigação.

**Palavras-chave:** Cladograma. Ensino por Investigação. Filogenia. Ludicidade.

#### ABSTRACT

Phylogenetic systematics is an area of science that is based on the concept of ancestry and descent, its main objective is that the biological classification reflects the kinship relationships between living beings. The teaching of phylogenetic systematics is a fundamental foundation for learning other content in biology, but it is often neglected by high school teachers due to the lack of bibliography and activities

\*Mestra em ensino de biologia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professora efetiva da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC-MT). São José do Xingu, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Humberto Nunes Resende, Centro, São José do Xingu, Mato Grosso, Brasil. CEP: 78.663-000. E-mail: [rosibiologa@hotmail.com](mailto:rosibiologa@hotmail.com)

\*\*Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: R. Quarenta e Nove, 2367, Boa Esperança, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. CEP: 78060-900. E-mail: [edlley\\_max@hotmail.com](mailto:edlley_max@hotmail.com)

aimed at this school level. In the literature there are very few didactic activities focused on phylogenetic systematics, and in general, they are aimed at higher education. In this sense, the present work presents a bibliographical research of national and international scope, and the presentation of a new product for the teaching of phylogenetic systematics in high school, in the form of a playful activity. The Ancestralizando game consists of a total of forty-five cards representing different species of living animals and hypothetical ancestors based on the fauna of the State of Mato Grosso. The activity was elaborated from the theoretical contribution proposed in one of the analyzed articles (see Russo *et al.* 2016), where the authors showed the possibility of developing a phylogenetic systematic activity through the observation of morphological characteristics, construction of cladograms and production of more parsimonious phylogenetic trees. In this way, the teacher who applies this product will lead the student to propose hypotheses and test them using a simplified methodology of phylogenetic systematics, characterizing teaching by investigation.

**.Keywords:** Cladogram. Research Teaching. Phylogeny. Playfulness.

## RESUMEN

La sistemática filogenética es un área de la ciencia que se basa en el concepto de ascendencia y descendencia, su principal objetivo es que la clasificación biológica refleje las relaciones de parentesco entre los seres vivos. La enseñanza de la sistemática filogenética es una base fundamental para el aprendizaje de otros contenidos de la biología, pero muchas veces es desatendida por los profesores de secundaria debido a la falta de bibliografía y actividades dirigidas a este nivel escolar. En la literatura existen muy pocas actividades didácticas centradas en la sistemática filogenética y, en general, están dirigidas a la educación superior. En este sentido, el presente trabajo presenta una investigación bibliográfica de alcance nacional e internacional, y la presentación de un nuevo producto para la enseñanza de la sistemática filogenética en el bachillerato, en forma de Actividad jugueteón. El juego Ancestralizando consta de un total de cuarenta y cinco cartas que representan diferentes especies de animales vivos y ancestros hipotéticos basados en la fauna del estado de Mato Grosso. La actividad se elaboró a partir del aporte teórico propuesto en uno de los artículos analizados (a saber, Russo *et al.* 2016) donde los autores mostraron la posibilidad de desarrollar una actividad sistemática filogenética mediante de la observación de características morfológicas, construcción de cladogramas y producción de más árboles filogenéticos parsimoniosos. De esta forma, el docente que aplique este producto conducirá al alumno a plantear hipótesis y contrastarlas utilizando una metodología simplificada de sistemática filogenética, caracterizando la enseñanza por la investigación.

**Palabras clave:** Cladograma. Docencia Investigativa. Filogenia. Alegría.

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo de ensino predominante no Brasil ainda está vinculado a aulas centradas no professor que transmite o conteúdo brevemente, realiza alguma discussão e questionamentos e o aluno precisa memorizar os conteúdos para responder alguma atividade ou avaliação. Entretanto esta perspectiva de ensino já não reflète as necessidades dos alunos do século XXI (SOUZA; DOURADO, 2015).

Para atender essa nova demanda, foi criada a Base Nacional Comum Curricular a qual evidencia a necessidade de mudança no processo de ensino aprendizagem, para tanto, os

conteúdos são divididos em eixos, na área de ciências da natureza estes eixos são: I. Matéria e energia, II. Terra e Universo, e III. Vida e evolução. No ensino médio são apenas dois eixos, I. Matéria e energia e II. Vida, terra e cosmo, este segundo eixo no ensino médio é resultado da junção dos eixos II e III do ensino fundamental, dessa forma, também destaca que os conhecimentos conceituais provenientes dos eixos citados, possibilita aos estudantes, investigar, analisar e discutir situações-problema (BRASIL, 2018).

Esta nova orientação de ensino, possibilita a promoção de ensino significativo, pois, segundo Cabrera (2007), desenvolve a capacidade de pensar, levantar hipóteses e possibilidades, isso deve ocorrer por meio de incentivos com diversos recursos pedagógicos, estimulando o pensamento de forma sistemática e ativa, levando o aluno à construção do conhecimento e cabe ao professor mediar esta descoberta. Além disso, pode promover o desenvolvimento pleno do educando, de forma crítica para o exercício da cidadania (LDB, 1996), portanto, propor atividades que proporcionem momentos de integração e por meio de erros e acertos, alcança as dimensões atitudinais, conceituais e procedimentais.

Segundo Campos (2003) os jogos fazem a aproximação do conteúdo tornando concreto o que seria abstrato, levando o educando a refletir sobre o assunto de forma prazerosa e assim se apropriar significativamente do conhecimento. Quando falamos da utilização de jogos no contexto escolar, podemos usar o termo “gamificação”. Para gamificar uma atividade é preciso desenvolver um design complexo, que seja capaz de promover a associação entre as instruções, a motivação, a cognição e a aprendizagem. E, dessa forma, o ambiente de aprendizagem se torna dinâmico e lúdico, proporcionando uma aprendizagem mais prazerosa (ALVES; TEIXIERA, 2014; SILVA; SILVA; COSTA, 2019).

A promoção de um ambiente gamificado pode apresentar uma abordagem investigativa, pois esse tipo de abordagem pode estar vinculada a qualquer recurso de ensino. No entanto, para isso é necessário que o professor promova a interação entre os alunos, levando a resolução de problemas com base nos conhecimentos que foram adquiridos e que serão consolidados (SASSERON, 2015; JACON *et al*, 2013).

No ensino em ciências da natureza, Santos e Klassa (2012) afirmam que a teoria de evolução biológica é o cerne da biologia e o pensamento evolutivo permeia diversas áreas. Esse conteúdo permite entender o parentesco entre os diferentes organismos e deveria nortear no ensino de biologia. Quando se considera o conhecimento prévio do educando sobre a evolução dos seres vivos, verifica-se que este conteúdo é muitas vezes entendido erroneamente devido a crenças religiosas, culturas locais e conceitos superficiais que são repassados pelos meios de

comunicação de massa (SANTOS; CALOR, 2007). Isso acontece porque o ensino da evolução biológica em uma abordagem tradicional nas escolas restringe-se ao reducionismo das teorias opostas de Darwin e Lamarck. É preciso mudar essa visão, pois essa é apenas uma parte do conhecimento atual sobre o estudo da história evolutiva dos organismos (SANTOS; KLASSA, 2012).

