

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

**Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e
Saúde**

**A CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA NAS SALAS DE AULA:
MODELO PARA UM JOGO DIDÁTICO**

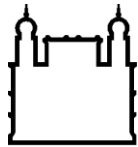
LEANDRO DE OLIVEIRA COSTA

**Rio de Janeiro
2012**

DISSERTAÇÃO EBS – IOC

L.O. COSTA

2012



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

LEANDRO DE OLIVEIRA COSTA

**A classificação biológica nas salas de aula: modelo
para um jogo didático**

Dissertação apresentada ao Instituto
Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Francisco Waizbort

RIO DE JANEIRO
2012

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Biomédicas/ ICICT / FIOCRUZ - RJ

C837

Costa, Leandro de Oliveira.

A classificação biológica nas salas de aula: modelo para um jogo didático / Leandro de Oliveira Costa. – Rio de Janeiro, 2012.
xiv, 91 f. : il. ; 30 cm.

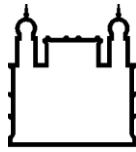
Dissertação (mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2012.

Bibliografia: f. 66-71

1. Classificação biológica. 2. Ensino de evolução. 3. Homoplasia X Homologia I.Título.

CDD 578.012 071

FOLHA DE APROVAÇÃO



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ **Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde**

AUTOR: LEANDRO DE OLIVEIRA COSTA

A classificação biológica nas salas de aula: modelo para um jogo didático

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo Francisco Waizbort

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Carolina Nascimento Spiegel - Presidente
Prof. Dr. Márcia Serra Ferreira
Prof. Dr. Carlos Eduardo Guerra Schrago
Prof. Dr. Rosane Moreira Silva de Meirelles – Revisor e primeiro suplente
Prof. Dr. Charles Morphy Dias dos Santos - suplente

Rio de Janeiro, de de 2012

AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste trabalho contei com o apoio de várias pessoas, em diversos espaços e momentos. Algumas contribuíram compartilhando suas experiências e conhecimentos e outras, de forma não menos importantes, com o seu carinho e compreensão. Portanto, todas elas, cada uma do seu jeito, possibilitaram a realização deste estudo. A elas dedico o mais sincero reconhecimento e aproveito para pedir desculpas pelas ausências necessárias para chegarmos a este momento.

Por isso sou imensamente grato:

Aos meus pais, Ivanir e Regina, pessoas humildes, trabalhadoras e extremamente sábias que de diferentes formas me incentivaram a buscar e conquistar sempre o máximo em minha vida. Que abriram mão de uma vida com conforto para proporcionar a mim e a meus irmãos a possibilidade de estudar. A eles eu dedico a conquista de mais esse degrau em minha vida.

A minha esposa Cíntia, luz da minha vida, companheira de tantas alegrias e lutas, pela compreensão das noites mal dormidas, dos finais de semana que não pudemos aproveitar e das férias que tivemos que transferir para outros momentos. A sua alegria, o seu carinho incondicional e o seu apoio foram importantíssimos para que eu pudesse chegar ao final desta dissertação.

Ao meu orientador Ricardo Francisco Waizbort, pela dedicação, empenho, compreensão, amizade, competência e profissionalismo demonstrados nesta caminhada. Suas dicas de leitura e as nossas conversas contribuíram muito para o meu aperfeiçoamento e crescimento.

Aos colegas e professores do programa de pós-graduação em ensino de biociências e saúde PG-EBS pela amizade e apoio nos momentos de aprendizado e de dificuldades.

A toda minha família pelo incentivo direto e indireto.

Aos alunos que aceitaram fazer parte deste trabalho.

Ao programa de pós-graduação em ensino de biociências e saúde PG-EBS (FIOCRUZ) pela oportunidade de realizar este trabalho.

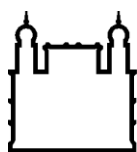
É interessante contemplar uma encosta confusamente entrelaçada, revestida por diversas plantas de diversos tipos, com pássaros cantando nos arbustos, com vários insetos voando, e com minhocas rastejando na terra úmida, e pensar que essas formas elaboradamente construídas... foram todas produzidas por leis agindo à nossa volta...

Há uma grandeza nessa visão da vida, com seus diversos poderes, havendo sido originalmente insuflados em algumas poucas formas ou em uma só; e que, enquanto este planeta esteve revolucionando de acordo com a fixa lei da gravidade, a partir de um início tão simples, infinitas formas, as mais belas e mais maravilhosas, evoluíram e continuam evoluindo.

CHARLES DARWIN (1859)

ÍNDICE

	Página
RESUMO/ABSTRACT	V
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 - O problema da classificação biológica	1
1.2 - CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA – Visão histórica e sua relação com o ensino de biologia	3
1.3 - O jogo como material de ensino-aprendizagem	10
II. OBJETIVOS	16
2.1 – Objetivo geral	
2.2 – Objetivos específicos	
III. METODOLOGIA	17
3.1 – Sujeitos e local da pesquisa	17
3.2 – Estratégias metodológicas	18
IV. RESULTADO E DISCUSSÃO	26
4.1 – Construção do Jogo	26
4.2 - Grupo Focal – Classificação Espontânea	34
4.3 - Avaliação da jogabilidade e da aceitação do jogo	45
4.4 - Avaliação da efetividade pedagógica do jogo	51
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS DA PESQUISA	72



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

RESUMO

A CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA NAS SALAS DE AULA: MODELO PARA UM JOGO DIDÁTICO

Historicamente a diversidade de formas e comportamentos encontrados junto à biodiversidade vem fascinando a mente humana desde tempos remotos gerando assim algumas hipóteses sobre a relação entre os organismos vivos e extintos. Hoje a biologia trabalha dentro da ótica da construção de filogenias, que é baseada em hipóteses de parentesco evolutivo, conhecimento que é muito importante no que diz respeito ao ensino de biologia.

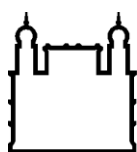
Com esta investigação procuramos responder a seguinte questão: Será que um jogo de tabuleiro, especialmente desenvolvido para esta investigação, seria capaz de potencializar de forma mais efetiva o desenvolvimento de um olhar histórico e evolutivo aos moldes de uma perspectiva darwiniana junto a alunos do ensino médio em comparação a aulas baseadas em outras perspectivas dialógicas?

Para isso, dividimos a mesma em duas partes complementares. Na primeira fizemos um levantamento dos principais conceitos apresentados pelos estudantes através da metodologia qualitativa do Grupo Focal e na segunda, realizamos uma investigação quantitativa referente à efetividade, didática e lúdica do jogo.

Os resultados demonstram que os estudantes chegam ao segundo ano do ensino médio com concepções equivocadas sobre o processo evolutivo onde podemos destacar uma visão tipológico-essencialista aliada a ideias transformacionistas.

Após a aplicação do jogo percebemos que o mesmo parece dar conta de catalisar, de forma mais efetiva, o aprendizado de conceitos relacionados a classificação biológica mostrando-se eficiente em um contexto educativo.

Palavras-Chave: Classificação biológica; Ensino de evolução; Homoplasia X Homologia



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

ABSTRACT

BIOLOGICAL CLASSIFICATION IN CLASSROOMS: A MODEL FOR DIDACTIC GAME

Historically, the diversity of forms and behaviors found with biodiversity has fascinated the human mind since time immemorial generating some hypotheses about the relationship between the living and extinct organisms. Today biology works within the perspective of construction of phylogenies, which is based on assumptions of evolutionary kinship, knowledge that is very important with regard to the teaching of biology.

With this research we seek to answer the following question: Does a board game, specially developed for this research, would be able to leverage more effectively the development of a historical perspective and evolution in the mold of a Darwinian perspective along with high school students compared to other classes based on dialogic perspectives?

For this, we divide it into two complementary parts. At first we did a survey of the main concepts presented by the students through the qualitative methodology of focus group and the second, we conducted a quantitative research regarding the effectiveness, instructive and entertaining game.

The results show that students arrive at the second year of high school with misconceptions about the evolutionary process where we can highlight a typological-essentialist vision coupled with transformational ideas.

After application of the game we realized that it seems to catalyze account, more effective learning of concepts related to biological classification proved to be effective in an educational context.

Keywords: Biological classification, Teaching of evolution, homoplasy X Homology

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	Distribuição das turmas em três grupos (1, 2 e 3) e indicação da atividade aplicada em cada um. 21
FIGURA 4.1	Exemplos de cartas, frente e verso, que fazem parte da “pilha” denominada ESPÉCIMES 31
FIGURA 4.2	Espécimes com dimorfismo sexual presentes na pilha de cartas denominada ESPÉCIMES. Os espécimes representados pela letra: A pertencem à espécie <u>Blastocerus dichotomus</u> (Veado Galheiro), B são representantes da espécie <u>Ramphocelus bresilius</u> (Tié Sangue), C recebem o nome científico de <u>Chiroxiphia caudata</u> (Tangará). 31
FIGURA 4.3	Tabuleiro em forma de árvore filogenética. 32
FIGURA 4.4	Exemplos de cartas, frente e verso, que fazem parte da “pilha” que guarda informações sobre as casas: Diário do pesquisador, informações sobre grupos animais e sorte ou revés. 33
FIGURA 4.5	Exemplos de cartas encontradas na pilha de cartas denominada CARTA SURPRESA. 34
FIGURA 4.6	Escala de dificuldade do jogo com detalhe na média obtida..47
FIGURA 4.7	Resposta a pergunta: “Com relação a sua opinião sobre o jogo marque uma alternativa abaixo” onde as opções de escolha seriam () Não gostei, () Gostei, () Achei muito bom..... 48
FIGURA 4.8	Resposta à pergunta: “Abaixo são feitas algumas afirmativas gerais sobre o jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade”. A – <i>Tive dificuldade para entender as regras do jogo</i> ; B – <i>O jogo é muito lento</i> ; C – <i>Gostei da dinâmica do jogo, ela me deixou envolvido em desvendar a classificação das espécies</i> . Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4)..... 49
FIGURA 4.9	Resposta a pergunta: “Abaixo são feitas algumas afirmativas sobre as cartas do jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade”. A – <i>As cartas do jogo apresentam textos longos</i> ; B – <i>Os textos das cartas possuem uma linguagem difícil de compreender</i> ; C – <i>Eu não lia apenas as informações</i>

	<i>indicadas pelo tabuleiro, aproveitava o tempo para ver se havia nas cartas alguma outra informação relevante; D - As informações das cartas <u>NÃO</u> foram relevantes para que eu pudesse classificar os espécimes. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4).....</i>	51
FIGURA 4.10	Questão referente a comparação entre características de origem por homologia (Letra A) ou por analogia (Letra B). Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por todos os estudantes ao questionário pré e pós.....	53
FIGURA 4.11	Média das respostas referentes à questão de número 4 que versa sobre origem comum e compartilhamento de homologias. Cada letra indica uma opção de três animais para o estudante. A – Baleia, Macaco, Morcego; B – Tubarão, Pinguim, Baleia; C – Baleia, Tubarão, Golfinho; D – Morcego, Ave, Borboleta. Comparação entre as respostas dadas por todos os estudantes ao questionário pré e pós.....	54
FIGURA 4.12	Média das respostas referentes à questão 4 que versa sobre origem comum e compartilhamento e parentesco. Cada letra indica uma opção de três animais para o estudante. A – Baleia, Macaco, Morcego; B – Tubarão, Pinguim, Baleia; C – Baleia, Tubarão, Golfinho; D – Morcego, Ave, Borboleta. Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.....	55
FIGURA 4.13	Questão referente a comparação entre características de origem por homologia (Letra A) ou por analogia (Letra B). Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.....	57
FIGURA 4.14	Cladograma utilizado na Questão 3.....	58
FIGURA 4.15	Média das respostas em pré e pós teste dos estudantes dos diferentes grupos para a questão de número 3. Questão referente ao entendimento de cladogramas onde o estudante deveria julgar quatro afirmativas sobre tal representação. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo	

totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste..... 59

FIGURA 5.16

Avaliação das assertivas contidas na questão 1 em pré e pós teste. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste..... 63

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	Escala numérica adotada na transformação das opções dos alunos em relação às afirmativas do questionário cognitivo (Anexo II)	24
TABELA 4.1	Distribuição das espécies utilizadas na atividade Classificação Biológica e seus respectivos grupos taxonômicos	30

I - INTRODUÇÃO

1.1 – O PROBLEMA DA CLASSIFICAÇÃO

Como lidar com a gigantesca diversidade de espécies que os biólogos das mais diferentes áreas hoje nos apresentam? São centenas de primatas, de roedores, de vegetais, de insetos e de muitas outras formas de vida.

A diversidade de espécies é um tema que certamente fascina a muitos de nós sejamos alunos, professores ou meros curiosos sobre a vida e que segundo Mayr (1982 - p. 162) “[...] ocupou a mente humana desde que existiram homens.”.

Difícilmente qualquer aspecto da vida é mais característico do que a sua quase ilimitada diversidade. Não existem dois indivíduos, nas populações sexualmente reproduzíveis, que sejam iguais, nem duas populações da mesma espécie, nem duas espécies, nem dois *taxa* superiores, nem quaisquer associações, e assim, ad infinitum. Para qualquer lado que olharmos, encontraremos a singularidade, e a singularidade acarreta a diversidade. (MAYR, 1982 p.161)

Sabemos, por exemplo, que o Brasil é o país que abriga a maior diversidade de besouros bioluminescentes do mundo e que para a superfamília Elateroidea, são encontradas 26 espécies somente em Campinas-SP (VIVIANE et al., 2010).

Aos olhos de um não especialista, esta diversidade pode não expressar a sua real complexidade. Para termos uma noção dela devemos dirigir o nosso olhar para as múltiplas possibilidades que surgem quando tentamos dar ordem a tais espécies, ou seja, classificá-las. Nos dias de hoje os taxonomistas pensam a classificação através de um ponto de vista genealógico, ou seja, tentam agrupar as espécies por suas relações de parentesco¹. Isso significa que para um dado número qualquer de espécies a serem classificadas é possível agrupá-las duas a duas a partir de indícios desta relação histórica. No caso da superfamília Elateroidea se fossem apenas 3 espécies que a constituíssem teríamos 3 maneiras diferentes de agrupá-las duas a duas, ou seja haveria três árvores filogenéticas distintas. Se fosse 4 o número de espécies haveria 15 maneiras de agruparmos e o número de possibilidades de agrupamentos para 5 espécies sobe para 105. Para 22 espécies, há mais de 13 centilhões de possibilidades (ou $1,3 \times 10^{25}$) (AMORIM, 2002). Desta forma, quando dirigimos o nosso olhar para a diversidade total de organismos, vemos que o número de árvores filogenéticas

¹ Esta forma de classificação está baseada nos escritos de 1858 de Darwin e Wallace e nas posteriores complementações realizadas por alguns autores entre os quais se destaca W. Hennig (SANTOS & CALOR, 2007 (a)).

possíveis capazes de combinar todas as quase dois milhões de espécies conhecidas é virtualmente infinita.

Certamente esta diversidade de organismos e a forma com que a ciência lidou e lida com ela têm exercido impacto nas salas de aula de nossos tempos e na construção do conhecimento de biologia dos nossos alunos.

Sendo assim, uma pergunta se apresenta bastante pertinente: Como esta biodiversidade é entendida e organizada pelos estudantes da educação básica?

Em outras palavras: Quais conceitos são mobilizados pelos estudantes ao classificar as espécies?

Observamos na literatura científica que alguns trabalhos desenvolveram este tema através de um viés teórico (SANTOS & CALOR, 2007a-b; SANTOS, 2008; SANTOS & CALOR, 2008), ressaltando a importância da apresentação e da discussão de conceitos evolutivos existentes no ato de classificar as espécies. Para estes autores, tal assunto poderia contribuir para uma melhor compreensão da biologia por parte dos estudantes da educação básica, e por isso indicaram possíveis pontos de conflitos cognitivos que teriam maior probabilidade de interferir na aprendizagem dos mesmos. Outros trabalhos apresentaram sugestões da aplicação de atividades e planos de aula, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, com o objetivo de gerar motivação e aumentar a compreensão de conceitos ligados ao tema (AMORIM et al., 1999; AMORIM et al., 2002; AMORIM, 2008). Contudo, tais estudos não chegaram a realizar testes estruturados para avaliar o poder da influência cognitiva de suas propostas. Há também investigações sobre o campo das analogias que são criadas ao redor da metáfora sobre a “Árvore da vida” (MARCELOS, 2006; SPIVAK, 2006; MARCELOS & NAGEM, 2010). Os trabalhos desenvolvidos sobre esta linha de pesquisa apontam que tal tema parece não ser tratado de forma clara e tão pouco metodológica, por parte dos professores, o que por sua vez abre espaço para que os estudantes desenvolvam interpretações diferentes da proposta pela classificação genealógica.

Desta forma, entendemos que os conceitos filosóficos que estruturam a classificação biológica apresentam potencialidade, como apresentado pelos trabalhos anteriormente citados, para que educadores trabalhem conceitos polêmicos da biologia evolutiva através de uma aproximação cognitiva mais significativa e integrada com temas da história natural, tais como a zoologia e a botânica. Para tanto, responder de forma mais objetiva à pergunta apresentada anteriormente se faz imperativo.

Dividimos a presente investigação em duas etapas diretamente interligadas. Na primeira buscamos tecer contribuições para o aprofundamento do conhecimento da relação ensino-aprendizagem dos conceitos evolutivos existentes no processo de classificação biológica, apontando e discutindo as principais vias de aproximação dos alunos do segundo ano do ensino médio com este tema. Para isso, utilizamos o discurso, construído de forma compartilhada, de um grupo de alunos desta etapa da educação básica ao longo de uma atividade de classificação. Entendemos que esta investigação pode nos dar indicativos de como os estudantes entendem e se relacionam com questões evolutivas importantes, tais como os conceitos de homologia, de homoplasia e origem comum².

Na segunda etapa, apresentamos o produto desta dissertação descrevendo as etapas de construção e de testes do mesmo. Este produto trata-se de uma atividade lúdica desenvolvida na forma de um jogo de tabuleiro apresentado de caráter investigativo. Esperamos que ele seja capaz de apresentar de forma clara os conceitos citados acima servindo de facilitador para o ensino de classificação biológica. Tal jogo recebeu o nome de *A árvore dos parentes*. Para esta etapa, a utilização de questionário antes e após as abordagens propostas³ serviram para que pudéssemos entender como o jogo influenciaria no processo de ensino-aprendizagem.

1.2 - CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA – Visão histórica e sua relação com o ensino de biologia.

O tema classificação está presente em diversas atividades do nosso dia e não apenas na biologia. Segundo Waizbort (2000), classificar é um procedimento humano e, portanto deve ser encarado como racional e lógico.

Colocar objetos em classes exige toda uma série de operações mentais que ninguém duvida que sejam exclusivos, de uma certa maneira, do homem (WAIZBORT, 2000).

Desta forma, podemos organizar uma biblioteca segundo diferentes critérios, temos a possibilidade de utilizar uma ordenação alfabética apenas pelos títulos, ou uma relação por gêneros literários. Um farmacêutico poderia organizar os remédios de uma farmácia por ordem alfabética do princípio ativo, do nome fantasia ou mesmo utilizar o nome do

² Tais conceitos serão definidos ao longo desta dissertação.

³ Para maior informação sobre as abordagens propostas ver páginas 30-33.

fabricante para esta classificação, sempre em busca da melhor organização e funcionamento do estabelecimento.

Todas as diferentes atividades humanas que se utilizam de metodologias de classificação respeitam basicamente quatro regras, de acordo com a classificação de Mayr (2008):

(1) Os itens a serem classificados deverão ser arranjados em classes que sejam as mais homogêneas possíveis. (2) Um item individual é incluído na classe com cujos membros ele compartilhe o maior número de atributos. (3) Uma classe separada é estabelecida para qualquer item que seja diferente demais para ser incluído em uma das classes preestabelecidas. (4) O grau de diferença entre as classes é expresso quando as agrupamos em uma hierarquia crescente de subconjuntos. Cada nível categórico nessa hierarquia representa certo grau de diferença. (MAYR, 2008 p.175-176)

Segundo Mayr (2008), ao classificar, reunimos em grupos objetos com características em comum com dois objetivos claros. O primeiro está relacionado à obtenção de informações de forma mais ágil e o segundo diz respeito à possibilidade de realizar comparações em posteriores pesquisas. Desta forma, a classificação apresenta a importância de ser a responsável por criar um sistema de armazenamento de informações essencialmente importante em qualquer área.

Em biologia a classificação recebeu uma roupagem, ao longo da história, um pouco diferente da exposta até este momento. Segundo Mayr (1982), Amorim (2008) e Pabón-Moura & Gonzalez (2011) é possível constatar que historicamente muitos filósofos e historiadores naturais, tais como Aristóteles, Cesalpino, Darwin, Lamarck, Linneu e muitos outros se preocuparam com este assunto e levantaram questionamentos sobre o alcance, a variação, a origem e mesmo o papel funcional da ordenação das espécies.

Os critérios de classificação biológica foram desenvolvidos com o intuito de dar ordem à diversidade de seres vivos, mas muitos deles seguiram parâmetros filosóficos diferentes ao longo do tempo. Qual seria o critério mais próximo da realidade? Será que algum dos principais critérios de classificação historicamente apresentados por filósofos naturais ao longo dos últimos séculos aparece no discurso dos estudantes de ensino médio?

Para responder a primeira pergunta faremos um breve levantamento histórico das principais parâmetros utilizados por filósofos e naturalistas ao longo do tempo sempre fazendo ponte com o ensino deste conhecimento nas instituições de educação básica e superior, já a segunda pergunta faz parte de nossa investigação e, portanto daremos uma resposta à mesma ao longo desta dissertação.

Segundo Mayr (1982), pode-se observar que nos escritos dos antigos herbalistas podiam ser encontrados critério que reuniam as espécies de acordo com o seu uso prático comum tais como, raízes medicinais, ervas utilizadas como condimentos, perfumes, e assim por diante. Eles tinham como preocupação principal o agrupamento de vegetais que poderiam ser aproveitadas como medicamentos ou mesmo como fins alimentícios, não existia uma metodologia comum para esta ordenação, cada herbalista aplicava os seus critérios. Os sistemas baseados nesta premissa ficaram conhecidos como “sistemas utilitários” ou “práticos”, pois são baseados na utilização cotidiana dos organismos, na sua importância ecológica ou mesmo na sua distribuição geográfica (PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2011).

Este tipo de visão sobre classificação é entendida, segundo Amorim (2008), como uma visão essencialista de origem aristotélica, pois é baseada na essência imutável de cada grupo taxonômico não levando em consideração qualquer relação histórica que pudesse existir entre os organismos em questão.