A sistemática filogenética é uma área da ciência capaz de levantar hipóteses sobre as relações de parentesco entre os seres vivos e, usualmente, trazer essas informações em representações gráficas (cladogramas ou árvores filogenéticas). A disposição dos organismos proposta por essa área da ciência pode estabelecer classificações taxonômicas baseadas na história evolutiva dos seres vivos (SANTOS; KLASSA, 2012). Aproximar os educandos da sistemática filogenética é fundamental para o entendimento da evolução e da biologia como um todo, e isso pode ser realizado desmistificando conceitos por meio de jogos ou atividades lúdicas.

Desta forma este estudo teve como objetivo criar um jogo de fixação do conteúdo de sistemática filogenética contemplando características do ensino investigativo. O grupo alvo são alunos do ensino médio, e buscou-se: 1. Adaptar o método da parcimônia (HENNING 1950, 1966) à realidade do ensino médio; 2. Formular uma sequência didática investigativa para aplicação do jogo; e 3. Elaborar um protocolo para aplicação do jogo.

## **2 SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA**

Nas regiões tropicais do mundo, onde se encontra a maior parte do Brasil, estão descritas quase duzentas mil espécies, no mundo são aproximadamente dois milhões de espécies de seres vivos (LEWINSOHN; PRADO, 2005), no entanto estima-se que este número seja maior, essa biodiversidade é o objeto de estudo da sistemática que busca estabelecer relações entre os organismos por meio de semelhanças que podem ser morfológicas e moleculares, que aproximam um grupo de espécies de outro (AMORIM, 2002).

Devido à grande diversidade de seres vivos, sempre existiu a necessidade de ordená-los de alguma forma. Aristóteles e Platão foram os primeiros a propor um método de classificação baseado em observação das características dos seres vivos e, em seus pensamentos filosóficos, acreditavam que as espécies eram fixas e imutáveis (SANTOS, 2008). Assim como Aristóteles, Lineu propôs no século XVIII um sistema de classificação baseado em graus de semelhanças entre os organismos, além disso, introduziu um sistema de nomenclatura binomial em latim

para designar as espécies. Somente no final do século XVIII e início do século XIX, Lamarck questionou as espécies como entidades fixas (AMORIM, 2002).

Lamarck (1914) propôs que a biodiversidade existente tinha origem nas mudanças que ocorreram ao longo dos anos por meio de alterações ambientais, que induziam os seres vivos a sofrer transformações, acreditava que as espécies não existiam todas ao mesmo tempo. No entanto apesar de entender que o mundo evoluía, foram Wallace (1855) e Darwin (1859) que fizeram contribuições mais precisas sobre os mecanismos evolutivos (SANTOS; KLASSA, 2012). Darwin trouxe o conceito de seleção natural para explicar a grande variabilidade de seres vivos e propôs que as espécies evoluíram com o tempo (ROSA; MARTINS, 2017).

A teoria da evolução proposta por Darwin em seu livro intitulado “*The Origin of Species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*”, publicado em 1859, foi uma grande revolução na compreensão da diversidade biológica. Darwin fez afirmações precisas sobre o modo no qual os seres vivos evoluíam, com dois pontos principais: as populações naturais sofriam mudanças ao longo do tempo por seleção natural e que todos os seres vivos partilham um ancestral comum (RUSSO; ANDRÉ, 2019). No entanto, não existia até então uma metodologia clara para mostrar como as espécies estavam relacionadas. Somente em meados do século XX que o entomólogo alemão Willi Henning (1950, 1966) apresentou um método chamado de parcimônia como parte de um novo ramo da ciência chamado sistemática filogenética, capaz de estabelecer relações hipotéticas de parentesco entre os seres vivos (SANTOS, 2008).

A sistemática filogenética, também conhecida por cladística, é uma área da ciência quem tem como ferramenta principal a construção de árvores filogenéticas baseado no conceito de ancestralidade comum proposto por Darwin (1859). O objetivo principal é que a classificação biológica reflita as relações de parentesco entre os seres vivos. Na metodologia proposta por Henning (1950, 1966), é usada a ancestralidade comum como fundamento para reconstruir grupos monofiléticos (aqueles que possuem um único ancestral e que inclui todos os seus descendentes). Com base nas observações dos organismos, os caracteres ancestrais são chamados de plesiomórficos, e os caracteres derivados são chamados de apomórficos. Com base nas observações desses caracteres é possível estabelecer relações hipotéticas de parentescos entre os organismos estudados (KLASSA; SANTOS, 2017; AMORIM, 2002).

Em uma árvore filogenética, também conhecida como cladograma, as relações entre os seres vivos se estabelecem por meio de ramos, que podem representar quaisquer das categorias hierárquicas lineanas (ex. espécie, gênero, família, ordem, etc.). Para Klassa e Santos (2017, p.

23) “Hennig definiu as relações biológicas de parentesco baseando-se no *three-taxon statement*: o táxon A está mais próximo do táxon B em relação ao táxon C pois o grupo A+B compartilha caracteres apomórficos ausentes em C.” Além disso Henning definiu o conceito de grupo natural ou monofilético e estabeleceu o princípio da parcimônia que nada mais é que definir as hipóteses de parentesco que tiver menor quantidade de transformações ou “passos” evolutivas.

A sistemática filogenética proposta por Henning (1950) estabelece o método da parcimônia, que explicando de forma simples, seria o caminho mais simples para criação de árvores filogenéticas hipotéticas, ou seja, a evolução sempre irá ocorrer por menor número de etapas. A análise por parcimônia se dá ao encontrar a árvore filogenética que é descrita por dados com menor número de mudanças de estado de caractere (TUIMALA, 2006).

Por meio da sistemática filogenética, o investigador é capaz de ampliar a compreensão sobre a natureza, pela comparação de hipóteses construídas por meio de observações, experimentos e um conjunto de dados, dessa forma, é possível compreender a biologia de forma dinâmica (SANTOS; CALOR, 2007).

No entanto, mesmo dada a importância o tema na formação de discentes ao nível do ensino médio, materiais publicados relacionados ao ensino de sistemática filogenética são geralmente voltados ao ensino superior, a exemplo das propostas de Tuimala (2006), McCabe (2014) e Russo *et al* (2016). Estes estudos mostraram possibilidades de atividades por meio da observação de características morfológicas, construção de cladogramas e produção de árvores filogenéticas mais parcimoniosas. No entanto estes estudos tem um nível de complexidade não aplicável ao ensino médio, que continua negligenciado e sem publicações que sanem as dificuldades dos professores no ensino por investigação desse conteúdo. Este então é o principal enfoque desse estudo, produzir uma atividade na forma de um jogo abordando esse tema tendo como grupo alvo o ensino médio.

### **3 METODOLOGIA**

Para desenvolver o jogo, foram realizadas buscas por estudos publicados com o tema de ensino de sistemática filogenética utilizando os seguintes conjuntos de termos: jogo + sistemática + filogenética, atividade + lúdica + sistemática + filogenética, ludicidade + filogenia. Além disso foram realizadas buscas de jogos didáticos no nível do ensino médio focados em outros conteúdos da biologia como ecologia e genética, a fim de analisar a possibilidade de adaptação para o conteúdo da sistemática filogenética.

Foram encontrados na literatura: o “Phylogenesis”, que em seu título apresenta ser um jogo de ensino de sistemática filogenética, no entanto, está voltado a ecologia, evolução e especiação (PORTELA et al. 2016); o jogo “A árvore dos parentescos” (COSTA, 2012), onde há uma narrativa para que o aluno entenda o processo evolutivo, tentando promover uma explicação na ordenação genealógica das árvores filogenéticas. Neste, os alunos participam da construção de uma árvore já pré-determinada que relaciona diferentes espécies de animais existentes, por meio de pistas ao longo de uma trajetória de casas desenhadas na árvore evolutiva em forma de tabuleiro (COSTA, 2012). Outro jogo de trilha para o ensino de biologia evolutiva encontrado foi o “Paleo Game”, neste jogo digital é necessário responder questionamentos e curiosidades sobre o conteúdo de Biologia Evolutiva, estão expostos em linguagem acessível e com três alternativas de respostas, o jogador que completar primeiro a trilha paleontológica vence (NOBRE; FARIAS, 2016; BRITO; MIRANDA CERQUEIRA, 2020).

Barboza e Braga (2020) propuseram um jogo como ferramenta inovadora no ensino sobre os vertebrados e sua classificação, o jogo foi composto por três etapas, a primeira de perguntas e respostas sobre o assunto, a segunda etapa de adivinhação baseada nas características descritas em cartas e a terceira etapa composta pelo preenchimento de um cladograma que foi desenhado na lousa. Em todos os casos, embora árvores sejam trabalhadas do ponto de vista evolutivo, a construção delas ainda é abstrata para os alunos. Desta forma, até então, parece que um jogo com esse foco é inexistente para o nível do ensino médio em língua portuguesa.

Fora do conteúdo da evolução diversos jogos estão disponíveis abordando outros conteúdos na área do ensino de biologia como o jogo “Intereco”, proposto por Lara *et al.* (2017) que aborda as relações ecológicas por meio de um jogo de cartas, formando uma combinação de quatro cartas contendo as informações corretas sobre a interação ecológica entre aqueles seres vivos. Levando em consideração as condições atuais da infraestrutura das escolas públicas brasileiras, jogos como este que envolvem cartas são de fácil reprodução e aplicação quando comparado a softwares.

Os jogos disponíveis (*vide web*) até o momento, não apresentaram possibilidades do aluno criar hipóteses e testá-las, dessa forma o jogo Ancestralizando foi elaborado a partir de aporte teórico proposto por Russo *et al.* (2016) que mostraram a possibilidade de uma atividade onde fosse possível a observação de características morfológicas, construção de cladogramas e produção de árvores filogenéticas mais parcimoniosas utilizando máscaras chinesas, que é

voltado ao ensino superior, esta gamificação proposta, foi articulada para atender às necessidades do público da Educação Básica, em especial os alunos do ensino médio.

Em seguida foram considerados os elementos básicos de um jogo voltado a aprendizagem como propostos por Busarello, Ulbricht e Fadel (2014) e Boller e Kapp (2018), segundo os autores citados, para a criação do jogo voltado ao ensino, é preciso que haja: um objetivo (1), um desafio (2), as regras (3), e mecanismos de interatividade (4) e o *feedback* (5).

Dessa forma, o jogo Ancestralizando apresenta os seguintes elementos: Objetivo: desvendar a relação de parentesco entre as espécies viventes e propor uma hipótese de árvore filogenética com as cartas recebidas. Desafio: descobrir quais são os ancestrais de cada clado, gerando uma árvore filogenética/cladograma mais parcimoniosas. Regras: gerar uma árvore filogenética considerando que as cartas com faixa azul são animais extintos, cartas com faixas verdes são animais viventes e a carta com faixa vermelha é o grupo externo. Interatividade: cada equipe será formada por quatro jogadores que irão utilizar seus conhecimentos e as nove cartas de um grupo de espécies para formar um cladograma seguindo o princípio da parcimônia. Mecanismos de feedback para os jogadores: o professor pode analisar a tabela de presença e ausência de caracteres das espécies viventes, podendo discutir se o grupo está indo na direção certa ou não.

Para a criação do jogo voltado ao ensino investigativo de sistemática filogenética, além de considerar os elementos citados anteriormente, buscou-se criar uma atividade que possa ser aplicada em qualquer situação de infraestrutura da instituição de ensino, logo optou-se por um jogo de cartas seguindo o fundamento da atividade com as máscaras chinesas proposta por Russo *et al.* (2016). Dessa forma, foram escolhidos cinco animais da fauna matogrossense, são eles: macaco, onça, tatu, jacaré e uma ave, estes foram ilustrados e coloridos com modificações de uma espécie para outra.

Para a impressão do jogo, foram utilizadas cartas para colocar as imagens dos animais, estas apresentam dimensões de 8,25 cm de largura por 11,81 cm de altura, impressas em papel fotográfico, configurando a impressora em alta resolução, e por fim plastificadas. As cartas reproduzem imagens de 45 espécies hipotéticas de macacos, tatus, aves, jacarés e onças e nomes científicos fictícios. Essas espécies se organizam em cinco conjuntos de nove cartas que representam espécies aparentadas cada um com uma característica física, relacionada a coloração em sete pontos diferentes, são eles a cabeça, a cauda, as patas, a barriga, as costas, os olhos e o focinho/bico. As espécies em cada conjunto estão divididas em duas categorias, viventes (cinco) e ancestrais (quatro). As cartas com as espécies viventes foram diferenciadas



com uma tarja azul, as cartas com a tarja vermelha correspondem ao grupo externo, e as cartas com as espécies ancestrais já extintas apresentam uma tarja de cor verde e além disso, uma cruz abaixo do nome científico indica que são espécies já extintas. Todo o material referente ao jogo está disponível sob consulta aos autores.

O conteúdo a ser abordado é o da ancestralidade e descendência, demonstrando que espécies viventes possuem ancestrais, muitas vezes extintos. Santos e Klassa (2012) utilizam a imagem icônica e incorreta evolução dos hominídeos em linha reta e posteriormente em uma árvore filogenética contendo as relações de parentesco baseada em ancestrais comuns. Além disso buscou-se desmistificar o método de construção de árvores utilizando diferentes cores de estruturas dos animais como caracteres, e a partir disso construindo uma tabela para aplicação do método da parcimônia como exemplificado por Russo *et al.* (2016). Buscando-se adequar ao ensino investigativo, dividimos a atividade em duas etapas, 1. criação de hipóteses, e 2. teste de hipóteses.

Para contextualizar o jogo foi criada uma história como forma de envolver os alunos por meio de uma problematização e incentivando a formulação de hipóteses e depois testá-las. O jogo deverá ser introduzido após o estudo sobre a sistemática filogenética no ensino médio, com o objetivo de consolidar os conteúdos estudados e para a aplicação do jogo foi desenvolvida uma sequência didática composta por duas etapas, cada uma delas contendo três momentos.