As semelhanças entre as espécies, para Aristóteles, teriam sua origem em essências compartilhadas. As essências seriam atemporais, implicando que tanto essas quanto as espécies que as portam seriam fixas. As diferenças entre indivíduos da mesma espécie seriam devido a acidentes da matéria, portanto alheias ao interesse da ciência, que busca universais e não particulares. (AMORIM, 2008)

Neste sentido, Mayr (1982) diz que Aristóteles, ao utilizar o princípio descrito acima, foi o primeiro a propor uma classificação dita taxonômica. Tal método ficou conhecido como classificação por divisão lógica⁴ e tratava basicamente de uma divisão dicotômica que a cada rodada de perguntas dividia o grupo analisado em dois até chegar à classificação do espécime⁵. Esta forma de classificar parte do grupo geral para o específico sendo conhecida também como classificação descendente. Este tipo de classificação tem início em um grupo de fácil reconhecimento, como por exemplo, mamíferos, répteis ou

⁴ “Expressa em termos da lógica aristotélica, a maior classe observada, a *sumum genus* (por exemplo, as plantas), divide-se, por um processo dedutivo, em duas (ou mais) subclasses subordinadas que são chamadas ‘espécies’. Cada ‘espécie’, por sua vez, no próximo nível inferior da divisão, se torna um ‘gênero’, que de novo se divide em ‘espécies’. Tal processo se repete até que o mais baixo grupo de espécies não pode mais ser dividido.” (MAYR, 1982 p.178). É importante frisar que ‘espécie’ e ‘gênero’ para Aristóteles são categorias semanticamente diferentes da utilizada nos dias de hoje.

⁵ Segundo Mayr (1982), um fato que levou a certa controvérsia foi que Aristóteles não utilizou o método da divisão lógica para classificar animais, utilizando critérios, tais como “com pêlo, ou sem”, “com sangue, ou sem”. Ele especificamente ridicularizava a divisão dicotômica como princípio de classificação. Para classificar animais ele formou grupos a partir da observação e somente após ter estabelecido os grupos é que Aristóteles selecionou alguns caracteres diferenciadores convenientes.

árvores e com o auxílio de caracteres diferenciadores apropriados chegaria ao espécime desejado, procurando demonstrar a perfeita ordem do Universo.

Por mais que para Aristóteles não houvesse nenhuma relação histórica entre os organismos era possível reunir e classificar os espécimes em grupos de acordo com o compartilhamento de suas essências, ou seja, características que dão a identidade de um ser e que sem as quais ele deixaria de ser o que é.

Este sistema foi um dos métodos preferidos pelos cientistas naturais, ao longo de aproximadamente vinte séculos, desde a Renascença com Cesalpino até Linneu levando ao desenvolvimento de um dos conceitos de espécie mais amplamente utilizados até o último terço do século XIX (WAIZBORT, 2000). Este dizia que espécie seria caracterizada por um grupo de indivíduos que compartilhassem características morfolologicamente semelhantes entre si e distintas dos outros, dentro daquilo que ficou conhecido como conceito tipológico ou essencialista de espécie (MAYR, 2008).

Segundo Amorim (2008), a base do raciocínio desenvolvida nos dias de hoje durante as aulas de biologia seja na educação básica ou mesmo no ensino superior reside neste modelo essencialista, pois prega com grande ênfase o conhecimento das características dos grupos taxionômicos em detrimento da sua história evolutiva adaptativa.

Em resumo, o conceito tipológico de espécie é entendido baseado em quatro características que tais espécies devem possuir. A primeira diz que indivíduos da mesma espécie devem compartilhar as mesmas essências, a segunda diz que somente são aceitas pequenas variações entre indivíduos da mesma espécie, a terceira apresenta que as espécies são separadas entre si por descontinuidades bem aparentes e finalmente a quarta característica baseia-se no princípio fixista no qual as espécies são constantes não sofrendo modificações no tempo e no espaço (MAYR, 2008).

Outra metodologia utilizada para classificar os organismos surge quando a classificação descendente por divisão lógica começa a não conseguir dar conta da biodiversidade descoberta ao longo dos séculos de utilização da mesma. As características escolhidas para realizar a separação dos grupos geravam controvérsias entre os estudiosos, pois cada um deles agrupava os organismos baseado em uma coleção de características distintas escolhidas, na maioria das vezes por métodos inconsistentes e diferentes. Desta forma surge uma classificação ascendente, também conhecida como comparativa⁶.

⁶ Esta substituição aconteceu de forma gradual entre os séculos XVII e XIX (MAYR, 1982)

Nesse método começa-se de baixo, juntam-se espécies semelhantes em grupos, e combinam-se esses grupos numa hierarquia de taxa superiores. O método é, pelo menos em princípio, estritamente empírico. (MAYR, 1982 p.222)

Esta mudança de metodologia indicava a tentativa de aproximação de uma classificação onde pudesse ser estabelecida uma relação menos artificial entre os seres vivos. É exatamente este ponto que nos interessa discutir, pois uma simples troca de uma classificação descendente por uma ascendente não criaria condições para uma classificação menos artificial, seria preciso um princípio organizador, um conceito básico, que pudesse ser utilizado pelo taxonomista para criar novas classificações (MAYR, 1982). Destacamos dois princípios pela sua relevância na fala de estudantes e professores da educação básica.

O primeiro princípio organizador proposto está relacionado com a Teologia Natural, onde seus defensores, dentre eles Louis Agassiz (meados do século XIX), diziam que a classificação era a demonstração de um equilíbrio harmonioso oriundo da criação de um “arquiteto”, de um Deus criador e gestor. Segundo Bizzo & Molina (2004), Costa et al(2011), Dawkins (2005), Martins (2004), Santos (2008) e Sepúlveda & El-Hani (2004, 2006) esta é uma fala ainda hoje recorrente em diferentes esferas sociais, inclusive em estudantes da educação básica e superior, sendo defendida por muitos através de uma roupagem conhecida como *design inteligente*.

O segundo princípio organizador de grande importância para a biologia foi desenvolvido a partir da contribuição de alguns naturalistas do século XVIII, XIX e XX que através de seus postulados promoveram uma mudança significativa no olhar sobre a diversidade biológica. Eles foram os responsáveis por deslocar o olhar descritivo e estático sobre as espécies para uma visão mais dinâmica do processo capaz de gerar a biodiversidade. Em termos bastante sintéticos, poderíamos dizer que eles passaram a conceber as espécies como entidades mutáveis ao longo do tempo. Neste sentido, destacamos o marco histórico de 1858, momento em que foram apresentados os escritos de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace à comunidade científica.

Segundo Amorim (2008), a teoria de Darwin e Wallace colocou o Fixismo⁷ clássico em cheque pela exposição de duas teses que são inquestionáveis até os dias de hoje: a existência de variabilidade herdável subjacente às espécies (mecanismo pouco compreendido à época, mas defendido por Darwin e demonstrado posteriormente por Mendel e outros geneticistas) e a sobrevivência diferencial dos indivíduos de uma ou mais populações (seleção natural).

⁷ Doutrina ou teoria filosófica que propunha que todas as espécies teriam sido criadas tal e qual elas são hoje por um poder divino e que por isso não sofreriam modificações essenciais ao longo das gerações.

Para nossa discussão, a importância de citar os escritos de Darwin e Wallace se faz necessária, pois tais autores modificaram sensivelmente a dimensão histórica do processo evolutivo apresentada por seus antecessores. Eles trouxeram à luz dos debates científicos a noção de que todos os organismos do planeta, extintos ou não, possuíam uma relação de parentesco em algum grau (MAYR, 1982; AMORIM, 2008; SANTOS, 2008), conduzindo a ideia de que todos os *taxa* seriam compostos por grupos de descendentes de um ancestral comum mais próximo, formando assim o que ficou conhecido como grupos monofiléticos⁸. Tais grupos se reuniram através de ancestrais comuns mais distantes até um ponto central onde encontraríamos o ancestral de todos os organismos vivos. Foi esta ideia que deu origem a árvore da evolução, representação mais famosa do processo evolutivo, cuja figura com seus galhos ramificados contariam a história evolutiva da diversidade biológica demonstrando o grau de parentesco entre as espécies.

Esta proposta foi importante, pois ela inicia uma mudança conceitual na forma de encarar as características de animais e plantas com vista a dar a estas espécies uma organização. Ela baseia-se em dois critérios, o de genealogia (origem comum), como descrito anteriormente, e o de grau de semelhança. Este último critério depende do conceito de homologia que Ridley (2006) e Benton (2008) definem como a presença de uma ou mais características de forma compartilhada por duas ou mais espécies encontrando-se presente no ancestral comum a elas.

Assim, Ridley (2006) exemplifica esta definição com um caso de homologia clássico em debates sobre o assunto. O autor cita o caso do membro pentadáctilo dos tetrápodes:

A explicação evolutiva do membro pentadáctilo é simples a de que todos os tetrápodes descendem de um ancestral comum que possuía um membro pentadáctilo [...] Se as espécies descendem de ancestrais comuns, as homologias fazem sentido; mas se todas as espécies originaram-se separadamente, é difícil entender por que elas devam compartilhar semelhanças homólogas (RIDLEY, 2006 p.78-79).

Entretanto, segundo este princípio organizador, nem todas as características podem ser consideradas como evidências de parentesco evolutivo, ou seja, nem todas as características semelhantes são resultado de homologias. Algumas estruturas que podemos observar em diferentes espécies são comparáveis em forma e função, tal como as asas de

⁸ De acordo com a definição tradicional, um táxon é monofilético se todos os seus membros descenderem de um táxon ancestral comum mais próximo (MAYR, 2008).

uma ave, as de um inseto e as de um morcego. Contudo, tais estruturas possuem origem embriológica diferente e, além disso, não existem traços da mesma em seu ancestral comum mais recente. Os processos que podem imitar as homologias são geralmente agrupados sob o termo homoplasia, sendo eles a convergência, o paralelismo e a reversão⁹.

Como distinguir características homólogas de homoplasias é uma questão que depende de um estudo bastante detalhado e que até os dias de hoje causa certa divergência entre pesquisadores. Mayr (2008) diz que alguns tipos de evidências podem ser observadas para que possamos inferir o grau de homologia a certas estruturas. Entre elas podemos ver a posição de uma estrutura em questão e sua relação com as estruturas vizinhas, a similaridade na ontogenia, a existência de condições intermediárias em ancestrais fósseis, dentre outras (MAYR, 2008).

Desta forma, a classificação das espécies se apropria de um novo critério filosófico, onde os traços importantes para tal não dependem da escolha quase arbitrária de um especialista, mas sim de critérios históricos e evolutivos.

Na segunda metade do século XX o entomólogo alemão Willi Henning reconheceu a importância desta proposta filosófica e desenvolveu um método, baseado na descendência com modificações a partir de um ancestral comum, que ficou conhecido como cladística ou sistemática filogenética (SANTOS, 2008) reforçando assim o caráter histórico no estudo da relação entre as espécies. Ele apresentava as relações ancestrais entre organismos em representações sistemáticas da árvore da vida, descrita anteriormente, que ficaram conhecidas e popularizadas no âmbito científico como cladogramas.

Segundo Mayr (2008), nos dias de hoje, um biólogo ao tentar explicar o mundo vivo precisa recorrer a uma narrativa histórica, pois ele: “tem de estudar todos os fatos relacionados com aquele problema em particular, inferir toda sorte de conseqüências a partir da reconstrução de uma miríade de fatores fragmentados”. Tal fato torna esta ciência, assim como a paleontologia, a biogeografia e algumas outras, uma atividade de investigação e de compreensão de eventos singulares. De forma diferente das outras ciências naturais, como a Física e a Química, a Biologia passa a utilizar-se então de narrativas históricas como uma abordagem científica e filosófica para explicar eventos únicos como, por exemplo, o surgimento de uma espécie.

Quando um biólogo tenta responder a uma pergunta sobre uma ocorrência singular, como “Por que não há beija-flores no Velho Mundo?” [...] ele não pode se apoiar em leis universais. O biólogo tem de estudar todos os fatos relacionados com aquele

⁹ Para maiores informações sobre o assunto ver Ridley (2006) páginas 497 – 491.

problema em particular, inferir toda a sorte de consequências a partir da reconstrução de uma miríade de fatores e, então, tentar construir um cenário que possa explicar os fatos observados naquele caso particular. Em outras palavras, ele constrói uma narrativa histórica. (MAYR, 2008 p.97)

Estas três diferentes formas de olharmos para a classificação dos organismos, a abordagem Tipológico/Essencialista, a abordagem baseada em princípios da Teologia Natural e a abordagem Histórico-Evolutiva são importantes nos contextos histórico, filosófico e educacional da disciplina e da ciência Biologia. Isto porque elas irão condicionar não apenas o entendimento de zoologia ou botânica, mas também o da biologia evolutiva, conhecimento que permeia praticamente todos os conteúdos biológicos discutidos durante a educação básica como indicado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio¹⁰ (PCNEM) (BRASIL, 2004).

1.3 – O JOGO COMO MATERIAL DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Conduzimos as nossas investigações no sentido de saber se os estudantes do ensino médio conseguem se aproximar do discurso Histórico Evolutivo quando são expostos a situações de classificação biológica. Identificamos a necessidade de desenvolver uma atividade lúdica que pudesse favorecer o aprendizado dos conceitos centrais desta teoria, tais como, origem comum, analogia e homologia. Para isso, por razões pedagógicas, decidimos utilizar uma sequência didática que tivesse como base a aplicação de um jogo investigativo.

Segundo Huizinga (2009) os jogos parecem acompanhar a humanidade desde tempos remotos podendo ser encontrados em diversas culturas das mais diferentes formas e significados. É preciso salientar que no passado os jogos possuíam um valor diferente do atribuído nos dias de hoje: os jogos serviam principalmente como instrumentos de socialização aumentando assim o convívio entre as pessoas (HUIZINGA, 2009), o que certamente auxiliaria no processo de ligação afetiva entre os indivíduos de uma comunidade.

Em nosso tempo os jogos ganharam outras aplicações, passando pela simples diversão e estendendo os seus tentáculos ao processo de ensino-aprendizagem dos mais diferentes temas. Por este motivo a palavra ‘jogo’ passou a ser utilizada de diversas formas

¹⁰ PCNEM – Documento que tem como objetivo auxiliar as equipes escolares na execução de seus trabalhos. Servindo de estímulo e apoio à reflexão sobre a prática diária, ao planejamento de aulas e, sobretudo ao desenvolvimento do currículo da escola, contribuindo ainda para a atualização profissional.

como é observado no caso de expressões tais como ‘Jogo de cintura’, ‘Jogo de azar’, ‘Jogo político’, ‘Uma bela jogada’ o que dificulta a sua conceituação (CARNEIRO, 2008), pois em cada uma delas podemos perceber sentidos diferentes. Segundo Brougère (1998) e Carneiro (2008), o conceito de jogo é considerado polissêmico, fato que levou diversos autores a tentar construir categorias para sua melhor definição. Como exemplo, podemos citar os estudos realizados por Chateau (1987) e por Piaget (1978). O primeiro autor classificou os jogos como: funcionais (que aparecem na primeira infância), simbólicos (que surgem após os três anos), de habilidades (originados nos primeiros anos da escola primária) e de sociedade (que só se organizam verdadeiramente no fim da infância). Já o segundo autor dividiu o mesmo em jogo de exercício (caracterizado pela repetição de gestos e diversão, onde não há aquisição de conhecimento), o jogo simbólico (caracterizado pela presença de fantasias não havendo regras definidas), o jogo de regras (caracterizado pelo acordo entre jogadores) e o jogo de construção (pouco estudado pelo autor) (CARNEIRO, 2008).

Apesar da falta de consenso em relação à classificação dos jogos utilizaremos a definição apresentada por Huizinga (2009), que se aproxima bastante da forma como entendemos esta atividade. Para ele o jogo é caracterizado por:

Uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana. (p.33)

Esta definição enquadra-se no que Piaget (1978) definiu como jogos de regras, o que pode ser relacionado com a linha de raciocínio desenvolvido pelo jogo construído, apresentado e testado em um contexto de aprendizagem ao longo desta dissertação.

Jogos de regras são de grande relevância no ensino de Biociências, pois segundo Toscano et al (2007) e Fontoura (2003 e 2004) são capazes de aumentar as possibilidades do participante conhecer a forma com que outros estudantes desenvolvem suas linhas de raciocínio, podem ser utilizados pelos mesmos para testar hipóteses pessoais e coletivas, permitem o compartilhamento de informações e auxiliam no aprimoramento da concentração. Os alunos enfrentam os desafios propostos porque o indivíduo brinca não para se tornar mais competente, mas por uma motivação intrínseca à própria atividade proposta, o que permite com que os mesmos relacionem de maneira não-arbitrária os conceitos apresentados à sua estrutura cognitiva.

Em situações de ensino onde aulas expositivas são ministradas, os estudantes podem também ter esta motivação interna para o aprendizado. Entretanto os jogos parecem abrir a possibilidade de um maior engajamento no processo de ensino-aprendizagem para aqueles alunos que não se encaixam neste modelo expositivo de ensino. A atividade lúdica chamaria a atenção do estudante para o conteúdo a ser desenvolvido pelo professor por caminhos possivelmente mais prazeroso para o mesmo.

Jogos são capazes de transportar seus participantes para um universo diferente do habitual de forma a prender a atenção no assunto apresentado durante um tempo que muitas vezes transcende o do próprio jogo (HUIZINGA, 2009). O jogador participa então de uma atividade paradoxal: livre, espontânea e regrada que auxilia na apropriação do conhecimento de forma ativa (FONTOURA, 2004) e com maior chance de se tornar significativa¹¹.

Por este motivo os jogos são sugeridos pelo PCN+ (BRASIL, 2004) como uma estratégia para a abordagem de temas em Ciências e Biologia, pois:

Os jogos [...] permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. o jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (BRASIL, 2004 p.28)

A despeito da grande potencialidade dos jogos didáticos serem utilizados como catalisadores da aprendizagem, Kishimoto (2001) observou que este seria um recurso pouco comum nas salas de aula a época de sua investigação. Os jogos didáticos mais utilizados estariam principalmente relacionados com as disciplinas de Artes e Educação Física, onde a minoria destes poderiam ser considerados como jogos de regras.

Este cenário pode ser o reflexo do preconceito, por parte de alguns professores, relacionado a utilização desta estratégia educativa (KISHIMOTO, 1996 e 2001, CHUNG et al., 1996; CAMPOS et al., 2003). Muitos visualizam os jogos somente pelo lado do prazer e do divertimento, características por muito tempo consideradas como de pouca

¹¹ A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel está relacionada ao modelo de aprendizagem em que idéias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe (MOREIRA, 2011).

importância na formação de jovens (GOMES & FRIEDRICH, 2001). Parece que não é levado em consideração o grande potencial educativo que estes materiais podem apresentar, pois o estudante ao jogar ou brincar faz com que o jogo e o objeto de ensino tornem-se uma coisa só (VOLOPATO, 2002) potencializando o seu interesse pelo aprendizado. Desta forma, através deste recurso lúdico, é possível notar que podemos aumentar a predisposição do estudante para aprender, o que é um dos pré-requisitos para uma aprendizagem potencialmente significativa (MOREIRA, 2011) e, portanto mais duradoura, o que torna o estudante capaz de relacionar o conhecimento adquirido não apenas em situações semelhantes a apresentada, mas em diversas outras situações em sua vida diária.

Quando dirigimos o nosso olhar para as Ciências Biológicas encontramos trabalhos que trazem contribuições importantes para reduzir esta lacuna gerada pelo preconceito com a aplicação dos jogos como estratégia de ensino/aprendizagem. Duas áreas que despontam através do desenvolvimento de jogos estão ligadas ao ensino de temas em saúde e de biologia celular. Neste âmbito, trazemos como exemplos o caso de jogos que visam desenvolver hábitos de saúde com o objetivo de prevenir doenças parasitárias, tais como parasitoses intestinais “Jogo da Saúde” (TOSCANI et al., 2007), e esquistossomose “Por dentro da Esquistossomose” (OLIVEIRA et al., 2008).

Este último foi desenvolvido por pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz com o objetivo de promover o conhecimento e gerar motivação junto aos estudantes para adoção de medidas preventivas de controle dessa endemia. O público alvo deste estudo foi um grupo de alunos do Ensino Médio no município de Sumidouro-RJ. No trabalho fica patente que o objetivo inicial foi alcançado, mas que, segundo os próprios autores, existe ainda a necessidade de reformulações no jogo para que ele possa se tornar mais atraente e eficaz (OLIVEIRA et al., 2008).

Outros exemplos interessantes estão relacionado à temática “drogas”, onde destacamos o “Jogo da onda” desenvolvido e avaliado por Rebello et al. (2001) e Monteiro et al. (2003). O jogo aborda temas relacionados ao uso de drogas como, por exemplo, efeitos de drogas lícitas e ilícitas e suas ligações com conflitos pessoais. Além de constatarem a funcionalidade do jogo outros pontos interessantes foram observados e discutidos a partir da aplicação do mesmo. Foi visto que a iniciação ao uso de drogas está relacionada principalmente a pressão social de grupo, ao fácil acesso às drogas e ao não reconhecimento de que o consumo pessoal pode levar à dependência química (REBELLO, 2001). Já a ação das mesmas no sistema nervoso é abordada por Miller et al (2006) através

de um jogo de computador testado junto a alunos de cinco escolas do Texas nos Estados Unidos.

No México, Lizardo et al(2001) avaliaram o conhecimento de crianças sobre conceitos básicos de saúde em diversas áreas tais como em hábitos alimentares, hábitos de higiene, saúde oral e prevenção de vícios antes e após a utilização de uma versão modificada do jogo popular mexicano chamado de “*Serpientes y Escalera*”.

Podemos citar também a utilização de jogos por agentes comunitários de saúde do Programa de Saúde da Família, especificamente abordando casos de doenças respiratórias infantis (ANDRADE et al., 2008), e em ambulatórios de especialidade¹² para estimular a reflexão sobre o estilo de vida cotidiana do paciente, com o objetivo maior de levá-lo a relacionar tal fator à sua patologia, no caso específico *diabetes mellitus* (TORRES et al., 2003). Ambas as abordagens lograram êxito e obtiveram ganhos no sentido de melhorar a comunicação do profissional de saúde com o paciente, tornando-a mais efetiva e eficaz, sendo importante no processo de aquisição de conhecimento dos participantes da pesquisa, o que configurou as mesmas como ferramentas pedagógicas úteis na promoção de saúde.