Esta atividade deverá ser executada por quatro alunos por sessão jogada, eles receberão a questão problema e um grupo de nove cartas. Acredita-se que quatro alunos seja a quantidade ideal de jogadores por grupo pois, de acordo com Boller e Kapp (2018), esse número de participantes permite que os grupos interajam com o conteúdo, os parceiros e com as regras estabelecidas de forma mais próxima. Portanto, quanto maior for a interatividade promovida pelo jogo, maior será o engajamento dos jogadores. Apesar do jogo ser composto por cinco conjuntos contendo nove cartas cada, o professor poderá imprimir conjuntos repetidos caso tenha uma turma maior que vinte alunos.

Para obter uma árvore filogenética parcimoniosa é preciso seguir alguns passos, o primeiro passo seria, escolher os táxons, que no jogo, pode ser representado pelos nomes científicos das espécies viventes, posteriormente, é preciso determinar as características que parecem ser homologias, em que uma característica informativa parcimoniosa terá no mínimo dois estados, (0) ausentes e (1) presente. Utilizando essas informações, é possível criar uma tabela de caracteres e com a análise dessas características informativas, as árvores filogenéticas

vão apresentar diferentes números de etapas, gerando árvores filogenéticas mais parcimoniosas (RUSSO *et al.* 2016).

Ao criar uma árvore filogenética, é necessário fazer o levantamento das apomorfias, depois definir o posicionamento da raiz com base na espécie que representa o grupo externo, e os táxons devem ser agrupados pelas sinapomorfias, ou seja, a condição de um caractere mais recente que outra homóloga já existente compartilhada por um grupo. Após marcar os locais na árvore onde cada espécie apresenta uma característica diferente de seu estado em cada árvore possível, é formada a árvore que melhor descreve as relações evolutivas entre as diferentes espécies viventes (BEAR *et al.*, 2016).

#### **4 ANÁLISE E RESULTADOS**

O público-alvo é de discentes do ensino médio, e a partir disso, foram desenvolvidas cartas com design que despertasse interesse. Cada um dos cinco conjuntos de nove cartas inclui espécies fictícias de macacos, tatus, aves, jacarés e onças. As estratégias utilizadas para criação das cartas foram de acrescentar características diferentes em pontos do corpo do animal, mantendo sempre um padrão para os cinco conjuntos diferentes mantendo dessa forma os mesmos resultados esperados para a árvore filogenética independente do conjunto selecionado para cada grupo de alunos.

Na figura 1 estão as cartas correspondentes a espécies ancestrais extintas, por isso, apresentam uma cruz abaixo do nome. Aqui, as espécies de onças hipotéticas serão utilizadas como exemplos para a explicação das características do material. A espécie *Panthera browana* não apresenta nenhuma modificação marcada na forma de cores, a espécie *Panthera blacpawiiis* tem as patas dianteiras pretas e a ponta do rabo, já a espécie *Panthera taiolblackii* tem apenas a ponta do rabo preta, e a espécie *Panthera snowana* tem pelagem clara, divergindo das demais e não apresenta mais nenhuma modificação marcada na forma de cores e a espécie *Panthera taiolblack* tem apenas a ponta do rabo preta.

**Figura 1** - Exemplo das cartas que compõem o jogo Ancestralizando do conjunto das onças hipotéticas.



Fonte: Os autores.

Nota: Abaixo de cada animal há uma tarja, que nesse caso é verde representando ancestrais.

Na figura 2, as espécies viventes do gênero *Panthera* e uma espécie do gênero *Felinos* marcada como outgroup. A espécie *Panthera freckleswii* possui manchas vermelhas no focinho, já a espécie *Panthera redawa* tem os olhos vermelhos e a ponta do rabo preta, a espécie *Panthera pintbackis* tem a ponta do rabo, as patas dianteiras pretas e o dorso (costas) com pintas vermelhas, já a espécies *Panthera guarethewii* apresenta a ponta do rabo preta, as patas dianteiras pretas e a barriga com pintas vermelhas, a espécie *Felinos terablueiis* corresponde a um gênero diferente com caracteres únicos como corpo azul e cabeça completamente preta.

**Figura 2** - Exemplo das cartas que compõem o jogo Ancestralizando do conjunto das onças hipotéticas.



Fonte: Os autores.

Nota: Abaixo de cada animal há uma tarja, que nesse caso é azul representando viventes do *ingroup* e vermelho para o *outgroup*.

Todas as quarenta e cinco cartas foram nomeadas por nomes científicos seguindo o mesmo padrão, havendo alteração apenas no nome do gênero conforme a espécie de animal que o jogo é composto. Em todas as cartas, incluindo as cartas das onças, os nomes são fictícios, porém latinizados, o macaco é do gênero “*Monkeba*”, o tatu do gênero “*Tutabes*”, o jacaré do

gênero “*Aligatures*” e por fim, o gênero criado para a ave é “*Falcones*”. Além estes outros quatro gêneros correspondem aos outgroups “*Micoles*”, “*Perabelis*”, “*Crocelis*” e “*Arpealis*” respectivamente.

Portanto os nomes de todas as espécies do grupo dos macacos são *Monkeba browana*, *Monkeba blacpawiiis*, *Monkeba snowana*, *Monkeba taiolblackii*, representando as espécies ancestrais e *Monkeba freckleswii*, *Monkeba redawa*, *Monkeba pintbackis*, *Monkeba guarethewii*, que são as espécies viventes e a espécie *Micoles terablueiis* que será utilizada como grupo externo. As espécies do grupo dos tatus são *Tutabes browana*, *Tutabes blacpawiiis*, *Tutabes snowana*, *Tutabes taiolblackii*, representando as espécies ancestrais e *Tutabes freckleswii*, *Tutabes redawa*, *Tutabes pintbackis*, *Tutabes guarethewii*, são as espécies viventes e a espécie *Tabulesni terablueiis* como grupo externo.

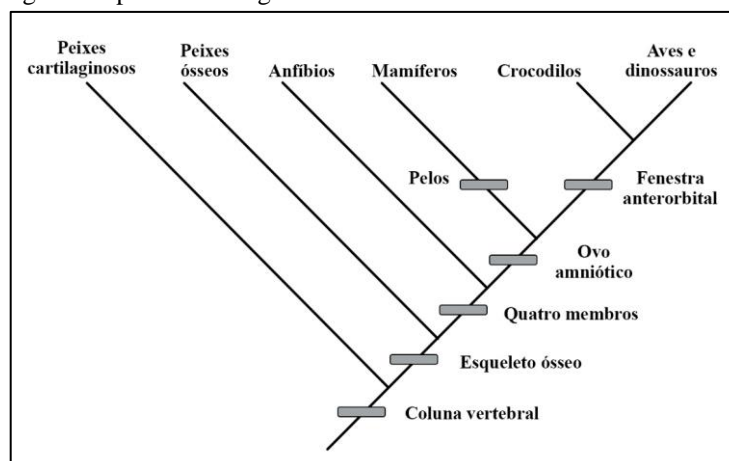
No grupo dos jacarés as espécies ancestrais são *Aligatures browana*, *Aligatures blacpawiiis*, *Aligatures snowana*, *Aligatures taiolblackii*, já as espécies viventes são *Aligatures freckleswii*, *Aligatures redawa*, *Aligatures pintbackis*, *Aligatures guarethewii*, e a espécie *Crocolenis terablueiis* que será o grupo externo, o grupo das aves apresentam as espécies *Falcones browana*, *Falcones blacpawiiis*, *Falcones snowana*, *Falcones taiolblackii*, representando as espécies ancestrais e *Falcones freckleswii*, *Falcones redawa*, *Falcones pintbackis*, *Falcones guarethewii*, que são as espécies viventes e a espécies *Arpianis terablueiis* como grupo externo.