Já na área de biologia celular temos o exemplo de dois jogos o “Célula Adentro” e o “Sintetizando proteínas”. O primeiro apresenta caráter investigativo onde os casos propostos abordam questões que envolvem a Biologia Celular e Molecular sempre através de pistas colhidas ao longo de um tabuleiro (SPIEGEL et al., 2008), e o segundo tem como proposta simular o processo de síntese protéica dentro da célula, dando a possibilidade ao aluno de vivenciar de forma lúdica tal processo (CARVALHO, 2009).

Esta diversidade de jogos não está representada em outros temas dentro da Biologia. Poucos são os trabalhos que propõem jogos ou investigam a utilização destes materiais pedagógicos no desenvolvimento, por exemplo, de temas relacionados à Biologia Evolutiva. Neste sentido, podemos destacar dois exemplos desenvolvidos e/ou testados na UFBA (Universidade Federal da Bahia), o jogo ‘calangos¹³’ e o jogo ‘clipsitacideos’. O primeiro é um jogo virtual que segundo seus autores seria baseado na apresentação de um caso ecológico referente às Dunas do Médio São Francisco, no Estado da Bahia. Desta forma o jogo objetiva criar um cenário com suficiente realismo, permitindo o estudante ter uma compreensão adequada dos processos ecológicos e evolutivos envolvidos em um cenário brasileiro.

¹² Ambulatórios de especialidades são espaços de saúde específicos para tratamento e acompanhamento de determinadas endemias, tais como *diabetes mellitus* e HIV.

¹³ Este jogo pode ser encontrado no site: <http://calangos.sourceforge.net/sobre.html>

Já o jogo ‘clipsitacideos’(VARGENS, 2009) teve como foco avaliar a eficácia da utilização desta atividade desenvolvida pela Universidade de Berkley na Califórnia em alunos do Ensino Médio de escolas brasileiras. Neste caso a avaliação dos conhecimentos dos alunos, antes e depois das intervenções, sugere que houve ganho no que diz respeito a aprendizagem. Contudo, neste trabalho não foi possível dizer que o aumento da frequência nas respostas corretas está relacionada à atividade lúdica proposta, pois o jogo e o controle parecem ter contribuído de forma semelhante na promoção deste aprendizado.

Balizados pelos resultados dos jogos apresentados acima e na potencialidade desta estratégia pedagógica constatamos que seria necessário ampliar as pesquisas sobre a sua utilidade e eficácia em diferentes áreas da Biologia a fim de aumentar o número de possíveis recursos que poderão fazer parte do arsenal didático que os professores utilizam na construção de suas aulas. Neste sentido, apresentaremos a seguir o jogo que foi desenvolvido e testado para esta dissertação. O mesmo visa contribuir para o ensino de evolução, mas especificamente o ensino sobre a classificação biológica através de uma abordagem investigativa capaz de fomentar discussões dos conceitos apontados anteriormente.

II - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral:

Desenvolver e investigar a aplicabilidade, efetividade e aceitação de um jogo de tabuleiro na construção de conceitos relacionados à classificação biológica no ensino formal de Biologia.

2.2 - Objetivos Específicos:

- 1) Identificar principais conceitos evolutivos presentes no discurso dos estudantes antes de serem apresentados, formalmente, aos conceitos subjacentes à classificação biológica.
- 2) Desenvolver um jogo de tabuleiro que possa ser utilizado em instituições de educação básica, principalmente em turmas do segundo ano do ensino médio que tenha por finalidade potencializar a aprendizagem dos conceitos de origem comum, homoplasia e homologia.
- 3) Avaliar os parâmetros de aplicabilidade, aceitação e efetividade pedagógica do jogo junto a alunos do segundo ano do ensino médio.

III - METODOLOGIA

3.1 – Sujeitos e local da pesquisa

Escolhemos como público alvo desta investigação alunos do Segundo ano do Ensino Médio¹⁴. Acreditamos que esta escolha poderia retratar com maior fidedignidade o desenvolvimento da construção do conhecimento sobre as questões centrais desta investigação (Origem comum; Homoplasia; Homologia; Classificação biológica; Biologia evolutiva).

A escolha desta parcela da educação básica ocorreu após levantamento prévio junto aos professores da unidade educacional onde realizamos este trabalho, pudemos averiguar que os alunos em questão já teriam tido a oportunidade de participar de aulas teórico/práticas sobre temas que poderiam embasar discussões relevantes aos temas desta pesquisa, tais como uma introdução à biologia celular, teorias sobre a origem da vida e ecologia.

Acreditamos que neste momento da construção do conhecimento científico dos alunos da educação básica seria interessante estimular o desenvolvimento de competências e habilidades que permitam os mesmos entender e aplicar os conceitos centrais que pretendemos trabalhar com o desenvolvimento deste jogo. Desta forma, proporcionaríamos um ambiente mais confortável para os estudantes prosseguirem com seus estudos de forma a construir, em caráter mais aprofundado, o seu conhecimento sobre relações de parentesco evolutivo, tanto através do estudo de botânica como de zoologia. E por este motivo levamos adiante as nossas investigações com esta parcela da comunidade escolar.

Procuramos levantar as principais dificuldades enfrentadas por tais discentes ao iniciar o seu estudo nesta etapa da educação básica e propomos uma atividade mediada por um jogo de tabuleiro com a intenção de facilitar o aprendizado de temas referentes à classificação biológica.

Para participar desta investigação escolhemos uma unidade educacional que faz parte do sistema de ensino público do Estado do Rio de Janeiro localizada na cidade de Teresópolis, município da Região Serrana.

¹⁴ Sobre a escolha do campo e do público participante: “*O pesquisador os escolhe em função das questões de interesse de estudo e também das condições de acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos*” (Alves-Mazzoti & Gewandszajder, 1998, p.162).

Uma breve caracterização da escola se faz necessária neste momento, para conhecermos a realidade sócio-econômica das comunidades que convivem neste estabelecimento de ensino. Esta escola se localiza no centro comercial de Teresópolis, recebendo alunos dos mais diferentes bairros da cidade, da zona rural e das redondezas. Os seus alunos são provenientes de diferentes classes sociais com um rendimento médio familiar em torno de R\$ 1200 (dados fornecidos pela direção da escola). A escolha desta instituição ocorreu por motivos de acessibilidade e de representatividade, sendo a instituição de ensino com maior número de alunos matriculados no município em questão (dados fornecidos pela direção da escola).

Fizeram parte da investigação 103 estudantes, sendo que 48,11% eram do sexo feminino e 51,89% do sexo masculino, todos matriculados no segundo ano do ensino médio com idades que variaram entre 15 e 19 anos e distribuídos em três diferentes turmas. Na seleção das turmas levou-se em conta principalmente o interesse dos alunos em participar do trabalho investigativo.

3.2 - Estratégias metodológicas

Para o desenvolvimento do referido estudo buscou-se utilizar a abordagem qualitativa de pesquisa em educação, que será complementada com a utilização de dados quantitativos que emergirão durante o seu desenvolvimento.

Sendo assim, o estudo foi dividido em duas etapas. Na primeira, a qual denominamos **classificação espontânea**, fizemos um levantamento dos principais conceitos apresentados pelos estudantes ao criar uma narrativa sobre o processo de diversificação de alguns filós animais, balisados sempre pela metodologia qualitativa do Grupo Focal. Já na segunda etapa, realizamos uma investigação referente a efetividade, didática e lúdica, de uma estratégia de ensino que se utiliza do jogo educativo *A árvore dos parentescos* através da análise de questionários desenvolvidos para esta dissertação, com o auxílio de um desenho experimental, onde a avaliação de aprendizagem seria baseada na avaliação de pré- e pós-testes.

3.2.1 - Classificação espontânea:

Esta etapa foi caracterizada pela identificação e discussão de algumas concepções de alunos do Ensino Médio com relação a uma atividade de classificação espontânea. Sendo assim, tivemos o intuito de conhecer quais seriam os principais conceitos

mobilizados durante tal atividade e de que forma os alunos se utilizariam de conhecimentos prévios ao longo da construção desta classificação. Também tivemos a intenção de buscar os tipos de “explicações evolutivas ou não” que apareceriam na fala dos mesmos, frequência e sentido.

A atividade Classificação Espontânea consistiu da apresentação de 15 fotos de espécimes pertencentes aos grupos taxonômicos indicados na Tabela 4.1. É importante salientar que nem todas as espécies utilizadas nesta etapa fazem parte do baralho ESPÉCIMES do jogo.

Esta etapa da pesquisa ocorreu no primeiro semestre do ano letivo de 2010, onde nove estudantes de uma mesma turma do Segundo ano do Ensino Médio, escolhidos por sorteio, foram convidados a participar desta atividade. Tomamos a liberdade de posicionar uma câmera no fundo da sala de aula duas semanas antes da realização da mesma com o objetivo de aclimatar os alunos à presença deste novo material e assim diminuir a interferência do mesmo no comportamento dos discentes no momento da atividade de classificação. É importante ressaltar que toda a discussão foi filmada, transcrita e posteriormente analisada gerando aproximadamente 90 minutos de gravação.

Guiados pelo contexto desta atividade pedagógica optamos por utilizar uma pesquisa exploratória baseada na metodologia qualitativa denominada de Grupo Focal. Segundo Veiga & Godim (2001), Dias (2000) e Rebello et al (2001), este tipo de abordagem permite estimular o pensamento científico por parte do aluno, trazendo à tona suas representações, sentimentos e hipóteses sobre o assunto proposto pelo moderador do grupo. Ela parte do pressuposto de que durante as interações entre os participantes podemos ver surgir informações mais ricas do que as obtidas pelo somatório de respostas individuais originadas de entrevistas. Tal dinâmica de interação de grupo pode ativar detalhes de experiências esquecidas ampliando o espectro de respostas além de desinibir os participantes, estimulando-os a demonstrar mais intensamente suas opiniões (CATERALL & MACLARAN, 1997; SOARES, 1997). De forma geral, o objetivo maior desta técnica é o de identificar percepções, sentimentos, atitudes e ideias sobre um determinado assunto.

Sendo assim, os estudantes foram reunidos em círculo para que pudessemos favorecer o debate e a troca de ideias entre os mesmos. O próprio pesquisador foi o mediador deste grupo, participando, através de fala, apenas em breves instantes da dinâmica. Esta participação ficou marcada no momento inicial da atividade onde o mesmo ressaltou a importância da participação dos estudantes nesta pesquisa além de apresentar o tema a ser debatido. Outras vezes, a sua intervenção se fez necessária, sempre com o

objetivo de redirecionar a discussão, em momentos onde os alunos apresentavam a tendência de escapar do foco da pesquisa.

Os resultados obtidos neste Grupo Focal serviram de alicerce para a construção do produto final desta dissertação - a atividade pedagógica (*A árvore dos parentescos*) - utilizada na próxima etapa desta investigação. Segundo Dias (2000), a utilização desta técnica (Grupo Focal) em pesquisas científicas permite o aprimoramento do olhar sobre as opiniões, crenças e práticas de um grupo social, assim como pode também orientar a formulação de hipóteses e do desenho de um projeto, que no nosso caso foi o jogo de tabuleiro.

A análise dos dados obtidos após a realização desta etapa será realizada buscando-se identificar sempre o mais significativo dentre as respostas obtidas com os sujeitos da pesquisa. Não será nosso objetivo realizar uma análise de discurso, mas sim, sucessivas leituras interpretativas dos dados gerados. Como dito anteriormente, buscamos através das relações dialógicas proporcionadas pela utilização desta metodologia entender os principais caminhos explicativos utilizados pelos estudantes para a construção de relações de parentesco.

O grupo focal é uma atividade qualitativa e não tem por objetivo apresentar tendências estatísticas das respostas dos alunos sobre o tema investigado. Contudo, tal atividade contribuiu para que, na carência de investigações similares, pudéssemos buscar aproximação de forma mais consistente das estruturas cognitivas, dos anseios e dos dilemas do pensamento evolutivo apresentados pelos estudantes desta etapa da Educação Básica, onde as principais dúvidas e questionamentos deste grupo de alunos foram aproveitadas no direcionamento da construção das questões norteadoras do jogo.

3.2.2 – Jogabilidade e efetividade do jogo

Nesta etapa da investigação procuramos testar o poder lúdico do jogo em mobilizar interesse e instigar o aprendizado dos estudantes. Buscamos também avaliar o seu papel na construção cognitiva dos mesmos. Neste momento, nos preocupamos em responder as seguintes questões:

- O jogo apresenta dinâmica atrativa para os estudantes?
- O jogo oferece regras claras e recursos para que os estudantes realizem o que lhes é proposto?
- A dinâmica do jogo auxilia em um maior aprendizado de questões ligadas à origem comum, homoplasia e homologia?

- O jogo é capaz de potencializar de modo mais significativo o discurso Histórico Evolutivo de forma a ser mais facilmente percebido pelos estudantes como a representação cientificamente aceita para explicar a diversidade e a adaptação das espécies?

A diretora da instituição de ensino participante da pesquisa nos permitiu permanecer no referido estabelecimento durante os meses de Fevereiro e Março de 2011. Esta escola possui no turno da manhã 06 (seis) turmas de segundo ano do Ensino Médio, que ao todo somam 220 estudantes, com uma média de 36 alunos por turma.

Destas seis turmas sorteamos apenas três. Após o convite formal feito aos alunos encaminhamos para os seus responsáveis os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No TCLE apresentamos brevemente os objetivos deste estudo e deixamos claro que a participação do mesmo não seria obrigatória e que tal atividade não estaria vinculada a obtenção de nota em qualquer disciplina. No total tivemos a participação de 94 alunos nesta etapa da investigação.

É importante frisar que em nosso desenho experimental as turmas que participaram da investigação foram agrupadas aleatoriamente em um dos três grupos abaixo (Figura 3.1):

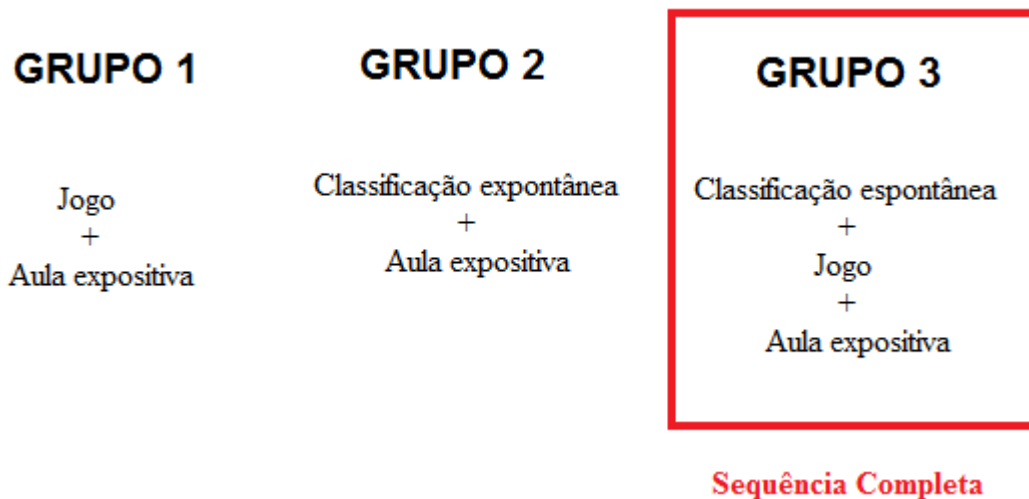


FIGURA 3.1. Distribuição das turmas em três grupos (1, 2 e 3) e indicação da atividade aplicada em cada um.

A comparação entre os grupos 1 e 2 destinou-se a apresentar pistas sobre a influência do jogo no aprendizado dos temas chaves desta investigação. O Grupo 2 apresenta uma situação de aprendizado onde os estudantes são levados a mobilizar o seu conhecimento prévio através de uma atividade prática de construção de uma classificação

espontânea, aos moldes da atividade realizada na etapa anterior que recebe o mesmo nome (Classificação Espontânea).

Desta forma, os alunos foram separados em grupos com cinco componentes sendo convidados a classificar e representar, em uma folha em branco, a história evolutiva de algumas espécies do reino animal (Tabela 4.1). Acreditávamos que assim eles mobilizariam os seus conhecimentos prévios sobre a história evolutiva dos organismos. Ao final da atividade os estudantes foram instigados a comparar as suas representações e a tentar chegar a um consenso. A duração total desta etapa foi de aproximadamente 80 minutos, o que representa duas aulas. No encontro seguinte (após uma semana), uma aula com duração de 40 minutos foi ministrada. Nesta aula procuramos apresentar de forma expositiva os conceitos subjacentes à classificação biológica dando um enfoque especial a questões referentes a caracterização de parentesco entre as espécies. A árvore apresentada pelo jogo foi utilizada nesta aula como exemplo inicial de como cladogramas podem ser utilizados para representar origem comum.

Já para o **Grupo 1**, a atividade de classificação espontânea foi substituída pela aplicação do jogo, que também durou cerca de 80 minutos. E no encontro seguinte (após uma semana) foi aplicada a mesma aula expositiva descrita acima.

É importante reparar que para estes dois grupos foram ministradas aulas expositivas muito semelhantes, haja visto que a similaridade total entre duas aulas aplicadas sobre o mesmo assunto em tempo e turmas diferentes é algo praticamente impossível, pois mesmo aulas puramente expositivas estão sujeitas a interações dialógicas entre professor-aluno e aluno-aluno. Entretanto, como medida para minimizar a ação desta variável no resultado final foi utilizado o mesmo recurso didático (*datashow* e apresentação com *slides* previamente definidos) e o mesmo tempo de execução. A maior variação ocorreu na atividade inicial, jogo ou classificação espontânea, e é este ponto, esta variável, que procuramos testar em nosso experimento.

Esperamos assim ver a influência da utilização do jogo no aprendizado dos estudantes através da comparação dos resultados obtidos no pré e no pós-teste dos grupos que utilizaram uma das duas variáveis a seguir: jogo / classificação espontânea.

Entretanto, sabemos que as turmas são constituídas por diferentes alunos, com vivências sócio-culturais particularizadas que poderiam ser importantes na influência da análise dos resultados. Uma turma poderia, por exemplo, possuir um maior número de alunos com conhecimento prévio sobre o assunto o que mascararia a influência da

utilização das diferentes abordagens de ensino apresentadas tanto para o grupo 1 quanto para o grupo 2.

Também por este motivo instituímos o pré-teste, para podermos comparar minimamente as turmas investigadas no que tange os seus conhecimentos prévios, de forma a perceber as suas semelhanças e diferenças, haja visto que em pesquisas desta natureza o controle sobre esta variável não é possível.

É interessante frisar que utilizamos a mesma perspectiva pedagógica na construção das atividades desenvolvidas no Grupo 1 e no Grupo 2. Nestes, o conhecimento prévio do estudante é aproveitado como motivador de questionamentos que serão desenvolvidos posteriormente, em uma aula expositiva, de forma conceitual. A nossa principal preocupação era a de tirar o aluno da posição passiva de receptor de conhecimento desenvolvendo atividades em que os mesmos pudessem apresentar suas certezas e incertezas sobre o assunto. Desta forma, tivemos a preocupação de diminuir a influência de metodologias pedagógicas muito diferenciadas nos resultados obtidos ao final da investigação, tornando a análise mais focada nos nossos objetivos iniciais, ou seja, menos heterogênea.

O **Grupo 3** corresponde a uma seqüência didática que sugerimos inicialmente como ideal para aplicação deste jogo. Ela inicia com uma atividade de classificação espontânea, idêntica à descrita para o grupo 2. Depois é aplicado o jogo e somente então as questões mais conceituais são abordadas na aula expositiva. Não é nossa intenção comparar diretamente esta seqüência com a testada pelos grupos 1 e 2. Nesta, a variável tempo é maior do que nos outros dois grupos o que poderia alterar significativamente os resultados obtidos aqui. A nossa intenção é ver o quanto uma abordagem baseada em um jogo lúdico, que tem como objetivo mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, pode ser importante no processo de aprendizagem de conceitos relativos a classificação biológica. Para isso, pequenas comparações com os outros dois grupos serão realizadas a fim de vislumbrar possibilidades de desenvolvimento de uma seqüência didática eficaz para ser sugerida, ao final desta dissertação, a professores da educação básica.

A avaliação destes cenários de aprendizagem aconteceu através da aplicação de pré e pós-testes. O pré-teste foi aplicado antes do desenvolvimento de qualquer atividade com as turmas que fizeram parte da investigação, enquanto o pós-teste foi aplicado exatamente após a seqüência de atividades proposta pelo grupo em questão (ver Figura 3.1).

Também procuramos investigar a jogabilidade e a aceitação do jogo. Para ambos os casos utilizamos questionários estruturado (ANEXOS II e III) que foram aplicados

imediatamente após a conclusão do jogo, tanto no Grupo 1 como no Grupo 3, pois são os únicos grupos que utilizam o jogo na sua sequência didática. Estes foram construídos com questões que deveriam ser julgadas pelos entrevistados conforme o seu grau de aceitação, gerando um total de seis questões. Nestas aplicamos uma escala que se baseia na premissa de que a atitude geral que um indivíduo apresenta em uma determinada situação remete às suas crenças sobre o objeto da atitude, escala tipo Likert (GAY, 1987; MARK, 1996; ROBSON, 2001, COSTA et al., 2011). Assim, os entrevistados puderam julgar diferentes afirmativas sobre o jogo tendo a possibilidade de escolher ora entre 4 distintas opções (Discordo totalmente, Discordo, Concordo parcialmente, Concordo totalmente), ora escolhendo uma nota dentro de uma escala que poderia variar entre 1 e 7. Esta abordagem é comum em análises estatísticas sendo usualmente utilizada no campo do ensino de biociências (ver RHEINHEIMER, 2009; COSTA et al., 2011 para exemplos). É importante ressaltar que os estudantes tinham espaço para justificar as suas respostas, sempre que assim desejassem.

Em todas as etapas do trabalho, as atividades foram pautadas pela ética em pesquisas com seres humanos, com a coleta de assinatura de termos de parceria com autorizações para divulgação de dados, sem identificação dos sujeitos. Optamos por identificar os estudantes através de uma letra que não seria a primeira de seu nome, sempre que necessário, para manter o anonimato prometido aos mesmos.

3.2.3 – Análise dos dados quantitativos

As questões apresentadas no questionário utilizado na abordagem pré/pós-testes foram estruturadas de modo que o estudante pudesse expressar sua concordância ou discordância em relação a afirmativas feitas sobre questões conceituais desenvolvidas pelo jogo (Anexo II, Questões 2, 3 e 5). Tal concordância deveria ser expressa pelo estudante através da escolha de uma entre quatro opções, onde o maior nível de concordância estaria relacionado a alternativa *Concordo Totalmente*, e o menor nível seria a opção *Discordo Totalmente*. Para efeitos estatísticos fizemos uma conversão das respostas para valores numéricos. A Tabela 3.1 abaixo apresenta a escala de conversão utilizada para todas as afirmativas.