Para introduzir o jogo foi desenvolvida uma proposta de sequência didática composta por duas aulas de uma hora cada. O primeiro momento será composto por três etapas, na primeira o professor precisa identificar quais conhecimentos os alunos têm sobre o assunto e isso poderá ser feito por meio de questionamentos como: O que é um ancestral? Quais são os indícios de que os ancestrais existiram? O que você entende por ancestral comum? O que podemos saber com base nos ancestrais? Como classificamos os seres vivos? Essa primeira etapa tem como objetivos: levantar o conhecimento prévio do aluno sobre ancestralidade; conhecer a importância do estudo dos fósseis e assimilar o conceito de ancestral comum, essa etapa deve durar cerca de 10 minutos.

Por meio dos questionamentos iniciais (Etapa 1) o professor precisa realizar uma breve explicação sobre o método da sistemática filogenética, sendo esta a Etapa 2. É imprescindível que o professor indique que este é um método baseado no conceito de ancestralidade comum, que por meio deste método é possível estudar a evolução das espécies e estabelecer as relações de parentesco, e que isso pode ser feito utilizando fósseis de espécies ancestrais extintas,

observações morfológicas, análises de DNA. O professor poderá apresentar a imagem da árvore filogenética que apresenta as relações entre espécies de animais, como por exemplo o cladograma apresentado por Rosa e Martins (2017) na página 402, (figura 4), representando alguns táxons de vertebrados e características compartilhadas.

**Figura 3** - Cladograma representado alguns táxons de vertebrados e características compartilhadas.



Fonte: Rosa e Martins (2017).

Nesse momento, o professor pode problematizar dizendo: Qual a característica em comum compartilhada pelos grupos dos anfíbios, mamíferos, crocodilos, aves e dinossauros? Qual a característica exclusiva dos mamíferos? Como podemos denominar essa característica? Que característica diferenciou os peixes cartilagosos dos peixes ósseos? Dessa forma, o professor pode explicar que as árvores são construídas por meio de características semelhantes entre as espécies, que apresentam ancestrais comuns e desmistificar a interpretações errôneas, além disso, poderá inserir os conceitos de apomorfia, autapomorfia, sinapomorfia e simplesiomorfia, nesse momento é necessário apresentar o conceito de grupo externo. Essa segunda etapa tem como objetivo de levar o aluno conhecer o princípio da Parcimônia e desconstruir preconceitos, este momento deve durar cerca de 20 minutos.

Ainda nesse primeiro momento, a Etapa 3 consiste no início do jogo em si. Os alunos serão desafiados a propor árvores filogenéticas e apontar os ancestrais que deram origem a espécies viventes com base na sua intuição e observação. Para isso, a turma será dividida em grupos de quatro alunos, para cada grupo deve ser entregue um conjunto com nove cartas, os alunos poderão utilizar uma cartolina e lápis para desenhar a árvore hipotética. Será feita uma breve explicação de como funciona o jogo (significado das cores nas cartas por exemplo) e para cada grupo será entregue as cartas do jogo, uma cartolina e um pergaminho com as seguintes

instruções: “Vocês são cientistas renomados e foram escolhidos para desvendar as relações evolutivas entre estas espécies, utilize todos seus conhecimentos e hipóteses dedutivas para isso. Até o momento sabemos que a tarja vermelha na carta, corresponde a um grupo externo, a tarja verde espécies extintas e tarja azul espécies viventes”

Com base na informação recebida, os alunos deverão propor uma hipótese de árvore filogenética (cladograma) de forma empírica com as nove cartas recebidas, posicionando as cartas na árvore de acordo com suas categorias (espécies viventes, espécies extintas e grupo externo). O professor não poderá intervir na proposição das hipóteses. Uma vez finalizada a hipótese, cada grupo deverá fazer registros fotográficos que serão utilizados no segundo momento. Essa terceira etapa tem como objetivos: Estabelecer hipóteses de relações de parentesco com as cartas do jogo e identificar o ancestral que deu origem as espécies viventes, esse momento deve durar cerca de 30 minutos.

O segundo momento é caracterizado pelo teste das hipóteses dos alunos utilizando o método da parcimônia, e será dividido em três etapas. O professor organizará novamente a turma nos mesmos grupos de quatro alunos, e deve entregar para cada grupo o mesmo conjunto com nove cartas utilizado no primeiro momento. Novamente os alunos poderão utilizar uma cartolina e lápis para desenhar a árvore. Na primeira etapa, o professor entregará para cada grupo um papel com a tabela ilustrada ou passar no quadro.

Na tabela, os grupos deverão marcar o número 1 para a característica presente em determinada espécie e o número 0 para as características ausentes nas espécies. Essa primeira etapa tem como objetivo, testar suas hipóteses, codificando os caracteres presentes nas diferentes espécies, essa atividade deve durar cerca de 20 minutos. Vale ressaltar que a ordem na qual os alunos preencherem os nomes das espécies não fará a diferença nesse momento, no entanto, para formação do cladograma, deve-se considerar o caminho mais curto a ser percorrido, então, se faz necessário seguir a ordem das características.

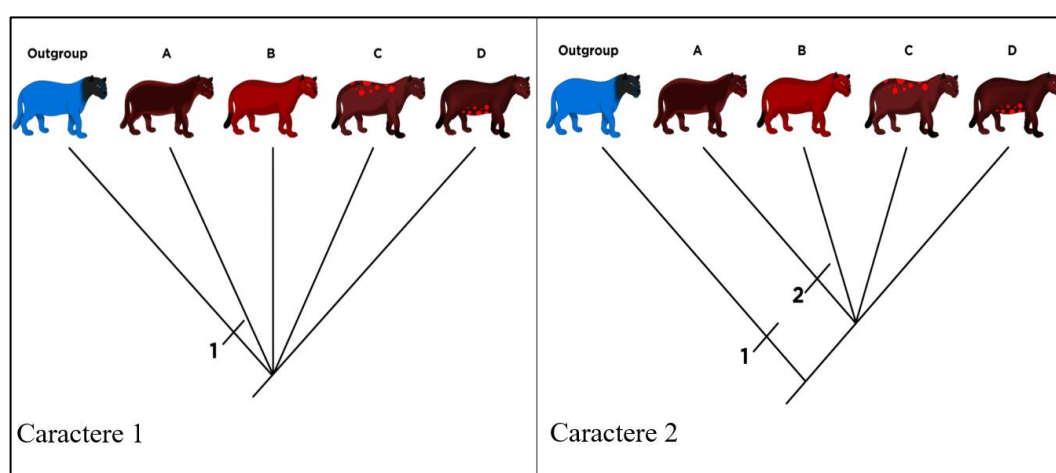
**Tabela 1** - Exemplo da tabela preenchida com os caracteres das espécies de onça viventes.

Características Espécies	1. Cabeça Preta	2. Pintas no focinho ou bico	3. Ponta do rabo preta	4. Olhos vermelhos	5. Pontas das patas preta	6. Pintas nas costas	7. Pintas na barriga
(outgroup) <i>Felinos terablueiis</i>	1	0	0	0	0	0	0
A. <i>Panthera freckleswuii</i>	0	1	0	0	0	0	0
B. <i>Panthera redawa</i>	0	0	1	1	0	0	0
C. <i>Panthera guarethewii</i>	0	0	1	0	1	1	0
D. <i>Panthera pintbackis</i>	0	0	1	0	1	0	1

Fonte: Os autores.

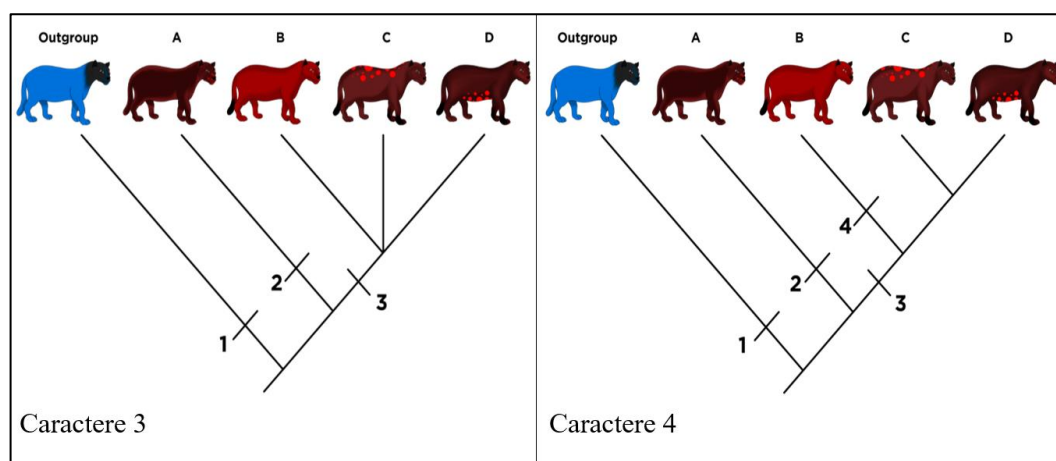
A segunda etapa do segundo momento, o professor deve apresentar a turma, tendo como base os dados da tabela eles, como é possível criar um cladograma. Essa etapa é mediada pelo professor, se possível com uma apresentação de slides. A sequência de explicação que o professor deve seguir é apresentada a seguir. Deve-se primeiro considerar o grupo externo e posteriormente, apresentar os caracteres na exata ordem da tabela como apresentado nas figuras 4-10. As árvores apresentadas têm marcações em seus ramos que representam uma característica da espécie (autapomorfias ou sinapomorfias).

**Figura 4** - Cladograma representando o caractere (1) cabeça preta que só ocorre no outgroup e cladograma representando o caractere (2) Pintas no focinho ou bico que ocorre nas espécies *Panthera freckleswii* (táxon A).



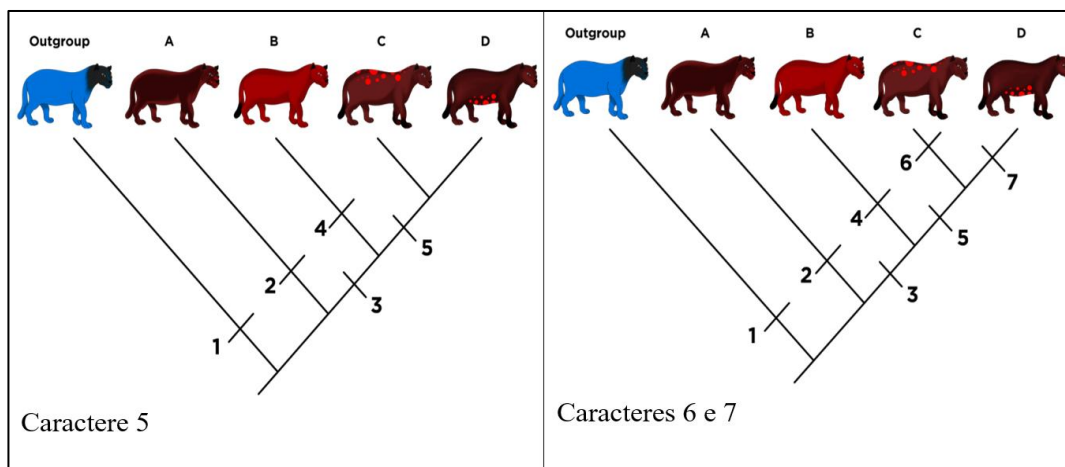
Fonte: Os autores.

**Figura 5** - Cladograma representando o caractere (1) Cabeça preta que só ocorre no outgroup. caractere (2) Pintas no focinho ou bico que ocorre na espécie *Panthera freckleswii* (táxon A) e o caractere (3) Ponta do rabo preta, comum aos táxons B, C e D. Cladograma representando o caractere (4) Olhos vermelhos, exclusivo da espécie *Panthera redawa* (táxon B) além dos caracteres já citados.



Fonte: Os autores.

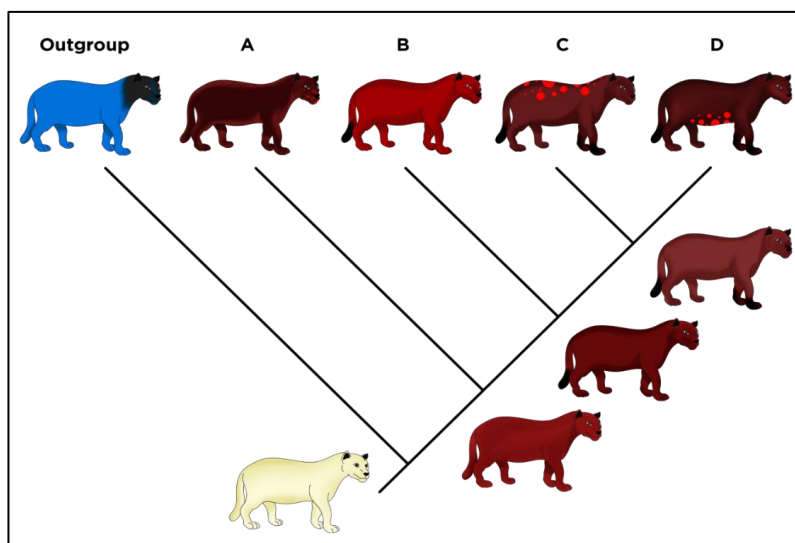
**Figura 6** - Cladograma representando o caractere (1) Cabeça preta que só ocorre no outgroup, caractere (2) Pintas no focinho ou bico que ocorre na espécie *Panthera freckleswii* (táxon A), caractere (3) Ponta do rabo preta, comum aos táxons B, C e D. o caractere (4) Olhos vermelhos, exclusivo da espécie *Panthera redawa* (táxon B) e o caractere (5) Pontas das patas preta, comum aos táxons C e D. Cladograma representando os caracteres já citados e os caracteres (6) e (7), pintas na barriga e Pintas nas costas, correspondente as espécies *Panthera pintbackis* e *Panthera guarethewii* (táxon C e D) respectivamente.