Tabela 3.1: Escala numérica adotada na transformação das opções dos alunos em relação às afirmativas do questionário cognitivo (Anexo II)

Opção de resposta	Valor atribuído
Concordo totalmente	4
Concordo parcialmente	3
Discordo parcialmente	2
Discordo totalmente	1

Após realizar a conversão numérica, analisamos as respostas através do programa Graph Pad utilizando o teste *one way* ANOVA que é utilizado para a comparação de médias obtidas em grupos diferentes. Consideramos as diferenças como significativas somente quando $p < 0,05$.

IV - RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 – CONSTRUÇÃO DO JOGO

Segundo as recomendações do Ministério da Educação (MEC) (BRASIL, 2004), as principais áreas de interesse da Biologia contemporânea estão voltadas para a compreensão de como a vida (inclusive a humana) se organiza, estabelece interações, se reproduz, se transforma e evolui, desde sua origem até a diversidade existente nos dias de hoje. Este mesmo documento sugere que as finalidades do ensino sobre a diversidade biológica devam ser as de caracterizar a diversidade da vida, sua distribuição nos diferentes ambientes, e de compreender os mecanismos que favoreceram a enorme diversificação dos seres vivos.

Por mais que estas indicações estejam presentes em documentos oficiais e que sejam discutidas por especialistas da área de forma cada vez mais intensa¹⁵, podemos observar que a incompreensão dos mecanismos evolutivos acaba por gerar barreiras tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na própria aprendizagem dos alunos de temas relacionados à biologia evolutiva (ALMEIDA & FALCÃO, 2005; BIZZO, 1991; GOEDERT, 2004; GOULD, 1987; MARTINS, 1998; TIDON & LEWONTIN, 2004; WAIZBORT, 2001).

Segundo Costa et al (2011), ao final do Ensino Médio os estudantes tendem a acreditar em um tipo de evolucionismo com conceitos misturados aos de religiões, em que um *designer inteligente*, um arquiteto metafísico, seria responsável pela construção de toda a diversidade biológica, desde a criação dos primeiros seres até o aparecimento das espécies que hoje são encontradas. Tais estudantes parecem construir, em diferentes graus, uma síntese entre teoria científica e o conhecimento religioso por meio da criação de modelos pessoais, o que leva a percepções equivocadas do processo evolutivo.

Muito se discute sobre como melhorar o ensino de conceitos importantes para entendimento, de forma científica, do processo evolutivo. Contudo, algumas destas propostas esbarram em um problema crônico nas escolas brasileiras, o *tempo*.

O tempo disponibilizado pelos professores para o ensino de evolução durante o Ensino Médio pode não ser suficiente para esclarecer os principais conceitos que

¹⁵ “Desde que a evolução ganhou centralidade nas Ciências Biológicas, muitos pesquisadores passaram a reconhecer a importância deste ramo do conhecimento nas disciplinas escolares. Isso é melhor evidenciado ao observarmos tanto documentos curriculares oficiais – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2004) – quanto a produção de autores nacionais tais como Silva-Porto (2008); Santos (2002), os quais reafirmam a importância da evolução no ambiente escolar.” (COSTA et al., 2011). Outros autores trabalharam a mesma temática em alunos do ensino superior, como é o caso de SEPÚLVEDA & EL-HANI (2006)

estruturam a teoria da evolução (TIDON & LEWONTIN, 2004). Além disso, segundo Goedert (2004) é possível notar que na grande maioria das escolas brasileiras a Evolução Biológica não tem sido adotada como eixo integrador, como seria esperado nas aulas de Ciências e Biologia, nos materiais didáticos, nos vestibulares e nos processos de reformulação dos currículos universitários. Desta forma, a fragmentação do conhecimento biológico se torna cada vez maior nas salas de aula, o que dificulta uma visão mais integrada da biologia.

Baseado nessa incompreensão do processo evolutivo, do pouco tempo disponibilizado para a discussão deste tema ao longo do ensino médio e na fragmentação dos corpos de conhecimento que compõem esta Ciência, acreditamos que estratégias aplicadas ao longo do processo, e não apenas ao final do mesmo, seriam mais eficazes para promover um aprendizado mais estruturado de temas polêmicos como este, diminuindo assim a chance do desenvolvimento de ideias baseadas no senso comum ou, então na formação de quimeras como é o caso do designer inteligente.

As razões elencadas acima fizeram eco nas percepções pessoais do pesquisador desta investigação enquanto docente da educação básica e superior em instituições públicas e privadas do Estado do Rio de Janeiro. Tais percepções são denominadas por Bunge (1980) como vivência pessoal de “conhecimento ordinário”, não especializado, adquirido mediante a experiência e que se enriquece ou refuta através da investigação. É um conhecimento importante em função de haver sido estruturado no cotidiano das salas de aula, como fruto de observações e reflexões do investigador.

Desta forma, todas as informações citadas acima convergiram no sentido de se tornarem motivadoras para iniciarmos a construção de um jogo didático que objetivasse desenvolver, no segundo ano do Ensino Médio, conceitos importantes para o entendimento da relação evolutiva entre os organismos vivos, tais como: *origem comum, homologia, homoplasia e classificação biológica*.

O jogo *A árvore dos parentescos* foi então desenvolvido durante os dois terços iniciais do tempo de desenvolvimento desta dissertação. Para tal, utilizamos informações colhidas a partir de uma atividade que foi detalhada na seção METODOLOGIA e será desenvolvida nos RESULTADO E DISCUSSÃO. É pertinente esclarecer neste momento que tal atividade, considerada diagnóstica, nos apresentou alguns padrões na forma com que os estudantes utilizam o seu conhecimento sobre os seres vivos na hora de classificá-los. Sendo assim, pudemos aproveitá-la de forma bastante pertinente para a construção do

material pedagógico desenvolvendo questões mais próximas à estrutura cognitiva dos alunos.

Entretanto, ao longo deste período desenvolvemos cinco propostas diferentes de tabuleiros, cada qual com suas regras e peculiaridades. Em uma destas propostas testamos a utilização de dois tabuleiros simultâneos, um representando uma cidade onde o aluno deveria se deslocar para colher informações (pistas) e o outro uma árvore filogenética que deveria ser preenchida pelos estudantes. Todas estas ‘tentativas’ de desenvolvimento do jogo foram apresentadas a alunos do Ensino Médio e do programa de pós-graduação em ensino de biociências e saúde (Pós-EBS/FIOCRUZ) com intuito de colhermos, de forma não sistemática, informações para o aprimoramento da ideia central desta dissertação.

A variável tempo de duração sempre foi o maior entrave encontrado nas versões iniciais. E foi neste sentido que a participação dos estudantes do ensino médio foi muito importante, eles colaboraram dando suas opiniões sobre como o jogo poderia se tornar mais atraente. Alguns pensamentos sobre como conduzir os alunos ao longo desta atividade lúdica foram reformulados no decorrer do período de testes iniciais, levando a configuração apresentada neste trabalho.

Diante deste cenário “nasce” o jogo *A árvore dos parentescos*. Ele se propõe a apresentar, de forma lúdica e através de uma narrativa investigativa, conceitos e formas de entender o processo evolutivo capazes de explicar a ordenação genealógica das árvores filogenéticas. Nele, os alunos terão a possibilidade de participar ativamente da construção de um cladograma que relaciona algumas espécies de animais, que na sua maioria são nativas do Brasil, através da coleta de pistas ao longo de uma trajetória de casas desenhadas na árvore evolutiva (tabuleiro). Desenvolvemos o mesmo para que ele possa propiciar discussões relevantes tanto para a classificação biológica quanto para a biologia evolutiva, tais como:

Qual o melhor critério para classificação das espécies?

Como explicar o parentesco entre as espécies?

Qual a origem e a importância de características homólogas e homoplásticas para o entendimento da diversidade biológica?

Devemos deixar claro que a figura do professor é imprescindível no decorrer desta atividade e se torna ainda mais importante após a realização da mesma. Ele é o responsável por dirimir pequenas dúvidas ao longo da aplicação do jogo e de encaminhar as discussões

que surgirem após o mesmo. A participação do professor no processo de ensino/aprendizagem não é diminuída ou anulada na aplicação de metodologias educacionais ativas baseadas em jogos didáticos, o professor continua sendo o mediador do conhecimento (OLIVEIRA et al., 2008).

4.1.1 – Narrativa e descrição dos componentes físicos do jogo:

Este jogo é composto por:

- Um tabuleiro contendo o desenho de uma árvore filogenética estilizada na forma de trilhas por sobre os galhos de uma árvore. Estas serão percorridas pelos jogadores ao longo do desenvolvimento do mesmo, contendo casas que permitem os jogadores acessar diferentes informações (ANEXO IV);
- Dezesesseis cartas representando espécies de vertebrados que deverão ser classificados ao longo do jogo (ANEXO VII);
- Trinta e sete cartas divididas em dois baralhos diferentes. O primeiro contém 22 cartas contendo informações relacionadas ao comportamento, a origem ou mesmo a morfologia das espécies de vertebrados, além de contar com o um ‘Sorte ou Revés’ (ANEXO V). O segundo baralho contém 15 cartas com dicas mais diretas sobre a classificação de tais organismos ou então pequenas atividades, tais como, mímica e descubra o desenho, que devem ser realizadas pela dupla (ANEXO VI);
- Um caderno de anotações;
- Quatro peões de cores diferentes que representarão os jogadores;
- Dois dados de seis faces;
- Cinco cartões com regras e objetivos do jogo (ANEXO VIII).

O jogo caracteriza-se pela sua abordagem investigativa. Os alunos são convidados a desvendar e revelar para a comunidade científica os achados de um naturalista brasileiro (personagem fictício) que viveu na cidade do Rio de Janeiro no princípio do século XX e morreu de forma misteriosa antes que pudesse compartilhar a sua pesquisa sobre a história evolutiva de alguns vertebrados. Estudioso de zoologia e curioso sobre os processos e mecanismos capazes de explicar a origem e a diversidade biológica existente na Terra levantou hipóteses de uma “classificação natural” para um grupo de 15 espécies de vertebrados terrestres (Tabela 4.1) dentre as quais apenas a salamandra de fogo (*Salamandra salamandra*), o mandril (*Mandrillus sphinx*) o babuíno (*Papio anubi*) e o chimpanzé (*Pan troglodytes*) não são espécies nativas dos biomas brasileiros.

Tabela 4.1 - Distribuição das espécies utilizadas na atividade Classificação Biológica e seus respectivos grupos taxonômicos.

	ANFÍBIOS	RÉPTEIS	AVES	MAMÍFEROS
Espécies utilizadas	Sapo Cururu (<u>Bufo marinus</u>)	Jibóia (<u>Boa constrictor</u>)	Tangará (<u>Chiroxiphia caudata</u>)	Mandril (<u>Mandrillus sphinx</u>)
	Salamandra de Fogo (<u>Salamandra salamandra</u>)	Lagarto Jacaré (<u>Dracaena guianensis</u>)	Pardal (<u>Passer domesticus</u>)	Babuíno (<u>Papio anubi</u>)
		Jacaré do Papo Amarelo (<u>Caiman latirostris</u>)	Tié Sangue (<u>Ramphocelus bresilius</u>)	Chimpanzé (<u>Pan troglodytes</u>)
				Homem (<u>Homo sapiens</u>)
				Queixada (<u>Pecari tajacu</u>)
				Veado Galheiro (<u>Blastocerus dichotomus</u>)
				Morcego pescador (<u>Noctilio leporinus</u>)

Todos os animais que fizeram parte da pesquisa do personagem deste jogo estarão em uma pilha de cartas denominada “ESPÉCIMES” que serão coletadas ao longo da partida e poderão ser compartilhadas pelos integrantes pertencentes à mesma dupla (Figura 4.1).

O pesquisador analisou também casos relacionados com a morfologia de alguns animais que possuem diferença marcantes entre os sexos (dimorfismo sexual). As espécies escolhidas apresentam diferenças visíveis, seja no que se refere à morfologia (cores, tamanho) ou mesmo relacionadas ao comportamento (canto, territorialidade). Os exemplares presentes nesta atividade são: Tangará, Tié-sangue e o Veado Galheiro (Figura 4.2). Sendo assim, os jogadores entrarão em contato com um total de 18 espécimes divididos em 15 espécies distintas, pois as fêmeas e os machos das espécies com dimorfismo sexual também fazem parte do jogo.



FIGURA 4.1 - Exemplos de cartas, frente e verso, que fazem parte da “pilha” denominada ESPÉCIMES.

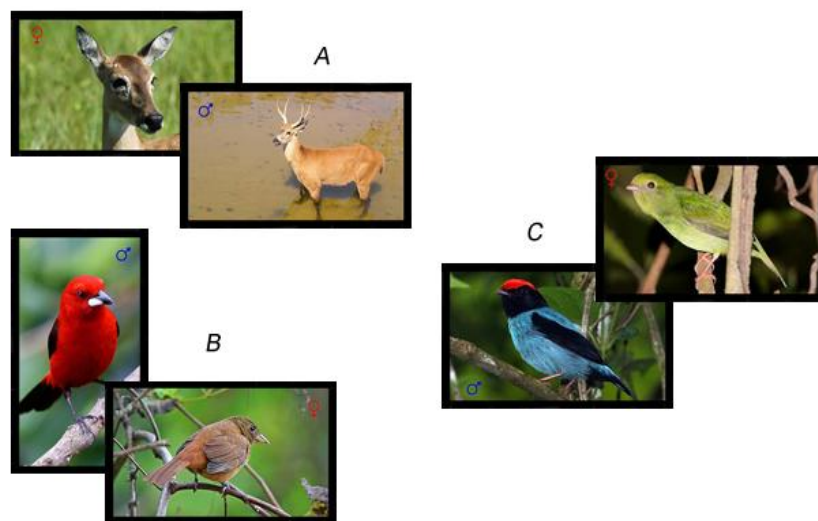


FIGURA 4.2 - Espécimes com dimorfismo sexual presentes na pilha de cartas denominada ESPÉCIMES. Os espécimes representados pela letra: A pertencem à espécie Blastocerus dichotomus (Veado Galheiro), B são representantes da espécie Ramphocelus bresilius (Tié Sangue), C recebem o nome científico de Chiroxiphia caudata (Tangará).

4.1.2 – Início do jogo

A atividade tem início com a separação de duas duplas que jogarão de forma cooperativa entre os componentes da mesma e competitiva entre os integrantes das diferentes duplas, vencendo aquela que conseguir classificar o maior número de espécimes de forma correta. Para alcançar este objetivo, os jogadores devem explorar um tabuleiro em forma de uma árvore filogenética (Figura 4.3) que reúne os vertebrados apresentados na Tabela 4.1. Esperávamos que ao longo do jogo os alunos pudessem perceber que o tabuleiro representava a classificação dos espécimes que seriam coletados e que eles poderiam internalizar a proposta por trás desta atividade educativa.

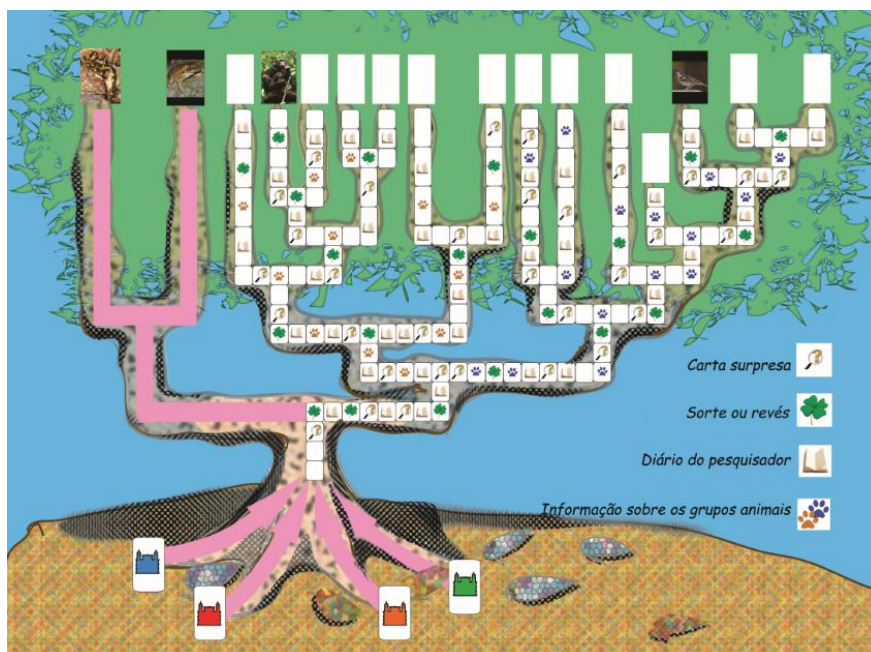


FIGURA 4.3. Tabuleiro em forma de árvore filogenética.

Para coordenar as rodadas, organizar as atividades durante o jogo e conferir a pontuação final das duplas decidimos incluir a figura de um aluno coordenador. Este receberia as instruções iniciais de como o jogo deve ser conduzido, além de receber uma cópia do tabuleiro com a classificação final do mesmo.

Formada as duplas e escolhido o aluno coordenador, os jogadores deverão se deslocar pelo tabuleiro após o lance de um ou dois dados de seis faces. O jogador terá controle sobre esta variável, sendo assim, ele decidirá se quer andar mais rápido pelo tabuleiro ou mais lentamente. O objetivo inicial é o de recolher pistas que os capacitem realizar a classificação dos animais apresentados. Este tabuleiro permite o livre deslocamento dos jogadores, sendo permitido voltar o caminho já percorrido ou tomar um novo, sempre que o mesmo julgar necessário.

Desta forma, as pistas estarão distribuídas nas diferentes casas ao longo do tabuleiro, onde cada uma delas contém informações específicas que deverão auxiliar o desenvolvimento e a solução do problema.

Os pensamentos do naturalista, suas dúvidas e suas descobertas estão representados em casas chamadas de “DIÁRIO DO PESQUISADOR”. Cada informação correspondente a estas casas representa um trecho do diário confidencial deste cientista e contém dados teóricos sobre classificação, homologia, analogia, origem comum e seleção natural sendo trabalhadas de forma a apresentar a importância de cada uma no entendimento do pensamento evolutivo utilizado para a construção de árvores filogenéticas. Acreditamos

que estas informações devam assumir um papel relevante no processo de aprendizagem do estudante, elas articulam pensamentos facilmente encontrados em alunos do ensino médio e os contrapõem com o que a ciência expõe sobre o assunto.

Informações técnicas sobre características das espécies e falas sobre a evolução destes grupos são apresentadas por uma série de casas espalhadas pelo tabuleiro chamadas de “INFORMAÇÕES SOBRE OS GRUPOS ANIMAIS”. Neste ponto os alunos terão acesso a um leque maior de elementos sobre a fisiologia, a anatomia e a história evolutiva específica dos grupos animais.

Outra casa possível de ser acessada ao longo do jogo é a que denominamos de “SORTE OU REVÉS”. Nela o jogador será exposto a eventos que podem favorecer a sua progressão na partida (SORTE), conferindo ao mesmo, por exemplo, a possibilidade de uma nova jogada ou mesmo de acesso a uma pista da dupla adversária. Contudo, como estamos falando de uma casa que tem a característica de trazer também maus presságios (REVÉS) o jogador poderá, por exemplo, ficar uma rodada sem jogar ou então ter que retornar 10 casas. Sorte ou revés são eventos randômicos, independentes da manipulação estratégica dos jogadores, o que acreditamos que inclua mais dinamismo ao jogo.

As informações respectivas a estas três casas (Diário do pesquisador, Informações sobre grupos animais e Sorte ou revés) fazem parte do mesmo baralho. Ao parar sobre uma destas casas o jogador deverá sortear uma carta do baralho e consultar o texto referente a mesma (Figura 4.4).



FIGURA 4.4 - Exemplos de cartas, frente e verso, que fazem parte da “pilha” que guarda informações sobre as casas: Diário do pesquisador, informações sobre grupos animais e sorte ou revés.

Ainda sobre as casas deste tabuleiro, encontramos algumas que são pistas mais diretas, menos cifradas, para a classificação final das espécies, são suposições que precisam de um mínimo de entendimento teórico para serem interpretadas, tais como

árvores incompletas, explicações que ajudam na interpretação de cladogramas ou mesmo trechos de pensamentos com informações de alta relevância sobre a biologia de alguns espécimes do jogo. Estas casas são representadas por pontos de interrogação (ver Figura 4.3). O jogador também poderá encontrar, dentro deste baralho, cartas que torne obrigatória a realização de uma tarefa por parte da dupla, normalmente envolvendo mímica, para obter uma destas informações privilegiadas. Chamamos este baralho de “CARTA SURPRESA” (Figura 4.5).



FIGURA 4.5 - Exemplos de cartas encontradas na pilha de cartas denominada CARTA SURPRESA.

Sempre que um jogador conseguir chegar ao final de um dos ramos da árvore/tabuleiro ele poderá indicar, em voz alta, qual animal deveria estar classificado naquela região. Caso o aluno acerte, o jogador coordenador deverá creditar um ponto a dupla, deixando a carta com a foto do referido animal naquele local, inviabilizando a tentativa de obtenção de pontos, neste espaço, pela outra dupla. Vence a dupla que apresentar um maior número de classificações corretas.

4.2 – GRUPO FOCAL – CLASSIFICAÇÃO ESPONTÂNEA

Os alunos sorteados para participar desta etapa foram reunidos em uma sala de aula temporariamente cedida pela própria instituição de Ensino Básico que faz parte desta investigação. Neste local a atividade de classificação biológica teve início com uma breve fala do pesquisador sobre a definição geral de classificação (ANEXO I). Após este

momento os alunos foram convocados a trabalhar em grupo com o objetivo de classificar as fotos dos animais apresentados na Tabela 4.1.

Primeiramente, os estudantes demonstraram possuir um bom conhecimento básico sobre Zoologia. É interessante assinalar que eles conseguiram reunir corretamente, em grandes grupos taxonômicos, todos os espécimes apresentados, mesmo quando a confusão seria aceitável, como é o caso da salamandra que por analogia morfológica com os lagartos poderia ser facilmente confundida e classificada como um réptil.

Sem muita discordância os alunos organizaram os 17 espécimes em cinco grupos, Mamíferos, Aves, Répteis, Anfíbios e Artrópodes, que segundo esta organização não apresentava ligações de parentesco evolutivo.