Fonte: Os autores.

Uma vez explicada a construção da árvore para as espécies viventes, para completar o jogo é necessário encaixar todos os ancestrais correspondentes em cada nó. Os quatro ancestrais, devem ser posicionados observando as características comuns (sinapomorfias). Estará correto o cladograma que apresentar a organização igual ao da figura 13.

**Figura 7** - Cladograma representando o outgroup e todas espécies ancestrais e viventes.



Fonte: Os autores.



Por fim, a Etapa 3 consiste na comparação com a hipótese original de cada grupo, sendo questionados se as hipóteses levantadas inicialmente estavam corretas. Nesse momento, vão corroborar ou refutar as hipóteses inicialmente levantadas. Caso as hipóteses sejam refutas, deve-se questionar qual foi a importância do método científico nessa descoberta. Essa terceira etapa tem como objetivo identificar a utilização do método científico e sua importância na construção do conhecimento científico em benefício da sociedade como um todo, essa etapa deve durar cerca de 15 minutos.

Por meio da aplicação do jogo Ancestralizando, podemos alcançar a abordagem investigativa no ensino de sistemática filogenética no ensino médio, pois, segundo Sasseron (2015) o ensino por investigação em sala de aula deve propiciar uma atmosfera onde os estudantes resolvam situações problemas, identifique suas causas, utilizem hipóteses dedutivas e sejam capazes de ir além, compreendendo conceitos, divulgando ideias e culminando com construções de modelos. Desse modo, o ensino de sistemática filogenética no ensino médio pode ser significativo com a utilização do produto aqui apresentado.

## **5 CONSIDERAÇÕES**

O ensino de sistemática filogenética no ensino médio apresenta alguns desafios, além do ensino pouco atrativo e diante da falta de material publicado voltado a esse público, somadas as dificuldades formativas dos professores, no entanto, o jogo Ancestralizando, quando aplicado de forma investigativa, possibilitará minimizar estes desafios de ensino desse conteúdo no ensino médio.

O jogo didático ou gamificação no ensino tem se tornado uma ferramenta importante porque além de motivar os alunos na participação das aulas, promove a socialização e o engajamento dos estudantes, fazendo com que os mesmos sejam protagonistas no seu processo de aprendizagem.

O jogo Ancestralizando apresenta uma abordagem investigativa, pois, irá envolver o aluno em um mundo capaz de levantar as suas hipóteses, apresenta a possibilidade de testar suas hipóteses e, por fim, consolidar os conhecimentos adquiridos. Aqui, nós sugerimos que, antes de aplicar esse produto, explique os conceitos e faça um breve histórico da sistemática filogenética, para que os alunos obtenham um ensino significativo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M.; TEIXEIRA, O. Gamificação e objetos de aprendizagem: contribuições da gamificação para o design de objetos de aprendizagem. In: FADEL, L. M.; et al. Gamificação na educação. São Paulo: **Pimenta Cultural**, 2014. 302 p.
- AMORIM, D. S. Fundamentos de sistemática filogenética. Ribeirão Preto, SP, **Editora Holos**, 2002. 153 p.
- BARBOZA, W. F.; BRAGA, D. V. V. Jogos didáticos como plataforma de aula: desconstruindo preconceitos no ensino de biologia. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL)**. Recife, v.3, n.3 p. 137-152, Set./Dez. 2020. <https://doi.org/10.31692/2595-2498.v3i3.156>.
- BEAR, R.; RINTOUL, D.; SNYDER, B.; SMITH-CALDAS, M.; HERREN, C.; HORNE, E. Taxonomy and phylogeny. In: Principles of Biology. Cap. 4, p. 29-36, 2016. Disponível em: <http://cnx.org/contents/db89c8f8-a27c-4685-ad2a-19d11a2a7e2e@24.18>. Acesso em 6 set. 2021.
- BOLER, S.; KAPP, K. Jogar para Aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes. São Paulo: **DVS Editora**, SP, Brasil. Edição do Kindle. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação: **Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 23 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário oficial da união**, Seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- BRITO SILVA, J. M.; DE MIRANDA CERQUEIRA, L. L. Plataforma Youtube® como ferramenta para o ensino de Biologia. REAMEC - **Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. v. 8, n. 2, p. 774-792, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.10191>
- BUSARELLO, R. I.; ULBRICHT, V. R.; FADEL, L. M. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: FADEL, L. M.; et al. Gamificação na educação. São Paulo: **Pimenta Cultural**, 2014. 302 p.
- CABRERA, W. V. A ludicidade para o ensino médio na disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa. 2007. 158 p. **Dissertação**. (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2007.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, SP, p. 47-60, 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

CONCEIÇÃO, A. R.; MOTA, M. D. A.; BARGUIL, P. M. Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de Ciências e Biologia: concepções e práticas docentes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-26, abr. e165953290, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3290>.

CORDEIRO, R. S.; MORINI, M. S. C.; FRENEDOZO, R. C.; WUO, M. Abordagem de Sistemática Filogenética com ênfase em Biodiversidade nos Livros Didáticos. **Acta Scientiae**, Canoas, RS, vol. 20, n. 4, p. 610-625, jul./ago. 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3913>. Acessado em: 15 set. 2020.

COSTA, L.O. A classificação biológica nas salas de aula: modelo para um jogo didático. **Dissertação de Mestrado em Ciências**. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro-RJ. 2012. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/6410>. Acesso em: 20 jan. 2021

COUTINHO, C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. “Pensamento em árvore” e o ensino de evolução biológica: percepções de um grupo de professores. **Experiências em Ensino de Ciências**, Santa Maria, RS, vol.14, n.2, p. 395-412, jun. 2019. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID620/v14\\_n2\\_a2019.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID620/v14_n2_a2019.pdf). Acesso em: 7 ago. 2020.

DARWIN, C. R. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life. London, **Murray**, 1859. 502 p.

DARWIN, C. R. A origem das espécies. FONSECA, E. (Trad.). Rio de Janeiro, **Ediouro**, 2004. 572 p.

EITERER, C. L.; MEDEIROS, Z.; DALBEN, A. I. L. F.; COSTA, T. M. L. Metodologia de pesquisa em ação. Belo Horizonte, MG, **UFMG**, Faculdade de Educação, 2010. 48 p.

HENNIG, W. Phylogenetic systematics. University of Illinois Press, **Urbana**, 1966. 263p.

JACON, L. da S. C.; OLIVEIRA, A. C. G. de; MARTINES, E. A. L. de M.; MELLO, I. C. de. Educação & tecnologia: reflexões sobre a incorporação de tecnologias móveis na educação. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 88-101, 2013. <https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2013.v1.n1.p88-101.i5290>

KLASSA, B.; SANTOS, C. M. D. 50 anos de sistemática filogenética: análise do livro filogenética, primeiros passos e prospecções para o ensino de evolução. **Experiências em Ensino de Ciências**, Santo André, SP, vol.12, n.6, p. 22-34, 2017. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID401/v12\\_n6\\_a2017.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID401/v12_n6_a2017.pdf). Acesso em: 7 agos. 2020.