Contudo, quando questionados sobre a relação evolutiva entre tais organismos, os mesmos demonstraram insegurança, o que abriu espaço para uma discussão sobre qual seria o melhor método, a melhor forma, para realizar a atividade.

Durante as primeiras tentativas de classificação os alunos lançaram mão de algumas estratégias já observadas e descritas pela literatura. Eles utilizaram primeiramente a ideia de uma evolução progressiva e direcional, onde alguns organismos dariam origem a outros de forma sequencial como fica demonstrado nos dois exemplos de diálogo transcritos abaixo.

“(155) **PROFESSOR** [...] vocês acham que tem mais alguma relação entre os grupos?

(156) **N** - Essa tá paquerando essa!

(157) **TODOS** - Risos ...

(158) **G** – De origem?

(159) **PROFESSOR** – De origem? Como assim?

(160) **C** – Um saiu do outro.”

“(186) **PROFESSOR** – É isso, vocês acham que os passarinhos vieram antes dos répteis?

(187) **C** – Porque eles estão juntos? É assim!

(188) **S** – O mamífero evoluiu do pássaro ...

(189) **N** – Eu acho que os menores vieram primeiro.”

É como se os animais pudessem ser enfileirados para demonstrar os passos da evolução. É interessante notar que esta ordenação parece representar também uma gradação relacionada diretamente a um caminhar em direção à perfeição. As espécies seriam ordenadas em grau crescente de aproximação a esta perfeição, no qual o homem estaria no topo de tal representação e a base seria ocupada por seres de tamanho reduzido. É como se o processo evolutivo pudesse ser representado por uma “escada” ou uma “escalada” onde os diferentes degraus seriam ocupados pelas espécies. Este fato parece ser

evidenciado nos diálogos representados abaixo onde alguns estudantes dizem que os macacos ocupam uma posição neste ordenamento e que somente ficariam abaixo dos seres humanos, isto porque o homem seria o espécime “[...] *mais evoluído*”.

“(168) **PROFESSOR** -[...] Então eu gostaria que vocês representassem aqui. Vocês acham que eles surgiram ao mesmo tempo?

(169) **N** - Não.

(170) **PROFESSOR** – Então, como foi a ordem de aparecimento?

(171) **C** - O macaco foi o último antes da gente.

(415) **PROFESSOR** - Porque vocês colocaram o homem no final?

(416) **A** - Porque ele é o mais evoluído...”

Esta forma de ordenar a complexidade da vida apresenta algumas semelhanças com a teoria da *Scala Naturae* encontrada em escritos aristotélicos e que foi largamente aceita por filósofos e teólogos até a primeira metade do século XIX, tais como Descartes e Kant, sendo também observada, em parte, nos textos de Jean-Baptiste Lamarck (MAYR [2000], 2007). Tal “*scala*” também é conhecida como ordenamento pela “perfeição crescente”, esta teoria preconiza a existência de uma sequência continuada, do mais imperfeito átomo da matéria até o organismo mais perfeito, o homem. Esta forma de pensar fundamenta-se no princípio platônico de plenitude, perfeição ou superioridade e no princípio aristotélico de continuidade (MAYR, 1982; PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2011). Vale ressaltar que esta não é uma teoria evolucionista, nela as espécies estão fixas no tempo ocupando apenas o degrau que lhe foi conferido.

Entretanto, diferente do pressuposto fixista existente nesta escala, os estudantes introduziram uma possibilidade de modificação das espécies ao longo do tempo.

Tal ideia de temporalidade nos remete à interpretação que Lamarck apresentou em seu livro *Filosofia Zoológica* para o surgimento da diversidade biológica presente em nossos dias. No capítulo VII deste livro, Lamarck escreve que com relação à escala animal pode-se notar que as “massas” que compõem tais escalas sofreriam uma degeneração irregular, mas progressiva caso iniciemos a nossa observação pelos organismos que ocupam o seu ponto mais alto. Desta forma, observaríamos uma simplificação dos corpos vivos ao direcionarmos o nosso olhar para as espécies da base desta escala (Lamarck [1808], 1986).

No que se refere ao espaço escolar, vemos que Santos & Calor (2007-b) relatam que esta forma de interpretação deve ser considerada errônea no âmbito do conhecimento da biologia evolutiva atual. Todavia essa concepção é bastante comum nas aulas ou textos

de biologia, o que acaba por apresentar um quadro distorcido do processo evolutivo, centrado principalmente na ideia de transformação direta de um grupo ‘A’ em um grupo ‘B’ e na ideia de perfeição.

Para justificar esta classificação os alunos procuraram investir em diferentes passagens explicativas onde a teleologia¹⁶ estaria envolvida. Para eles cada organismo considerado primitivo, localizado no degrau mais inferior da escada evolutiva, deveria “desenvolver” certas estruturas com um propósito final, o de se adaptar ao meio. Assim, tais organismos poderiam sobreviver no novo ambiente ao qual estariam se submetendo.

"(164) **N** – Começou tudo de um lugar só e foram evoluindo de acordo com as suas necessidades ...

(176) **A** - Anfíbio primeiro.

(177) **C** - Anfíbio primeiro por quê?

(178) **N** - Anfíbio primeiro que os répteis por que ...

(179) **C** - Não gente, os répteis vieram dos dinossauros ...

(180) **A** – Os anfíbios vieram antes dos dinossauros

(181) **N** - Os anfíbios eram molinhos e ai os répteis precisavam de uma carcaça e ai desenvolveram.” (Grifo nosso)

“(199) **PROFESSOR** – Então você está me dizendo que [...] Dos anfíbios apareceram os aracnídeos, dos aracnídeos apareceram os insetos e destes apareceram as aves?

(200) **N** – Mas não é bem assim, saiu dos insetos e virou um passarinho

(201) **PROFESSOR** – Vocês não me disseram que foi um se transformando no outro?

(202) **N** – Eu acho que foi acontecendo segundo a necessidade do outro” (Grifo nosso)

Esta não é uma característica exclusiva deste grupo de alunos, pois segundo Sepúlveda & El-Hani (2008), a ideia de “funcionalidade” do organismo na natureza é frequentemente encontrada no discurso de estudantes da mesma faixa etária. Segundo estes autores, é comum que adaptações encontradas nos seres vivos sejam relacionadas, em salas de aulas, a um propósito pré-determinado de acordo com uma perspectiva teleológica.

Esta forma de pensamento finalista também é encontrada com certa frequência em trabalhos que buscaram compreender a natureza das concepções alternativas dos alunos sobre evolução (ALMEIDA & FALCÃO, 2005 e 2010; COSTA et al., 2011; FERRARI &

¹⁶ Aqui a perspectiva teleológica deve ser entendida como ações conscientes (planejadas) dos organismos na busca da transformação de seus corpos para superar problemas impostos pelo meio.

CHI, 1998; GENÉ, 1991) apresentando sérias implicações no que diz respeito ao entendimento e a aplicação da teoria sintética da evolução.

A metodologia aqui utilizada nos permitiu ir além destas primeiras impressões. Segundo Soares (1997), ao utilizarmos o Grupo Focal, conseguimos acessar as percepções e as atitudes de pequenos grupos frente a um assunto. Desta forma, pudemos constatar uma pluralidade de falas que de alguma forma tocam em outras visões evolutivas ligadas a classificação, não ficando apenas no pensamento teleológico tão comumente apontado por investigações da área.

Ao analisar o discurso dos estudantes pudemos constatar principalmente a presença dos pensamentos Tipológico/Essencialista e da abordagem Histórico-Evolutiva na compreensão da biologia evolutiva e da classificação biológica. Entretanto, tais pensamentos foram utilizados pelos mesmos com frequência e importância diferenciada.

No decorrer da atividade foi possível constatar que em alguns momentos os estudantes tentaram criar listas de características para justificar os seus agrupamentos. Tais listas baseavam-se em características que poderiam ser ecológicas, morfológicas ou mesmo comportamentais. Faria parte de um mesmo grupo aqueles organismos que possuíssem um conjunto de caracteres semelhantes.

“(118) **PROFESSOR** - Porque você não colocou este aqui como réptil?

(apontando para a salamandra)

(119) **N** - Porque ele é um anfíbio!

(120) **C** - Quer dizer, a gente acha né... Porque ele é mais molengo.

(121) **N** - Isso é uma salamandra!

(122) **S** - Parece com um sapo.

(123) **PROFESSOR** - Tudo bem. Então estes são répteis por que...

(124) **N** - Tem pele dura...

(125) **C** - Tem escamas.

(126) **PROFESSOR** - E esses aqui?

(127) **N** - São anfíbios...

(128) **S** - São nojentinhos

(129) **N** - Eles se desenvolvem na água...

(130) **C** - E depois passam a ter uma vida terrestre.” (Grifo nosso)

“(72) **PROFESSOR** - Bom, deixa eu perguntar uma coisa. Como é que foi a separação de vocês aqui. Vocês fizeram quatro grupos ... Não, foram cinco. Cinco grupos formados. Bem, esses daqui

(73) **S** - São passarinhos.

(74) **PROFESSOR** - São passarinhos

(75) **C** - São aves ...

(76) **PROFESSOR** - Na verdade, ao que me parece vocês já conheciam os grupos.

(77) **S** - É ...

(78) **PROFESSOR** - E ai, por que vocês montaram estes grupos? Existe alguma razão para isso?

(79) **C** - Pena, bico

(80) **G** - Isso eles tem pena, bico, asas ...

(81) **S** - Botam ovo”

Pabón-Moura & González (2011) indicam que para Candolle (1813) esta forma de classificar encaixa-se no que ele convencionou chamar de classificação racional que é baseada em analogias, sejam comportamentais, anatômicas ou mesmo fisiológicas. Foram marcantes as tentativas de agrupamento baseadas em coleções de características, onde os animais pertencentes ao mesmo grupo compartilhariam o maior número destas. Tal atitude parece refletir a necessidade que muitos dos alunos tiveram em procurar uma essência que una os espécimes apresentados. Essa busca pode ser encontrada em algumas passagens desta atividade tais como a da aluna **C** que ao tentar discorrer sobre a origem dos morcegos disse: “Tem que pegar a principal característica, não é? Ele voa, então como é que pode ter saído de um jacaré?” (grifo nosso) ou então no momento em que o professor questiona a aluna **S** sobre a razão pela qual ela classificou a salamandra como um anfíbio e não como um réptil, ela diz: “(122) Parece com um sapo” dando a entender que provavelmente existe um grupo de características que são facilmente observáveis por eles e que podem ser consideradas como pertencentes somente a este grupo. Podemos também exemplificar este fato através do trecho abaixo.

“(82) **PROFESSOR** - [...] E esses aqui, vocês separaram por quê?

(83) **S** - São os mamíferos.

(84) **PROFESSOR** - Por que razão?

(85) **G** - Filhos

(86) **TODOS** - Risos ...

(87) **C** - Mamas.

(88) **PROFESSOR** - Mamas ... Sim, mais alguma coisa?

(89) **N** - Leite ...

(90) **PROFESSOR** - Mais alguma coisa?

(91) **C** - Não põe ovo

(92) **N** - O neném sai da mamãe ... Eles mamam” (Grifo nosso)

Neste caso, parece que para estes estudantes a “essência” do grupo dos mamíferos está relacionada às ‘mamas’ e à possibilidade dos filhotes das espécies deste grupo obterem alimento diretamente desta estrutura, assim como a “essência” do grupo das aves parece estar ligada à presença de ‘penas’ e ‘bico’.

Esta forma de classificar é muito próxima à perspectiva Tipológica/Essencialista e pode ser o indicativo da forma com que muitos professores da educação básica procuram ensinar temas tais como zoologia e botânica. Segundo Amorim (2008) é comum ver docentes de biologia ensinando estes temas através de uma massiva apresentação de características morfológicas e comportamentais em detrimento da apresentação da história evolutiva do grupo em questão.

Ao dissociarmos a biologia evolutiva de áreas do conhecimento biológico que são, nos dias de hoje, altamente organizados a partir da lógica deste corpo de conhecimento, tais como a botânica e a zoologia, podemos levar o estudante a um entendimento muitas vezes equivocado da Ciência Biologia. Os estudantes demonstraram não ter conhecimento da história evolutiva dos grupos citados por eles. Os mesmos utilizaram plesiomorfias¹⁷ como pena e bico para caracterizar o grupo das aves. As penas já eram encontradas em outros grupos de répteis, tais como o Tiranossauro e o Velociraptor muito provavelmente com funções diferentes da que vemos nos dias de hoje (POUGH, 2008).

É interessante notar que as coleções de características levantadas pelos estudantes para um determinado grupo continham tanto homologias quanto homoplasias que em certos momentos geraram confusão na hora da classificação. Um exemplo interessante foi o caso da classificação dos morcegos e dos pássaros, como pode ser observado na transcrição abaixo.

“(355) **B** - É, mas o morcego voa.

(356) **C** - Mas ele é diferente

(357) **S** - Ele é uma exceção. Ele pode ser o primitivo dos mamíferos.

(358) **N** - E o ornitorrinco?

(359) **S** - Ou a fase de transição

(360) **PROFESSOR** - Então estamos partindo para discutir os mamíferos. Existe uma ordem entre os mamíferos que eu estou apresentando para vocês?

(361) **N** - Acho que vem primeiro o morcego

(362) **E** - Primeiro o morcego e depois os outros bichinhos.

(363) **PROFESSOR** - Então vamos lá Ordenem para mim.

(364) **C** - Esses são os últimos

(365) **PROFESSOR** - Então deixa separado aqui na ponta.

(366) **N** - Acho que primeiro veio esse (morcego)

(367) **PROFESSOR** - Quer dizer que os mamíferos vieram das aves?

(368) **S** - É

(369) **G** - É

(370) **PROFESSOR** - Então o grupo dos mamíferos veio das aves?

(371) **A** - Em certa parte.

¹⁷ Segundo Mayr (2008) plesiomorfia é um estado de caractere ancestral, ou seja, uma característica encontrada em um ancestral do grupo em questão.

- (372) **PROFESSOR** - Vocês não tinham separado os mamíferos depois dos répteis? Então os morcegos não são mamíferos?
- (373) **S** - Eu acho que eles vieram antes das aves
- (379) **N** - O passarinho não bebe sangue
- (380) **C** - Mas o passarinho voa
- (381) **G** - Mas o morcego come fruta e o passarinho também
- (382) **N** - Então, ele tem um pouquinho de cada.
- (383) **C** - Tem que pegar a principal característica, não é? Ele voa (morcego) então como é que pode ter saído de um jacaré?
- (384) **PROFESSOR** - Então vocês estão criando um outro grupo ...
- (385) **N** - Mamíferos que voam. Morcego é um mamífero que voa. Ele já é diferente.
- (386) **PROFESSOR** - Então você está me dizendo que os morcegos descendem das aves e os outros mamíferos dos répteis, é isso?
- (387) **G** - Eu acho que o morcego deu origem à ave”

Neste caso os alunos utilizaram algumas características que não possuem valor taxonômico na construção de relações filogenéticas entre as aves e os mamíferos. Por exemplo, a característica “voar” ou então “possuir asas” pode ser encontrada em diferentes grupos (hexápodes, quirópteras e neornithes) sem que haja relação de parentesco direto entre eles, são características consideradas homoplásicas. Assim vemos que o resultado, por exemplo, de uma convergência evolutiva, fato que está relacionado com questões de compartilhamento de ambientes e pressões de seleção e que nada tem haver com pistas de parentesco evolutivo, confundem os estudantes na busca de uma classificação natural. Ao utilizar tanto as homoplasias como as homologias, os estudantes parecem não entender que a história evolutiva é contada por compartilhamento de algumas, mas não todas as características observáveis.

É interessante lembrar que durante o nosso desenvolvimento cognitivo, dentro e fora das instituições de ensino, ou seja, fomos intensamente apresentados a relações de analogia e raramente a relações de homologia, fomos treinados a pensar desta forma. Segundo Santos & Calor (2007-b) “uma reviravolta conceitual é necessária para apresentar um mundo natural em evolução.”. O entendimento das relações evolutivas demanda uma visão treinada em reconhecer homologias, capaz de perceber relações entre organismos para além das semelhanças anatômicas e comportamentais.

Entretanto, por mais que os estudantes apresentem justificativas que os dificultem a observar a classificação biológica tendo como base uma visão Histórico-Evolutiva como discutido anteriormente, os mesmos demonstraram em seu discurso alguns momentos onde é possível perceber falas que se aproximam do conhecimento evolutivo atual.

Ao serem questionados se haveria alguma relação entre os diferentes grupos apresentados inicialmente por eles (Anfíbios, Répteis, Mamíferos, Aves e Artrópodes) foi

possível notar que os mesmos identificaram a possibilidade de uma evolução a partir de um ancestral comum.

“(159) **PROFESSOR** – De origem? Como assim?

(160) **C** – Um saiu do outro.

(161) **G** – Eles se desenvolveram a partir de um ancestral.

(162) **N** – É evolução... começou tudo de um lugar só.”

Já a aluna **S** nos apresentou uma reorganização bastante interessante deste pensamento sobre o processo evolutivo. Ela aproveitou que os anfíbios estavam sendo representados como os ancestrais dos répteis e manipulou as cartas com a foto dos animais colocando as aves e os mamíferos como ascendentes deste grupo (répteis). Desta forma, ela criou uma dicotomia, o que parece uma tentativa de desconstruir a ideia de evolução sequencial. Ela fez este movimento com as cartas, mas não realizou nenhum comentário o que não nos permite fazer maiores inferências sobre o ocorrido.

Contudo, esta forma de pensar, mesmo sendo relativamente pouco frequente na ‘fala’ dos estudantes ao longo da atividade não pode ser ignorada. É interessante ver que esta aluna apresentou um pensamento que faz ponte com as proposições atuais da teoria evolutiva. Tentativas pontuais como esta foram repetidas por outros alunos ao longo da atividade, como é o caso do momento em que os estudantes tentam inserir os artrópodes na classificação.

(202) **N** – Eu acho que um foi acontecendo segundo a necessidade do outro. Eu acho que não foi assim... A salamandra não virou o besouro!

(203) **PROFESSOR** – E de onde veio o besouro? De onde vieram os insetos?

(204) **N** – Acho que eles vieram juntos.

(205) **S** - É acho isso também.

Nesse contexto, quando a aluna **N** afirmou que os grupos em questão “[...] vieram juntos.” ela criou uma cadeia paralela deste grupo em relação ao caminho evolutivo percorrido pelos tetrápodes.

Tais proposições estão baseadas no conceito de origem ou descendência com modificações a partir de um ancestral comum no qual uma “árvore” serviria como representação da história evolutiva dos organismos (SANTOS e CALOR, 2007-b).

A intenção de demonstrar o surgimento das espécies localizados no tempo através de ramificações se apresenta como uma forma de pensar bastante promissora, no que diz respeito ao ensino de biologia. Este tipo de colocação desloca o pensamento de uma organização da vida de forma sequencial, como os degraus de uma escada, muito comum

em classificações até o princípio do século XIX, tal como a de Lamarck, para uma evolução ramificada, como as árvores elaboradas por Ernst Haeckel em meados do século XIX para representar o processo evolutivo (SPIVAK, 2006; PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2011).

O olhar populacional¹⁸ desenvolvido pela teoria darwiniana que segundo Bohórquez & Andrade (2011), se contrapõe ao olhar tipológico em uma separação clássica, não parece ser tão desenvolvido nos alunos que participaram desta atividade. Como foi possível notar, eles recorreram por diversas vezes a coleções de características para agrupar os organismos e também justificaram estas por uma necessidade intrínseca da espécie de buscar adaptação ao meio. Entretanto, classificá-los como possuidores de uma visão tipológica seria não levar em conta as poucas, mas relevantes tentativas de estabelecer a relação entre os organismos em um contínuo histórico, que os estudantes tentaram traçar ao longo da atividade, inclusive chegando a propor ramificações que lembram, mesmo que de longe, uma árvore evolutiva.

Mais uma vertente interessante foi observada ao longo da fala dos alunos. Um questionamento feito pelo professor fez com que os alunos considerassem mais uma variável no processo de diversificação das espécies, como fica explícito no trecho abaixo.

“(221) **B** - Para mim todo mundo surgiu junto...

(222) **PROFESSOR** - Pode ser uma tese também. Todo mundo surgiu junto?

(227) **F** - Os bichos não foram assim, de acordo com a necessidade eles foram se transformando. Acho que Deus criou todos os bichos e acabou.

(229) **F** - Como é que eles iriam evoluir e... Com é que eles iriam mudar a características deles para poder... Sei lá... Ficar com uma casca dura. Como é que eles iriam do nada...

(231) **S** - Eu acho assim, pode até ter tido uma evolução, mas não foi uma coisa do nada. Acho que teve a mão de Deus sim, lógico. Mas que teve uma evolução eu acho que teve.” (Grifo nosso)

Ao buscar explicação para a diversidade biológica em uma figura metafísica alguns alunos deixaram transparecer o seu background cultural que parece guardar algumas ligações com a teoria da Teologia Natural apresentada anteriormente. Costa et al (2011) observaram que alguns alunos ao final da educação básica tendem a construir quimeras entre o conhecimento científico e o religioso chamado pelos autores de “cientificismo religioso” ou “religiosidade científica” como a aluna **S** apresenta na sua fala (ver grifos). Estes autores indicaram que alguns fatores podem contribuir para este tipo de fala, dentre

¹⁸ Este tipo de abordagem encontra-se apoiado em uma visão variacional e estatística dos organismos, diferente da visão tipológica tradicional (platônico/essencialista) (BOHÓRQUEZ & ANDRADE, 2011).

eles podemos citar: pertencer ou não a uma religião, a qualidade da formação científica básica deste estudante e o tempo disponível para debates que envolvam tal raciocínio.

Embora este tenha sido o único momento em que uma explicação desta natureza tenha surgido ela não pode ser ignorada, pois alguns trabalhos apontam para a importância deste confronto cognitivo, conhecimento científico X dogma religioso, pois ele é comumente observado em aulas relacionadas à biologia evolutiva (SEPÚLVEDA & EL-HANI, 2006; COSTA et al 2011).

Desta forma, ao final da classificação espontânea pudemos perceber “ares” dos pressupostos utilizados pelos tipologistas. A organização dos seres passou a apresentar pequenas ramificações, o que os aproxima, em parte de um pensamento variacional, característico da abordagem Histórico-Evolutiva.