LAMARCK, J. B. Zoological Philosophy: an exposition with regard to the natural history os animals. ELLIOT, H. (Trad.) Vol. 1. Londres, **MacMillan and Co**, 1914. 520 p.

LARA, P.; et al. Desenvolvimento e aplicação de um jogo sobre interações ecológicas no ensino de biologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Curitiba-PR, vol. 12, n. 8, p. 261-275, 2017. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID450/v12\\_n8\\_a2017.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID450/v12_n8_a2017.pdf) . Acesso em: 10 de agosto de 2020.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil?. **Megadiversidade**, Campinas-SP vol. 1, n.1, p. 36-42, jun. 2005. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Lewinsohn/publication/271644747\\_Quantas\\_especies\\_ha\\_no\\_Brasil/links/5995adb0a6fdcc66b4366758/Quantas-especies-ha-no-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Lewinsohn/publication/271644747_Quantas_especies_ha_no_Brasil/links/5995adb0a6fdcc66b4366758/Quantas-especies-ha-no-Brasil.pdf). Acesso em: 24 jan. 2023.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Representação e distorções conceituais do conteúdo “filogenia” em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, MG, v.14, n. 03, p. 149-165, set./dez. 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172012000300149&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172012000300149&script=sci_arttext). Acesso em: 20 maio 2020.

MCCABE, D. J. Competitive phylogenetics: a laboratory exercise. **American Biology Teacher**, vol. 76, n. 2, p. 127–131, feb. 2014. Disponível em: <https://online.ucpress.edu/abt/article/76/2/127/1653/Competitive-PhylogeneticsA-Laboratory-Exercise>. Acesso em: 10 jun. 2020.

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Jogo digital como estratégia para o ensino de biologia evolutiva. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 8, v.17, pag. 1-14, dez. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319108754\\_Jogo\\_Digital\\_como\\_estrategia\\_para\\_o\\_ensino\\_de\\_Biologia\\_Evolutiva](https://www.researchgate.net/publication/319108754_Jogo_Digital_como_estrategia_para_o_ensino_de_Biologia_Evolutiva). Acesso em: 2 ago. 2020.

PANTOJA, S. Filogenética, primeiros passos. Rio de Janeiro. **Technical Books**. 2016, 87 p.

PORTELA, H. M. B. F.; DEREK R. M. F. S. M.; LUZ, J. W. P. Proposta de Jogo Educacional para o Ensino de Sistemática Filogenética. *In*: SBC – Proceedings of SBGames. **Anais [...]**. XV SBGames, São Paulo, SP, p. 1222-1225, set. 2016. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157679.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2020.

ROSA, J. M.; MARTINS, L. M. Reflexões sobre o ensino da taxonomia e da sistemática filogenética e o desenvolvimento do pensamento abstrato. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, MG, v.1, n.2, p. 376-410, maio/agos. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/40835>. Acesso em: 11 jun. 2020.

RUSSO, C. M.; ANDRÉ, T. Science and evolution. **Genetics and Molecular Biology**, v. 42, n. 1, p. 120-124, mar./jul. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gmb/2019nahead/1415-4757-GMB-1678-4685-GMB-2018-0086.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2020.

RUSSO, C. M.; AGUIAR, B.; SELVATTI, A. P. When Chinese Masks Meet Phylogenetics. **The American Biology Teacher**, vol.78, n. 3, p. 241-247, 2016. Disponível em: <https://online.ucpress.edu/abt/article/78/3/241/110095/When-Chinese-Masks-Meet-Phylogenetics>. Acesso em: 10 mai. 2020.

SANTOS, C. M. D. Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. **Scientia e Studia**, vol. 6, n. 2, p. 179-200, 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662008000200003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662008000200003). Acesso em: 10 mai. 2020.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética –II. **Ciência & Ensino**, vol. 2, n. 1, dez. 2007.

Disponível em:

<http://143.0.234.106:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/99/130>. Acesso em: 1º mai. 2020.

SANTOS, C. M. D.; KLASSA, B. Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. **Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, SP, vol. 22, n. 40, p. 62-81, maio/ago. 2012.

SANTOS, C. M. D.; KLASSA, B. Sistemática filogenética hennigiana: revolução ou mudança no interior de um paradigma? **Scientia e studia**, São Paulo, vol. 10, n. 3, p. 593-612, nov. 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662012000300008&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662012000300008&script=sci_arttext). Acesso em: 11 jun. 2020.

SASSERON, L. H. alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, MG, vol.17 n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SILVA, J. G. Plataforma para criação de jogos educativos para usuários não-experientes. 2016. 119 p. **Dissertação**. (Mestre Profissional em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, M. I. O.; PESCE, L.; NETTO, A. V. Aplicação de sala de aula invertida para o aprendizado de língua portuguesa no ensino médio de escola pública. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, SP, vol. 5, n. 1, p. 100-119, dez. 2018.

SILVA, T. R. da; SILVA, B. R. da; COSTA, E. B. Desenvolvimento de jogo didático para o ensino de células eucarióticas: recurso lúdico na aprendizagem dos alunos. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 7, n. 1, p. 04-21, 2019. <https://doi.org/10.26571/REAMEC.a2019.v7.n1.p04-21.i6626>

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, vol. 5, p. 182-200, set. 2015. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880>. Acesso em: 8 jul. 2020.

TUIMALA, J. Phylogenetics exercise using inherited human traits. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, vol. 34, n. 4, p. 300–304, Jan. 2006. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.2006.494034042634>. Acesso em 10 mai. 2020.

---

## APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

### AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

#### **FINANCIAMENTO**

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) –Código de Financiamento 001.

#### **CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA**

Resumo/Abstract/Resumen: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Introdução: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Referencial teórico: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Análise de dados: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Discussão dos resultados: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Conclusão e considerações finais: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Referências: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

Revisão do manuscrito: Dalia Pereira Cavalcante.

Aprovação da versão final publicada: Rosivânia de Queiróz Ribeiro e Edlley Max Pessoa.

#### **CONFLITOS DE INTERESSE**

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

#### **DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA**

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

#### **PREPRINT**

Não publicado.

#### **CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM**

Não se aplica.

#### **APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Os autores informam que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, com número do protocolo CAAE 43342321.4.0000.8124 e parecer sob o número 4.661.022, em 20 de abril de 2021.

#### **COMO CITAR - ABNT**

RIBEIRO, Rosivânia de Queiróz. PESSOA, Edlley Max. Ancestralizando: uma atividade lúdica para o ensino de sistemática filogenética no ensino médio. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n., 1, e23003, jan./dez., 2023. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14449>.

#### **COMO CITAR - APA**

Ribeiro, R. Q. Pessoa, E. M. (2022). Ancestralizando: uma atividade lúdica para o ensino de sistemática filogenética no ensino médio. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23003. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14449>.

#### **LICENÇA DE USO**

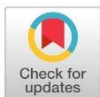
Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



#### **DIREITOS AUTORAIS**

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

### **POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF**



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>

### **PUBLISHER**

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

### **EDITOR**

Patrícia Rosinke  

### **AVALIADORES**

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

### **HISTÓRICO**

Submetido: 01 de outubro de 2022.

Aprovado: 08 de dezembro de 2022.

Publicado: 05 de fevereiro de 2023.

---