Sinteticamente podemos elencar algumas dificuldades marcantes no que diz respeito à classificação e conseqüentemente ao entendimento do processo evolutivo durante esta atividade:

- (1) Certa dificuldade em relação à dimensão temporal das mudanças evolutivas,
- (2) Presença de visão tipológica relacionada à classificação biológica,
- (3) Visão adaptacionista do processo evolutivo,
- (4) Dificuldade na definição e no entendimento sobre grupos ancestrais e
- (5) Não discriminação entre homoplasias e homologias durante a construção de relações filogenéticas

Entender em que grau cada uma destas dificuldades se estabelece na relação de ensino-aprendizagem é de grande importância para a construção de atividades que sejam capazes de mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e assim gerar um ensino, e conseqüentemente um aprendizado, capaz de sanar essas dificuldades.

Acreditamos que atividades e seqüências didáticas que envolvam a história evolutiva dos organismos possam ser utilizadas a qualquer momento do ensino médio com o intuito de aclimatar os estudantes com a forma e os mecanismos utilizados pela ciência para explicar a diversidade biológica. Tais atividades podem assumir a função de colocar os alunos em contato constante com o pensamento evolutivo e de aproximar este com situações e problemas próximos ao seu cotidiano.

Após a análise desta atividade exploratória vemos a necessidade de repensar as abordagens pedagógicas utilizadas por professores de ensino médio de modo a criar, desde o princípio deste segmento, uma visão mais focada nas questões ligadas a biologia evolutiva. Continuar deixando para discutir este tema apenas nas últimas aulas do terceiro

ano do ensino médio (TIDON & LEWONTIN, 2004) tem demonstrado uma baixa eficácia para a compreensão da mesma.

Esta investigação serviu de balizamento para a construção da atividade pedagógica, jogo didático. Tomamos como norte do desenvolvimento desta atividade os principais equívocos apresentados pelos alunos. Tivemos a intenção maior de promover um aprendizado mais significativo dos termos e conceitos indicados acima.

4.3 – AVALIAÇÃO DA JOGABILIDADE E DA ACEITAÇÃO DO JOGO

Jogos são recursos pedagógicos que podem criar situações propícias à aprendizagem, pois seu ambiente lúdico privilegia a participação ativa do aluno (FONTOURA, 2004; OLIVEIRA et al., 2008; TOSCANO et al., 2007). Nele o jogador soluciona problemas, testa hipóteses e enfrenta questões que exigirão raciocínio claro e rápido (FONTOURA, 2003). Ao jogar o aluno é estimulado a refletir sobre o assunto em questão mobilizando conhecimentos prévios que serão importantes no processo de (re)construção cognitiva.

Desta forma, no ensejo de desenvolver um jogo que possibilitasse uma boa jogabilidade aliada a eficiência pedagógica realizamos uma investigação sobre a capacidade do mesmo de potencializar a aprendizagem e mobilizar conhecimentos prévios. Para alcançar estes objetivos, tal jogo deveria ser capaz de promover o interesse do estudante sobre o assunto em questão.

Sendo assim, acreditamos ser primordial investigar de forma estruturada o como e quanto este material estimula a participação do aluno/jogador, quais são os entraves existentes, e quais seriam as sugestões de aprimoramento mais urgentes para que efetivamente possamos propor esta atividade às instituições de ensino básico. Para tal desenvolvemos um questionário estruturado (ANEXO III) descrito no capítulo referente à metodologia.

Entretanto, é de grande importância iniciar esta seção ilustrando o cenário encontrado no momento da aplicação do jogo. Os alunos das duas turmas que tiveram o jogo presente na sua sequência didática (Grupo 1 e Grupo 3) apresentaram-se, na grande maioria, dispostos a participar da atividade. É interessante ressaltar que a simples possibilidade de mudança de cenário de ensino gerou interesse por parte dos mesmos e parece ter aumentado a predisposição para a aprendizagem se compararmos com a turma que não foi exposta ao jogo (Grupo 2).

Em situações formais de ensino¹⁹, as salas de aula são grandes aliadas dos professores na organização e sistematização dos conceitos que devem ser abordados ao longo da educação básica. Contudo, segundo a vivência do pesquisador, tanto como aluno quanto como professor, é possível constatar empiricamente que nos encontramos imersos em um momento em que este é o cenário utilizado por docentes na esmagadora maioria do tempo o que certamente o torna maçante e pouco estimulante.

No momento de iniciar o jogo, os estudantes se dividiram em grupos com cinco componentes, como solicitado. Cada grupo chegou de forma rápida a um consenso sobre quem seria o aluno coordenador da partida. É interessante ressaltar que este aluno demonstrou grande maturidade em zelar pelo cumprimento das regras e do bom andamento do jogo. Não foi constatado, em conversa informal, um grupo que tenha sido prejudicado pela participação do coordenador. Na verdade, o correto andamento da atividade dependeu deste aluno, pois o jogo *A árvore dos parentescos* foi aplicado para uma média de seis grupos ao mesmo tempo, o que totaliza 30 alunos, com o intuito de simular a sua funcionalidade em uma situação real. Foi constatado que pouco tempo sobra para que o professor regente retire dúvidas dos estudantes ao longo do tempo reservado para o jogo. Neste sentido o trabalho docente ficaria restrito ao de facilitador do processo durante esta atividade e quem atua efetivamente como gestor do ensino são os alunos, mais especificamente o aluno coordenador.

Outro ponto que merece atenção está relacionado com a troca de informações entre indivíduos da mesma dupla. Por vezes, foi observado que os alunos traziam conceitos que não eram expressos nas cartas do jogo, pareciam tentativa de resolução do problema, já em outros momentos, buscavam explicar de forma mais inteligível o que haviam lido nas cartas, como se estivessem decifrando as mensagens juntos. Este posicionamento mais ativo frente ao conteúdo a ser apreendido apresenta maior chance de promover um aprendizado mais significativo como indicado anteriormente.

¹⁹ As situações de aprendizagem podem ocorrer em ambientes Formais, Não-formais ou Informais de ensino. Segundo Gadotti (2005) a definição destes três ambientes é: **Educação Formal:** “[...] *tem objetivos claros e específicos [...] depende de uma diretriz educacional centralizada como o currículo, com estruturas hierárquicas e burocráticas, determinadas em nível nacional, com órgãos fiscalizadores dos ministérios da educação.*” Ao final do curso eles concedem certificados de aprendizagem que são na maior parte do tempo requisitados para progressão aos níveis superiores de ensino. **Educação não-formal:** “[...] *toda atividade educacional organizada, sistemática, executada fora do quadro do sistema formal para oferecer tipos selecionados de ensino a determinados subgrupos da população [...] A educação não-formal é mais difusa, menos hierárquica e menos burocrática [...] não precisam necessariamente seguir um sistema seqüencial e hierárquico de “progressão”. Podem ter duração variável, e podem, ou não, conceder certificados de aprendizagem*”. **Educação informal:** Não possui objetivos educacionais minimamente definidos

Em resumo, a nossa primeira percepção com relação à sensibilização dos alunos em participar do jogo e de se manter jogando é muito boa. Parece que os mesmos se sentiram em uma posição bastante confortável, no que diz respeito à situação de ensino-aprendizagem, e que o cenário desenvolvido os agrada bastante.

A análise do questionário aplicado logo após o jogo trouxe complementações a nossa leitura do andamento da atividade. A primeira preocupação que expusemos no questionário foi com o nível de dificuldade que o jogo poderia apresentar. Acreditamos que seria pouco produtivo propor um jogo de fácil resolução ou então com informações muito truncadas e complexas. Estes extremos poderiam ser prejudiciais no que diz respeito à manutenção do interesse dos alunos em solucionar o problema apresentado.

Após a realização do jogo propomos que os alunos expressassem a sua percepção sobre a dificuldade da atividade através de uma “régua de dificuldade” com valores que iriam desde 1, considerado muito fácil até 7, muito difícil (Figura 4.6). Obtivemos um escore médio de 3,94 cuja moda ficou em 4,0, isto nos indica uma dificuldade moderada. Consideramos esta avaliação um ponto positivo do jogo, pois nos distanciamos dos extremos indicados anteriormente, abrindo espaço para que os estudantes pudessem dialogar com as questões levantadas pelo jogo através de um estímulo cognitivo constante.

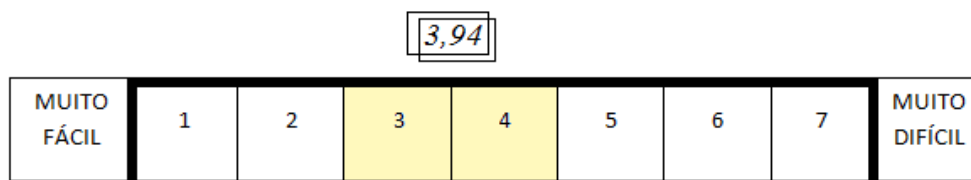


FIGURA 4.6. Escala de dificuldade do jogo com detalhe na média obtida.

Aliado a este resultado pudemos evidenciar também que o jogo apresentou uma baixa rejeição por parte dos alunos, apenas 5% relataram não ter gostado do mesmo, enquanto um total de 60% afirmaram ter gostado da atividade e 35% ter achado a mesma muito boa (Figura 4.7) o que totaliza 95% de aceitação. Este resultado corrobora as nossas observações apresentadas anteriormente. Infelizmente nenhum dos estudantes que relataram não ter gostado de participar do jogo expuseram a sua opinião de forma escrita, o que inviabiliza a identificação real do problema envolvido na percepção dos alunos.

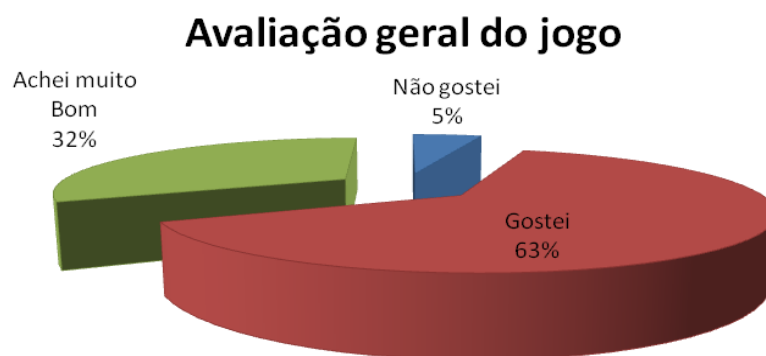


FIGURA 4.7. Resposta a pergunta: “Com relação a sua opinião sobre o jogo marque uma alternativa abaixo” onde as opções de escolha seriam () Não gostei, () Gostei, () Achei muito bom.

Nos interessamos também em saber como as regras e o material físico do jogo seriam percebidos pelos estudantes. Neste caso, utilizamos questões que deveriam ser julgadas de forma diferente da apresentada anteriormente. Afirmativas sobre o assunto a ser investigado seriam propostas e os estudantes deveriam julgar as mesmas marcando uma das opções a seguir: *discordo totalmente*, *discordo parcialmente*, *concordo parcialmente* ou *concordo totalmente* segundo os critérios apresentados anteriormente na metodologia desta dissertação.

Sendo assim, pudemos constatar que a dinâmica da atividade seria levemente afetada tanto pelas regras propostas quanto pelo tempo de duração da partida. No primeiro caso os estudantes ao julgarem a afirmativa “*Tive dificuldade para compreender as regras do jogo*” indicaram que tais regras não demonstravam ser muito complicadas, apresentando um escore de 1,5 (Coluna A, FIGURA 4.8), o que indica uma tendência de negação para tal afirmativa. Já no segundo caso, ao serem questionados sobre a duração do jogo os estudantes nos levaram a acreditar que o mesmo poderia ser resolvido em um tempo menor, pois ao realizarem o julgamento da assertiva “*O jogo é muito longo*” obtivemos um escore de 2,75, o que significa dizer que os estudantes concordam de forma não muito intensa com esta frase (Coluna B, FIGURA 4.8). Estas duas afirmativas, segundo nossas expectativas, em um cenário ideal deveriam receber notas mais próximas a 1 o que indicaria que as regras teriam sido facilmente entendidas e que o jogo teria um tempo ideal de duração.

Procuramos propor inicialmente regras pouco complexas, para facilitar o andamento do jogo a fim de evitar o desvio do foco principal do mesmo, que é a aprendizagem de conceitos tais como classificação biológica, origem comum, homoplasia e homologia. De

uma forma geral, os estudantes conseguiram finalizar a atividade no tempo previsto, aproximadamente 80 minutos, mas que se demonstrou ainda ser longo, segundo a avaliação feita pelos estudantes e apontada acima. Acreditamos que uma revisão nas regras poderia auxiliar na redução do tempo total de desenvolvimento da atividade, sem perdas no encadeamento cognitivo do jogo.

Entretanto, mesmo com estes pontos que deverão passar por reformulações os estudantes apresentaram uma tendência em achar que a dinâmica geral do jogo possuía um enredo que os deixavam envolvidos a maior parte do tempo na resolução do problema, como podemos constatar na coluna C da figura 4.8. Tal fato demonstra que a dinâmica proposta consegue mobilizar, na maioria de seus jogadores, a vontade de participar do processo de aprendizagem o que é um dos pré-requisitos para a aquisição/reformulação de conhecimento (MOREIRA, 2011).

Afirmativas sobre os jogos

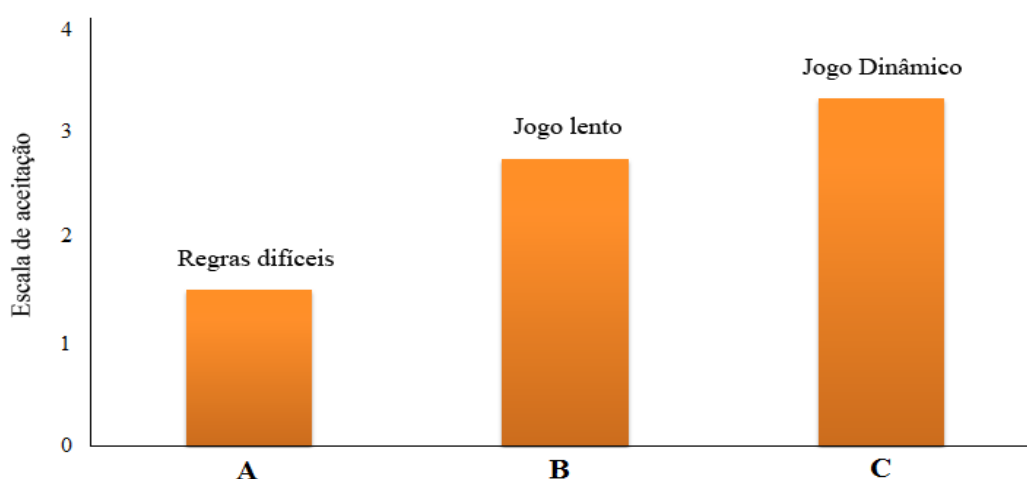


FIGURA 4.8 - Resposta à pergunta: “Abaixo são feitas algumas afirmativas gerais sobre o jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade”. A – Tive dificuldade para entender as regras do jogo; B – O jogo é muito lento; C – Gostei da dinâmica do jogo, ela me deixou envolvido em desvendar a classificação das espécies. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4).

Ao avaliar a seção do questionário referente ao entendimento de questões relacionadas às cartas do jogo pudemos constatar que as mesmas precisam ser revistas, no que diz respeito à sua clareza. Os estudantes avaliaram as afirmativas “As cartas do jogo apresentam textos longos” e “Os textos das cartas possuem uma linguagem difícil de

compreender” com um escore médio de 2,52 e 2,46 respectivamente (Figura 4.9). Estes valores nos levam a pensar que o texto apresentado pelas mesmas não era de tão difícil compreensão, mas que poderia estar em uma linguagem um pouco mais acessível para o grupo. Este é um item que possui grande relevância no processo de aquisição de conhecimento, pois em tais cartas conceitos estruturantes são apresentados aos estudantes.

Ainda com relação a este ítem do jogo, é importante ressaltar que optamos por contruir cartas que contivessem diferentes informações, tais como, diário do pesquisador, informações sobre grupos animais e sorte ou revés, reunidas em uma mesma carta. Desta forma, caso o estudante parasse em uma casa do tabuleiro, como por exemplo *Diário do pesquisador*, ele deveria sacar uma carta e então ler apenas a informação contida neste ítem. O interessante é que as outras informações, citadas acima, também estariam presentes. Tivemos a intenção de saber se os alunos aproveitariam o tempo disponível com a carta na mão (uma rodada) para ler as outras informações.

O resultado obtido foi mensurado a partir das respostas feitas para a afirmativa “*Eu não lia apenas as informações indicadas pelo tabuleiro, aproveitava o tempo para ver se havia nas cartas alguma outra informação relevante.*” onde obtivemos um escore de 3, o que indica uma tendência de confirmação da frase (Figura 4.9).

Sendo assim, vemos que os estudantes buscavam um número maior de informações nas cartas para resolver o caso proposto pelo jogo. Entrar em contato com uma quantidade maior de informações sobre os temas apresentados é um dos objetivos pretendidos durante o desenvolvimento desta atividade, dessa forma, tais estudantes que buscaram esta saída, ler informações não indicadas, atenderam a este ítem. Contudo, como estamos falando de um jogo didático, não podemos incentivar a “trapaça” para a obtenção de êxito frente a uma competição, haja visto que os mesmos haviam sido comunicados que deveriam ler somente a informação referente a casa na qual eles se encontravam. Uma solução pensada para minimizar esta questão é diminuir o tempo em que o estudante fica com a carta em seu poder. Desta forma ele terá que se concentrar na informação indicada para consulta.

A despeito das questões pontuais que ainda precisam de ajustes para uma versão futura vemos que os alunos ao responderem a questão “*As informações das cartas NÃO foram relevantes para que eu pudesse classificar os espécimes*” indicaram, ao negar parcialmente esta afirmativa, que as mesmas possuem um valor importante na resolução do problema apresentado, com um escore de 1,63 (Figura 4.9). Isso nos indica que os estudantes conseguiram utilizar informações diretas e indiretas sobre classificação

biológica para construir hipóteses sobre a filogenia das espécies apresentadas o que demonstra êxito frente aos objetivos relacionados a jogabilidade.

Afirmativas sobre as cartas do jogo

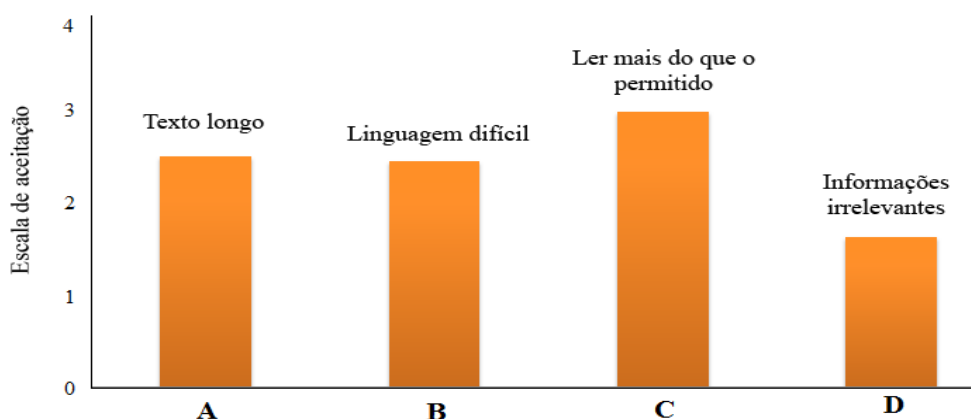


FIGURA 4.9 - Resposta a pergunta: “Abaixo são feitas algumas afirmativas sobre as cartas do jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade”. A – As cartas do jogo apresentam textos longos; B – Os textos das cartas possuem uma linguagem difícil de compreender; C – Eu não lia apenas as informações indicadas pelo tabuleiro, aproveitava o tempo para ver se havia nas cartas alguma outra informação relevante; D - As informações das cartas NÃO foram relevantes para que eu pudesse classificar os espécimes. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4).

4.4 – AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE PEDAGÓGICA

Ao avaliar a efetividade pedagógica do jogo nos preocupamos em capturar os ganhos cognitivos proporcionados pela presença ou ausência desta ferramenta em sequências didáticas distintas²⁰. Não testamos o jogo sozinho, pois a nossa hipótese inicial foi a de que o jogo devesse se comportar como um catalisador do processo de ensino/aprendizagem, e não como seu promotor único. Acreditamos que a sua execução deveria facilitar o processo de retenção de conhecimento por parte do estudante, através da potencialização de um ambiente mais estimulante para a aprendizagem, além de servir como meio para a apresentação de conceitos importantes relacionados à classificação biológica. Para avaliar esta atividade, desenvolvemos um questionário estruturado (ANEXO II) descrito no capítulo referente à metodologia. Aplicamos o mesmo antes de

²⁰ As sequencias são descritas nas páginas 30- 33.

qualquer interferência provocada por nossa interação com os estudantes e logo após as sequências didáticas propostas (Pré-teste e Pós-teste).

Ao observarmos as turmas como um todo, foi possível constatar que grande parte dos estudantes parece apresentar uma tendência inicial de relacionar diferentes espécies por coleções de características ou por uma ‘essência’ intrínseca ao grupo, de forma a repetir princípios historicamente superados (MAYR, 1982; AMORIM, 2008) presentes no pensamento tipológico-essencialista, fato este que complementa e reforça os resultados obtidos na avaliação do grupo focal anteriormente descrito.

Pudemos chegar a esta conclusão ao analisar as questões de número 2 e 4 do pré-teste. Na primeira, buscamos identificar se os estudantes seriam capazes de perceber que em alguns casos certas estruturas corporais de distintos animais poderiam ser utilizadas como pistas evolutivas verdadeiras, mesmo que elas não fossem utilizadas para o mesmo fim.

Desta forma, na questão 2, nos apropriamos de um exemplo comparativo entre os membros superiores de um cavalo, de um humano e de uma baleia. Apresentamos para os alunos uma figura que comparava, lado a lado, tais membros vistos por uma perspectiva de seus principais ossos. Para esta questão apresentamos duas possibilidades de resposta. A letra A possuía preceitos evolutivos baseados na comparação de estruturas homólogas e na inferência de parentesco entre as três espécies. Tal possibilidade de resposta traz consigo os conceitos de origem comum e de homologia que pretendemos testar após a aplicação das sequências didáticas.

Contudo, pudemos observar que estas estruturas consideradas pela biologia evolutiva como homólogas não foram reconhecidas pelos estudantes como importantes para caracterização de parentesco entre as espécies de mamíferos apresentadas. Eles demonstraram aceitar de forma significativa ($p < 0,0001$) a afirmativa B, que dizia que os ossos presentes nas três espécies tinham forma ligeiramente semelhante por coincidência e não por parentesco (coluna “pré da letra B”, figura 4.10), o que seria o primeiro indício contrário à ideia de origem comum. O segundo indício aceito pelos alunos e presente na mesma afirmativa escolhida estaria relacionada com o ambiente em que tais espécies vivem. Para eles, o fato destes animais viverem em ambientes diferentes corroboraria a hipótese de que os mesmos não poderiam ser aparentados (ver coluna “pré” da Figura 4.10).

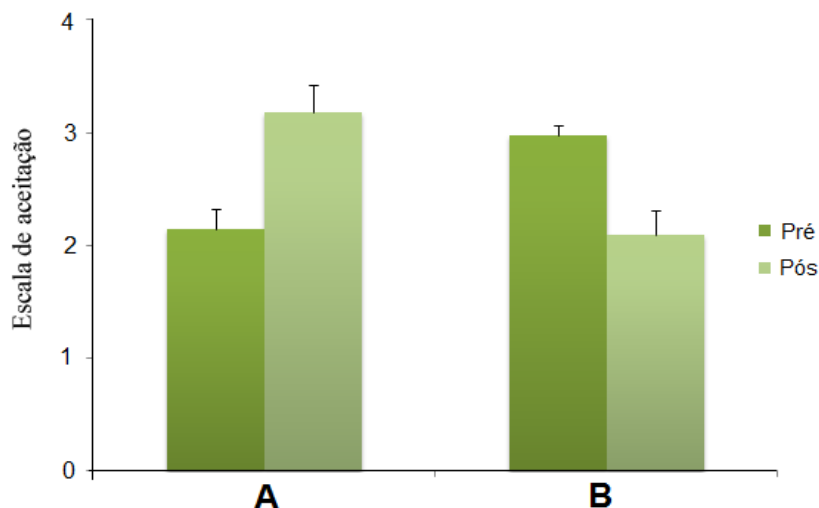


FIGURA 4.10 - Questão referente a comparação entre características de origem por homologia (Letra A) ou por analogia (Letra B). Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por todos os estudantes ao questionário pré e pós.

Já na questão de número 4 os alunos deveriam julgar qual agrupamento de animais possuiria a triade de espécies com parentesco mais próximo. Para isso, o questionário apresentava fotos de animais com as seguintes associações: **A** – Baleia, Macaco, Morcego; **B** – Tubarão, Pinguim, Baleia; **C** – Baleia, Tubarão, Golfinho; **D** – Morcego, Ave, Borboleta. Reunimos imagens de indivíduos de espécies que apresentavam morfologia externa muito semelhante (homoplasias), mas oriundas de diferentes processos, como por exemplo, a convergência evolutiva, tais como as indicadas pelas letras **C** e **D**, e indivíduos com parentesco evolutivo concreto, mas sem muitas características externas de semelhança evidente, tal como a associação **A**.

Desta forma, observamos que os estudantes tenderam a aceitar com maior intensidade a triade **C** (baleia – tubarão – golfinho), ou seja, aquela que possuía animais com um maior número de características homoplásicas (ver coluna “pré” da Figura 4.11).

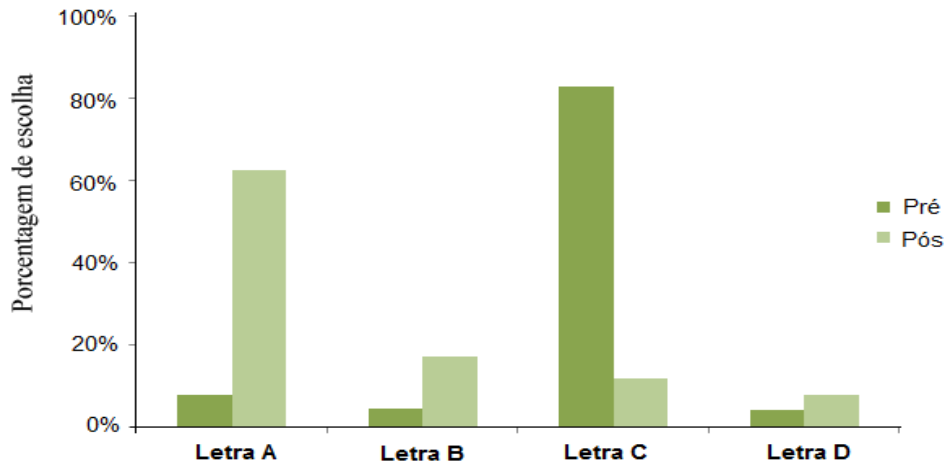


FIGURA 4.11 – Porcentagem das escolhas dos estudantes referentes à questão de número 4 que versa sobre origem comum e compartilhamento de homologias. Cada letra indica uma opção de três animais para o estudante. A – Baleia, Macaco, Morcego; B – Tubarão, Pinguim, Baleia; C – Baleia, Tubarão, Golfinho; D – Morcego, Ave, Borboleta. Comparação entre as respostas dadas por todos os estudantes ao questionário pré e pós.

Nestas duas questões apresentadas anteriormente tivemos a intenção de perceber o quanto características homoplásticas poderiam interferir nas percepções de parentesco dos estudantes e o quanto estruturas não necessariamente observadas na morfologia externa seriam consideradas importantes na classificação criada pelos alunos.

Os resultados nos indicaram que os estudantes antes das abordagens de ensino conferem a associação *morfologia e ecologia*, principalmente representadas pela relação entre forma do corpo e habitat ocupado, um peso muito grande na formação de grupos de animais com parentesco evolutivo. O ambiente trabalharia como um escultor da forma dos seres demonstrando assim a relação de parentesco entre indivíduos fisicamente parecidos. Tais resultados ressaltam a força que o pensamento baseado em analogias morfológicas possui junto a estudantes deste segmento da educação básica no momento da criação de hipóteses de parentesco o que, segundo Santos e Calor (2007-b) se configura como um problema conceitual a ser transposto.

Esta forma de classificar os organismos se assemelha a classificações baseadas em analogias que utilizam ora características extrínsecas (não herdáveis), tais como, condutas e distribuição geográfica ora características intrínsecas (herdáveis) tais como a anatômica e a fisiológica. Segundo Amorim (2008), este tipo de modelo seria também bastante comum no discurso de professores da educação básica e do ensino superior (AMORIM, 2008) o que muito provavelmente vem influenciando a forma com que os

alunos da educação básica e os professores recém-formados percebem o processo evolutivo.

É interessante indicar que após a realização das atividades propostas pudemos constatar que em média todos os grupos de alunos apresentaram uma mudança neste padrão de respostas. No pós-teste os estudantes passaram a escolher com maior frequência as afirmativas que continham os pensamentos da biologia evolutiva que são importantes para uma classificação biológica baseada em homologias (ver coluna “pós” das Figuras 4.10 e 4.11).

Ao dirigirmos as nossas análises às possíveis semelhanças e diferenças no padrão de respostas dos estudantes que passaram pelas distintas situações de aprendizagem descritas na metodologia (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3), pudemos notar, especialmente para algumas questões, uma significativa diferença no aproveitamento final.

Os três grupos envolvidos na pesquisa apresentaram um padrão inicial (pré-teste) muito próximo quando colocamos o nosso foco de análise na Questão 4. Estes parecem preferir a afirmativa que apresenta a opção da tríade de animais reunidos por homoplasias (Letra C), como descrito anteriormente. Entretanto, após a atividade ser realizada pôde-se observar que apesar de todos os grupos terem migrado de forma evidente para a alternativa correta (letra A) o Grupo 2 (Classificação espontânea + aula) apresentou, em termos percentuais, uma menor aceitação desta opção em comparação direta ao Grupo 1 (Jogo + Aula) (Figura 4.12).

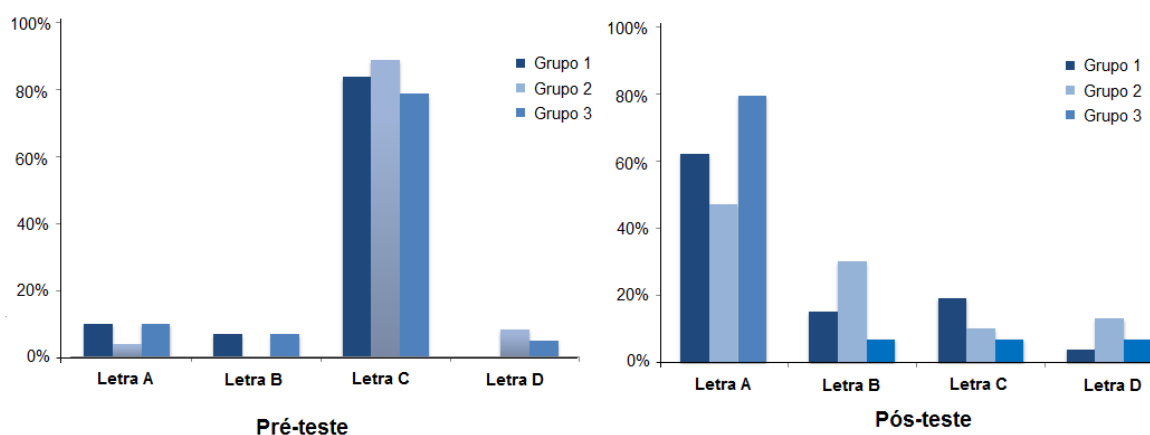


FIGURA 4.12 - Média das respostas referentes à questão 4 que versa sobre origem comum e compartilhamento e parentesco. Cada letra indica uma opção de três animais para o estudante. A – Baleia, Macaco, Morcego; B – Tubarão, Pinguim, Baleia; C – Baleia, Tubarão, Golfinho; D – Morcego, Ave, Borboleta. Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.

Quando observamos a questão de número 2 constatamos que o Grupo 1 e o Grupo 2 não apresentaram, antes da aplicação das suas referidas situações de aprendizagem, diferença significativa ($p=0,4025$) na negação da afirmativa que relacionava alguns ossos das patas do cavalo, dos braços de um ser humano e das nadadeiras de uma baleia como indícios de parentesco (ver letra A “pré-teste”, Figura 4.13).

Ao final da aplicação das estratégias de ensino pudemos constatar que todos os grupos modificaram o seu padrão de resposta de forma positiva, migrando para a afirmativa correta no ponto de vista da biologia evolutiva (Letra A). Entretanto, o Grupo 1 (Jogo + Aula expositiva) apresentou diferença significativa em relação ao Grupo 2 (Classificação espontânea + Aula expositiva) no que diz respeito ao grau de aceitação desta opção ($p=0,0425$) (ver letra A “pós-teste”, Figura 4.13), posicionando-se de forma positiva em relação a afirmativa correta.

Associado a este fato pudemos observar também que o mesmo grupo que apresentou uma menor aceitação da afirmativa correta para esta questão (Grupo 2) negou de forma menos evidente e significativamente diferente ($p=0,0085$) a assertiva que apresentava uma explicação para a semelhança entre estes ossos por ação do acaso e não por indício de origem comum (ver letra B “pós-teste”, Figura 4.13).

As evidências contidas nestas duas questões nos conduzem à hipótese de que os estudantes do Grupo 2 teriam apresentado uma maior dificuldade, no que diz respeito ao entendimento de que certas estruturas em espécies diferentes, tais como a pata de um cavalo e a nadadeira de uma baleia, poderiam ter funções atuais diferentes, mas que ainda guardariam características de uma origem comum que podem ser observadas, por exemplo, nos ossos que compartilham e que devem ser pensadas como pistas da história evolutiva das mesmas.

Sendo assim, acreditamos que tais estudantes ainda estariam em um nível de compreensão diferente do apresentado pelos alunos do Grupo 1. Os estudantes pertencentes ao grupo que participou do jogo parecem ter compreendido melhor os processos subjacentes à classificação biológica.

O jogo parece ter influenciado positivamente na aprendizagem de conceitos tais como homoplasia, homologia e origem comum, considerados importantes para solucionar questões referentes à classificação biológica e a história dos seres vivos. A estratégia baseada na aplicação deste recurso didático permitiu não apenas uma mudança no perfil de respostas, no qual foi evidenciado um maior quantitativo de respostas corretas, mas parece ter modificado a forma com que os estudantes se relacionam com a história dos seres

vivos. Podemos dizer que eles começaram a se aproximar da visão histórico-evolucionista indicando a boa relação deste com o desenvolvimento cognitivo do estudante.

Piaget (1977) diz que jogos são considerados técnicas para captar a atenção e motivar a participação de estudantes em atividades de ensino, com grande possibilidade de promover um melhor aprendizado, fato que parece acontecer com a utilização deste material como podemos observar na resposta dada a outras questões do pós-teste.

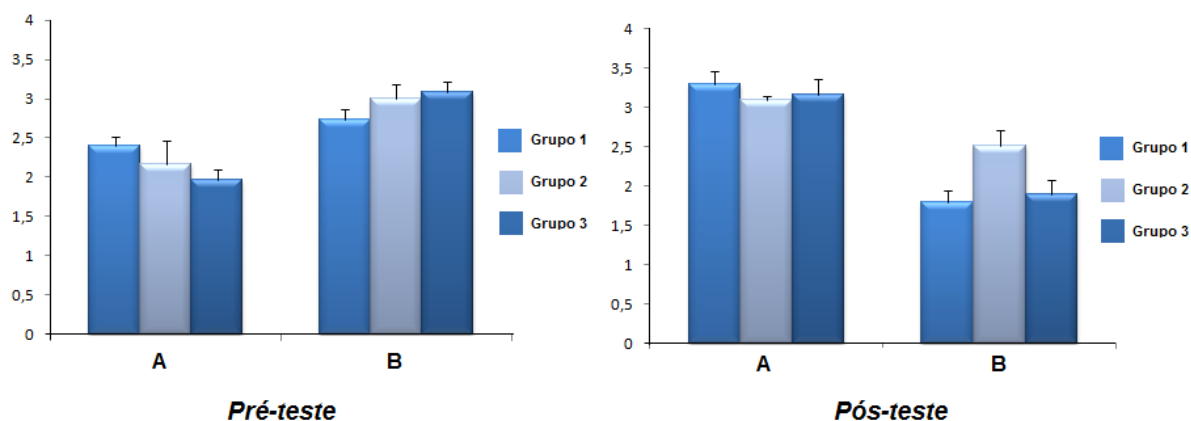


FIGURA 4.13 - Questão referente a comparação entre características de origem por homologia (Letra A) ou por analogia (Letra B). Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.

O jogo teve como objetivo auxiliar na construção de um olhar histórico-evolutivo em relação à classificação biológica, desenvolvendo conceitos e apresentando questões importantes referentes à biologia evolutiva. Para tal, utilizamos de forma explícita a metáfora da árvore da vida, tão comum em abordagens relacionadas ao ensino de evolução (MEYER & EL-HANI, 2005; MARCELOS, 2006; MARCELOS & NAGEM, 2010) no próprio desenho do tabuleiro. A metáfora sobre esta “árvore” é um recurso muito utilizado em ensino e segundo Meyer & El-Hani (2005), a mesma sintetiza as ideias darwinianas sobre descendências evolutivas e origem comum. Interpretar os conceitos subjacentes à construção de uma árvore filogenética é de grande importância para que o estudante possa então visualizar a evolução como um processo dinâmico e ininterrupto.

Desta forma, nos interessava saber se o jogo seria capaz de facilitar o aprendizado de conceitos importantes que capacitassem os estudantes a ler e entender cladogramas. Acreditamos que para ler de forma correta estas representações pictóricas da história da

vida os mesmos precisariam ter em suas estruturas cognitivas o conceito de origem comum bem estabelecido.

Sendo assim, buscamos testar a hipótese de que a sequência didática que continha o jogo seria capaz de lograr mais êxito em comparação a sequência sem este recurso. Para isso, analisamos a questão de número 3, onde ao apresentarmos um cladograma (Figura 4.14) pedíamos que os alunos julgassem afirmativas sobre o mesmo segundo os critérios das demais questões deste questionário.

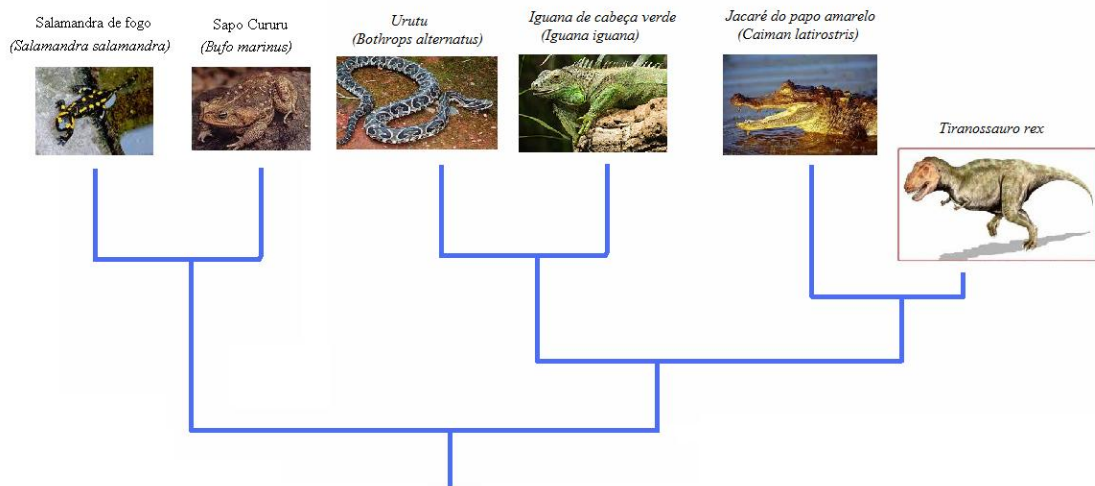


FIGURA 4.14 - Cladograma utilizado na Questão 3.

Antes de iniciar o jogo o pré-teste indicou que os estudantes dos três grupos pareciam desconhecer as relações de parentesco apresentadas por cladogramas. Este fato pode ser evidenciado ao observarmos a falta de tendência nas suas respostas (Figura 4.15 – pré-teste). Os alunos se distribuíram de forma estatisticamente semelhante por entre as opções desta questão o que nos sugere que o grupo não possui um conhecimento estruturado sobre tal assunto. Este fato era esperado, pois formalmente eles ainda não teriam sido apresentados, durante as aulas de Biologia, a este tipo de representação da história evolutiva.

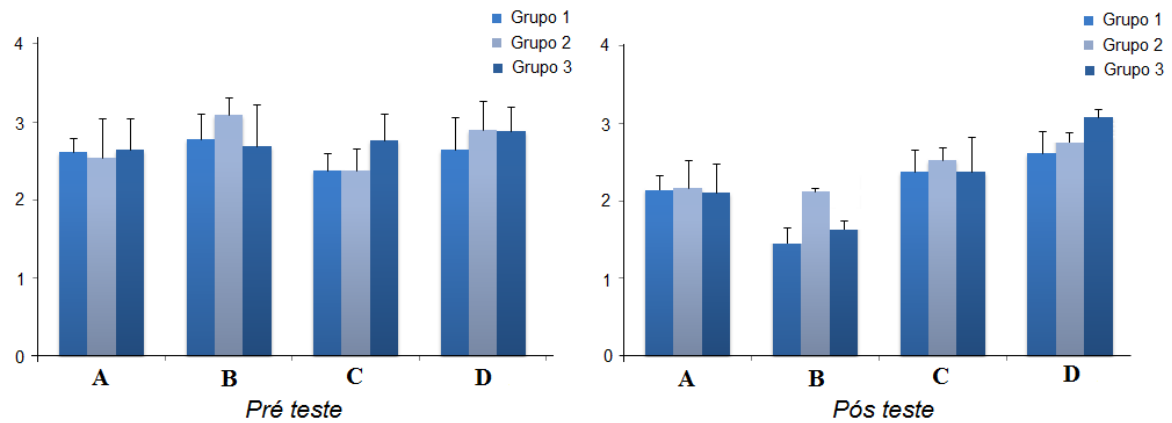


Figura 4.15 – Média das respostas em pré e pós teste dos estudantes dos diferentes grupos para a questão de número 3. Questão referente ao entendimento de cladogramas onde o estudante deveria julgar quatro afirmativas sobre tal representação. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.

Entretanto, pudemos evidenciar que os estudantes deixaram alguns traços de sua forma de entender a relação entre diferentes espécies nas respostas desta questão. Foi possível constatar este fato principalmente quando dirigimos a análise para as afirmativas A e B. Por mais que elas não apresentassem diferenças significativas em relação às outras questões a sua aceitação demonstra um desconhecimento do que são cladogramas (letra A) e como eles são construídos.

Desta forma, os estudantes que escolheram a primeira afirmativa acreditam que o tal esquema não seria capaz de dizer qualquer coisa sobre o parentesco das espécies apresentadas. Já com relação à segunda questão pudemos constatar que aqueles que a escolheram parecem aceitar que a espécie *Iguana iguana* (Iguana-verde) possuía um parentesco mais próximo do *Caiman latirostris* (Jacaré do papo amarelo) quando comparado com a serpente *Bothrops alternatus* (Urutu) (Figura 4.15), fato que é desmentido ao analisarmos corretamente as relações filogenéticas propostas pelo cladograma em questão. Esta escolha indica que antes das atividades os estudantes dos três grupos estariam utilizando o pensamento tipológico-essencialista, anteriormente apontado como presente nas respostas as questões 2 e 5, para dizer que o jacaré do papo amarelo e a iguana verde seriam parentes próximos por analogia das suas morfologias externas.

Quando analisamos o pós-teste observamos que o Grupo 1 (Jogo + Aula) apresenta uma mudança no seu padrão de resposta. Este grupo passou a ser capaz de utilizar as informações contidas no cladograma para fazer inferências sobre o ancestral comum mais

próximo entre duas espécies. Desta forma, eles apresentaram uma diferença significativa em relação ao Grupo 2 (classificação espontânea + aula) ao julgar como errada a afirmativa B “*Esta espécie (Iguana verde) seria mais aparentada com o Jacaré do papo amarelo (Caiman latirostris) do que com a serpente conhecida como Urutu (Bothrops alternatus)*” ($p=0,0002$). Realmente, tal afirmativa não pode ser considerada correta, pois filogeneticamente a serpente Urutu apresenta um ancestral comum mais próximo com a Iguana verde que não é compartilhado com o Jacaré do papo amarelo, como fica evidenciado no cladograma apresentado. Ao julgar como correta esta afirmativa, o estudantes pertencentes ao Grupo 2 demonstraram não terem entendido os princípios norteadores de tal representação.

Contudo, não encontramos diferença significativa entre estes dois grupos para a resposta considerada como correta no ponto de vista da biologia evolutiva ($p=0,1664$), expressa pela afirmativa D “*Esta espécie de Iguana seria mais aparentada da Urutu (Bothrops alternatus) do que com o Jacaré do papo amarelo (Caiman latirostris)*” (Figura 4.10).

É interessante ressaltar que a analogia entre uma árvore e a história evolutiva dos animais proposta no jogo parece não ter sido capaz de catalizar, de forma satisfatória, o entendimento da leitura de cladogramas. Por mais que os estudantes do Grupo 1, após serem submetidos a sequência didática onde o jogo esteve presente, negassem com maior intensidade a afirmativa B antes escolhida como correta eles não foram capazes de se diferenciar do Grupo 2 em relação a escolha da resposta considerada por nós como correta, letra D.

Este tipo de analogia possui raízes históricas em A origem das espécies onde encontramos uma ilustração arbórea das espécies, ideia que seria mais desenvolvida anos depois por Ernest Haeckel no livro *Generelle Morphologie der Organismen*, 1866, onde finalmente encontramos as relações filogenéticas representadas em árvores. Segundo Cachapuz (1989) e Marcelos (2006), ainda hoje tal representação da história dos seres é pertinente e importante tanto em representações científicas como educacionais, sendo possível a sua aplicação direta no ensino de conceitos relacionados à biologia evolutiva. Isto, pois o mesmo facilita a aprendizagem de eventos históricos por associar um novo conhecimento com algo que faz parte do universo concreto do educando - uma árvore.

Entretanto a dificuldade encontrada pelos estudantes que fizeram parte do nosso experimento pode estar relacionada a um ponto negativo indicado por Marcelos (2006 e 2010) para abordagens de ensino deste tipo. Para esta autora, a pouca oportunidade dada

aos alunos para construção de cladogramas seria um fator decisivo no sucesso da metodologia. Os estudantes do Grupo 1 tiveram apenas a oportunidade de visualizar as filogenias propostas pelo jogo e não puderam se aventurar em eventos de construção das suas representações filogenéticas, já o Grupo 2 foi estimulado de forma inversa não tendo contato direto com as representações propostas pelo jogo mas sendo induzidos a criar as suas relações de parentesco entre diferentes animais.

Indicamos como possibilidade de melhoria nos resultados alcançados pela aplicação do jogo, no que se refere à leitura de cladogramas, a introdução de aulas em que os estudantes pudessem construir árvores filogenéticas com informações oferecidas pelo professor. Desta forma, estes poderiam exercitar os conceitos subjacentes à classificação biológica durante a confecção de filogenias além de terem diferentes momentos para sanar dúvidas existentes a respeito das relações de parentesco e história evolutiva das espécies. Estes cenários seriam possíveis em aulas subsequentes à aplicação do jogo, principalmente as relacionadas à botânica e a zoologia, que são assuntos corriqueiramente discutidos neste segmento do ensino médio (2º ano).

Esta nossa sugestão é embasada pelo resultado obtido pela estratégia realizada com o grupo 3 (Classificação espontânea + Jogo + Aula expositiva), onde combinamos elementos pedagógicos e conceituais existentes no Grupo 1 e no Grupo 2 afim de nos aproximarmos de uma proposta didática mais efetiva, no que tange a superação dos problemas descritos ao longo desta dissertação.

É interessante notar que para este grupo conseguimos alcançar uma diferença significativa entre a resposta dada pelo grupo 1 ($p = 0,0187$) e o grupo 2 ($p = 0,0017$) quando nos referimos a aceitação da resposta correta para a referida questão (ver pós teste da figura 4.15). A possibilidade de construção de hipóteses filogenéticas e posteriormente a utilização do jogo parece ter criado a oportunidade de um melhor entendimento do processo de construção de filogenias.

Entretanto, quando efetuamos a comparação da estratégia de ensino aplicada no grupo 3 com a aplicada no grupo 1 (jogo + aula expositiva) vemos que não é possível encontrar diferenças significativas com relação as outras questões. Este fato parece demonstrar que tal abordagem apresenta-se mais eficiente apenas na promoção da leitura de cladogramas, o que segundo a nossa análise já é interessante, pois ela demonstra que os estudantes possuem uma melhor compreensão do que se refere ao tema “origem comum”, além de abrir espaço para uma melhor compreensão dos conhecimentos biológicos que serão trabalhados ao longo do restante do ensino médio.

É preciso ter cuidado ao analisarmos estes resultados, sobretudo porque o tempo despendido para a realização desta sequência didática (grupo 3) foi maior do que o empregado nas outras duas propostas. Porém, neste momento sugerimos que a aplicação da sequência classificação espontânea + jogo + aula expositiva seria a mais interessante como estratégia final, haja visto os dados discutidos até este momento.

Também obtivemos resultados interessantes na questão de número 1. Esta apresentou uma situação que dependeria diretamente de uma teoria que não foi explicitamente desenvolvida ao longo do jogo, a teoria da Seleção Natural. Esta é definida por Ridley (2006) como:

[...] o processo pelo qual aquelas formas de organismos de uma população que estão mais bem adaptados ao ambiente aumentam em frequência relativamente às formas menos bem adaptadas, ao longo de uma série de gerações. (RIDELY, 2006 p.707)

Apresentado o seguinte texto introdutório “*As Ilhas Canárias são ao todo sete ilhas que estão localizadas a oeste do continente africano. Estas ilhas apresentam clima e relevo diferentes e foram colonizadas de forma gradual. Nesta região são encontradas três espécies distintas de lagartos que são similares (parecidas) a uma espécie encontrada no continente africano (espécie selvagem)*” os estudantes deveriam julgar qual das três opções seguintes melhor explicaria a diferenças entre as espécies de lagartos segundo os pressupostos científicos que eles conheciam. Com esta questão tivemos a intenção de testar o quanto a visão evolutiva do processo de especiação dos alunos seria modificada pela estratégia que se utilizou no jogo.

A afirmativa A, foi construída balizada na ideia de que as semelhanças encontradas entre as espécies de lagartos nas diferentes ilhas não teriam relação alguma com qualquer processo natural, seria apenas resultado do acaso, ou seja, uma coincidência. A afirmativa B apresentava uma leitura do processo através da teoria da seleção natural e a letra C apresentava uma explicação transformacionista, onde os indivíduos buscaram modificar os seus corpos pela necessidade de se adaptar ao meio.

Inicialmente, o pré-teste nos trouxe a informação de que os estudantes teriam uma tendência de escolha mais voltada para as assertivas B e C, demonstrando que minimamente eles entendiam que um processo evolutivo seria capaz de promover o desenvolvimento de novas espécies (Ver pré teste da figura 4.16) embora não fizessem diferença clara entre as teorias estruturantes de cada assertiva.

Após a aplicação das situações de aprendizado pudemos perceber que todos os grupos apresentaram uma maior tendência de aceitação da afirmativa considerada como correta, do ponto de vista da biologia evolutiva (letra B) (Ver pós teste da figura 4.16). Sobre este fato, podemos dizer que as três abordagens foram igualmente eficazes em promover tal visão, mesmo que ela não tenha sido abordada de forma direta.

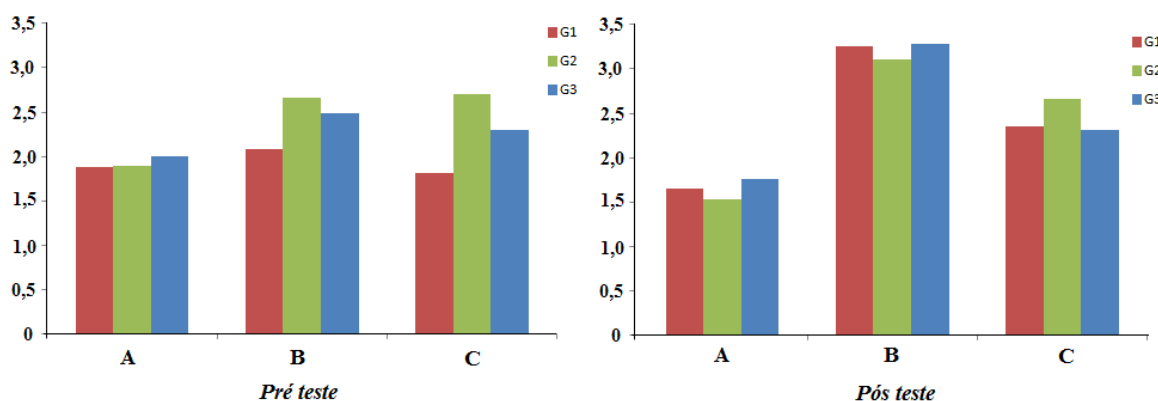


Figura 4.16 – Avaliação das assertivas contidas na questão 1 em pré e pós teste. Os valores representam a média das respostas dadas por todos os alunos a cada opção. Discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), concordo parcialmente (3) ou concordo totalmente (4). Comparação entre as respostas dadas por cada grupo no pré-teste e no pós-teste.

Entretanto, o que ainda se apresenta como preocupante é a grande aceitação da afirmativa C. Os estudantes continuam acreditando que explicações transformacionistas são possíveis de acontecer no mundo natural. Acreditamos que atividades desenvolvidas ao longo da educação básica, que toquem de alguma forma em questões evolutivas, tenham que se preocupar em desconstruir este tipo de visão. Como já apresentado, esta forma de pensar é bastante comum em alunos da educação básica e, portanto não vem sendo abordada de forma tão eficaz, seja por parte dos materiais de ensino ou mesmo das estratégias e discursos utilizados por professores.

Por tal motivo, é preciso que por diversas vezes, ao longo da sua formação científica básica, os estudantes entrem em contato com explicações que utilizem mecanismos mais fiéis à teoria sintética da evolução, tais como o de seleção natural, deriva genética²¹ e mutação de forma a tornar comum aos ouvidos dos alunos o discurso explicativo relacionado ao surgimento da biodiversidade apresentado pela ciência.

²¹ Deriva genética são mudanças aleatórias nas frequências gênicas de uma população (RIDLEY, 2006)

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos através da construção deste material pedagógico suprir uma carência importante dentro do ensino de evolução, pois como já foi explicitado existem poucos materiais desta natureza disponíveis para os professores da educação básica. Tentamos buscar um equilíbrio entre a sua função lúdica e pedagógica, pois como Kishimoto (2003) afirma que estas atividades, desenvolvidas em situações de aprendizagem, seja em espaços formais, não formais ou mesmo informais são capazes de conciliar a liberdade típica dos jogos e a orientação própria dos processos educativos.

A nossa investigação apresentou alguns pontos relevantes para o ensino de classificação biológica e por consequência de evolução. Os resultados demonstram que os estudantes chegam ao segundo ano do ensino médio com conceitos e, portanto concepções equivocadas sobre o processo evolutivo subjacente a origem da diversidade biológica. A ideia de transformação das espécies relacionada a um propósito final aparece no discurso dos mesmos em diversos momentos, fato que também é observado em estudantes que estão no final do ensino médio ou mesmo que já finalizaram a educação básica (COSTA et al., 2011; LOVATI, 2006; SEPULVEDA & EL-HANI, 2006).

Entretanto, quando voltamos especificamente a nossa análise para a classificação biológica, constatamos que os estudantes parecem perceber a mesma como um agrupamento de indivíduos com muitas características semelhantes. Os mesmos não fazem distinção entre características homólogas e homoplásticas, o que é de grande importância para o entendimento de biologia evolutiva e de classificação biológica.

O jogo proposto parece dar conta de potencializar um aprendizado mais efetivo destes conceitos, seja na estratégia em que observamos este sendo aplicado antes da aula teórica ou mesmo na estratégia em que os estudantes utilizam a sequência didática completa.

Constatamos também que o grupo que apenas utilizou a estratégia de classificação espontânea em consórcio com a aula expositiva apresentou uma maior dificuldade em compreender os conceitos que consideramos importantes para a superação de um olhar tipológico-essencialista e consequente desenvolvimento de um olhar histórico-evolucionista frente à biodiversidade. Desta forma, acreditamos ter conseguido contribuir para o desenvolvimento de uma estratégia que apresenta grande potencial no que se refere ao desenvolvimento de tais atributos.

Pensamos que mais pesquisas relacionadas principalmente a mestros profissionais em ensino de biociências deveriam ser estimuladas no sentido de desenvolver outros cenários de ensino-aprendizagem, sequências didáticas, com ou sem a participação de jogos, capazes de estimular os estudantes a desenvolver um olhar evolutivo e que pudesse ser aplicada por professores em diferentes momentos da educação básica.

Trabalhar outros temas pertinentes ao Ensino Médio, tais como a fisiologia humana e comparada, a botânica e programa de saúde sobre a ótica da biologia evolucionista e através de metodologias ativas de ensino poderiam desenvolver um olhar mais consistente e crítico sobre as bases das ciências biológicas como um todo melhorando o entendimento de processos biológicos ligados à saúde, tais como combate a doenças e a crescente resistência microbiana a fármacos, ou mesmo no sentido de aumentar a compreensão sobre a história natural da vida na Terra. Estas estratégias diluídas ao longo da educação básica provavelmente seriam uma tentativa de melhoria no ensino de biologia e estaria respondendo a anseios levantados por Tidon & Lewontin (2004) que dizem que na maioria das vezes a biologia evolutiva é um assunto pontual, tratado apenas no final do ensino médio em pouquíssimas aulas e que este se configuraria em um dos motivos pelo qual a compreensão do processo evolutivo teria uma baixa efetividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. V., FALCÃO, J.T.R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v.11, n.1, p. 17-32, 2005

ALMEIDA, A.V.; FALCÃO, J.T.R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos no Brasil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.

ALVES-MAZZOTTI, A J. A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Sociais**. São Paulo: Pioneira, 2002. 203 p.

AMORIM, D. S.; SISTO, A. S.; LOPES, D. R. N.; BRAGA, J. A. & ALMEIDA, V. L. F. O. Diversidade biológica e evolução: Uma nova concepção para o ensino. p. 9-17. *In*: BARBIERI, M. (Org.). **Aulas de Ciências. Projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências**. Ribeirão Preto: Holos, 1999.

AMORIM, D. S.; D. L. M O N T A G N I N I ; CORREA, R. J.; NOLL, M. S. M. C. & NOLL, F. B. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e botânica no 2º grau. p. 38-45. *In*: BARBIERI, M. (Org.). **A construção do conhecimento do professor. Uma experiência de integração de professores do ensino fundamental e médio da Rede Pública à universidade**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

AMORIM, D.S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 36, p. 125-150, 2008.

ANDRADE, R.D.; MELLO, D.F.; SCOCHIS, C.G.S.; FONSECA, L.M.M. Jogo educativo: capacitação de agentes comunitários de saúde sobre doenças respiratórias infantis. **Acta paulista de enfermagem**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 444-448, 2008.

BENTON, M.J. **Paleontologia dos vertebrados**. Trad. Editora, 3º ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

BIZZO, N.M.V. **Ensino de evolução e história do Darwinismo**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação/USP - São Paulo: 1991.

BIZZO, N.M.V.; MOLINA, M. El mito darwinista en el aula de clase: un análisis de fuentes de información al gran público. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, pp. 401-416, 2004.

BOHÓRQUEZ, M.M; ANDRADE, E. A contingência dos padrões de organização biológica: superando a dicotomia entre pensamento tipológico e populacional. *In*: ABRANTES, P.C. (Org.) **Filosofia da biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. pp.145-161

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004, 219 p.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Porto Alegre. Ed. Artmed, 1998.

BUNGE, M. **La investigación científica: su estrategia y su filosofía**. Barcelona: Ariel, 1980.

CACHAPUZ, A. Linguagem Metafórica e o Ensino das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, Universidade do Minho, Braga - Portugal, v.2, n.3, 117-129, 1989.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T.M. E FELICIO, A.K.C. 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, M. A. B. **Jogo: um assunto tão polêmico quanto importante**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/educacao/brinquedoteca/downloads/Jogo5.pdf> acessado em 02/12/2008.

CARVALHO, J.C.Q. **Avaliação do impacto do jogo “Sintetizando Proteínas” no processo de ensino-aprendizagem de alunos do ensino médio**. 2009. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Física de São Carlos, USP, São Paulo, 2009

CATERALL, M., MACLARAN, P. Focus group data and qualitative analysis programs: coding the moving picture as well as the snapshots. **Sociological Research Online**, v. 2, n. 1, mar. 1997.

CHATEAU, J. **O jogo e a criança**. São Paulo: Summus, 1987.

CHUNG, C. M.; MAK, S. Y. ; SUEN, Y. M. ; SZE, P.. Game-Display Board Activities for Science Teaching. **Journal of Science Education and Technology**, v.5, n.2, 141-154, 1996.

COSTA, L.O.; MELO, P.L.C.; TEIXEIRA, F.M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011

DAWKINS, R. **O Relojoeiro cego – A teoria da evolução contra o desígnio divino**. Trad. de Laura Teixeira Motta – 2º edição. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

DIAS, C.A. **Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas**. Informação & Sociedade. João Pessoa, v.10, n.2, p.1-12, 2000.

FERRARI, M.; CHI, M. T. H. The nature of naive explanations of natural selection. **International Journal of Science Education**, London, v. 20, n. 10, p. 1231-56, 1998.

FONTOURA, T.R. O brincar e a educação infantil. **Pátio: Educação Infantil**, v1, n.3, p.7-9, 2004.

_____. Jogo em aula: recurso que permite repensar as relações ensino-aprendizagem. **Revista do Professor**, v.19, n.75, p.15-9, 2003.

GADOTTI, M. A Questão da Educação Formal/Não-Formal. **Institut International des Droits de L'enfant (IDE)** Sion (Suisse), v.18, n.22 Out., 2005

GAY, L.R. **Educational research: Competencies for analysis and application**. 3ªed., Columbus: Merrill Publishing Company, 1987.

GENÉ, A. Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y aprendizaje de La evolución de los seres vivos: un ejemplo concreto. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 22-27, 1991.

GOEDERT, L. **A formação do professor de Biologia e o ensino da Evolução Biológica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOULD, S.J. **Darwin e os enigmas da vida**. Martins Fontes, São Paulo, 1987.

GOMES, R. R. e FRIEDRICH, M.A.. Contribuições dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. *In: ANAIS EREBIO I*, 389-392, 2001, Rio de Janeiro. Resumo ampliado.

HUIZINGA, J.. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. 5ª edição, Editora Perspectiva, São Paulo. Brasil, 2009.

KISHIMOTO, T.M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez. 1996.

_____. Brinquedos e materiais pedagógicos nas escolas infantis. **Educação e Pesquisa**. v.27, n.2, p.229-245, 2001.

_____. **O jogo na educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 2003.

LAMARCK, J.B.M. **Filosofia zoológica**. Trad. Adrià Casinos. Barcelona: Alta Fulla, 1986.

LIZARDO, J.M.C.; RODRÍGUEZ-MORÁN, M.; GUERRERO-ROMANEZ, F. El juego como alternativa para la enseñanza de conceptos básicos de salud. **Rev Panam Salud Publica**. v.9, n.5, 2001.

LOVATI, F. Evoluir ou não evoluir? Teoria proposta em 1859 por Darwin continua a motivar reações de ceticismo em pleno século 21. **Ciência Hoje On-line**, 2006 Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 30/08/2006.

MAYR, E. **Desenvolvimento biológico: diversidade, evolução e herança**; tradução Ivo Martinazzo – Brasília, DF. Editora Universidade de Brasília, 1998 [1982]

_____. O impacto de Darwin no pensamento moderno. **Scientific American Brasil, Edição Especial**, nº 7, 2007 [2000].

_____. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. Tradução: Claudio Angelo, São Paulo, Companhia da Letras, 2008.

MARCELOS, M.F. **Analogias e Metáforas da Árvore da Vida, de Charles Darwin, na Prática Escolar**. 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia da educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG, Minas Gerais – MG, 2006.

MARCELOS, M. F; NAGEM, R. L. Comparative Structural Models of Similarities and Differences Between Vehicle and Target in Order to Teach Darwinian Evolution. **Science & Education Journal**, v.19, n.8, p.599-623, 2010.

MARTINS, M.V. **O criacionismo chega às escolas do Rio de Janeiro: uma abordagem sociológica**. Revista eletrônica Comciência, 2004. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em: 15/04/2007

MARK, R.. **Research made simple – a handbook for social workers**. Sage publications, Londres, Inglaterra, 1996, p.247.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução: o Sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 2005.132 p.

MILLER, L.; MORENO, J.; WILLCOCKSON, I; SMITH, D.; MAYES, J. An online, interactive approach to teaching neuroscience to adolescents. **Cell Biology Education**. v.5, p. 137-143, 2006.

MONTEIRO, S.S.; VARGAS, E.P.; REBELLO, S.M.. Educação, prevenção e drogas: resultados e desdobramentos da avaliação de um jogo educativo. **Educação e Sociedade**, v.24, n.83, p. 659-678, 2003.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 2º ed. ampliada. Editora: EPU São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, T.F.; SOARES, M.S.; CUNHA, R.A.; MONTEIRO, S. Educação e controle da esquistossomose em Sumidouro (Rio de Janeiro, Brasil): Avaliação de um jogo no contexto escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.8, n.3, 2008.

PABÓN-MORA, N.; GONZÁLEZ, F. A classificação biológica: de espécies a genes. In: ABRANTES, P.C. (Org.) **Filosofia da biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. P.123-144

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

POUGH, F. H.; JANIS, C.M. ; HERSER, J.B. **A vida dos vertebrados**. Trad.: Ana Maria de Souza, Paulo Auricchio. 4ºed. – São Paulo: Ed.: Atheneu, 2008

REBELLO, S.; MONTEIRO, S.; VARGAS, E. A visão de escolares sobre drogas no uso de um jogo educativo. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.5, n.8, p.75-88, 2001

RHEINHEIMER, C.G. **Tecendo a educação ambiental na rede municipal de ensino de Arroio do meio, RS**. 2009. 155f. Tese (Doutorado em ciências, com ênfase em ecologia) – Instituto de biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009

RIDLEY, M. **Evolução**. Trad. Henrique Ferreira, Luciane Passaglia, Rivo Fischer. 3º ed, Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROBSON, C. **Real world research – a source for social scientists and practitioner researchers**. Blacwell Oublishers, Oxford, Inglaterra, 2001, 260p.

SANTOS, C.M.D. & CALOR, A.R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - I. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 2, 2007 (a).

_____. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - II. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 2, n. 1, 2007(b).

_____. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.48, n.18, p.199-211, 2008.

SANTOS, C.M.D. Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. **Scientiae studia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 179-200, 2008

SEPULVEDA, C.; EL HANI, C. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 09, n. 02, 2004.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C.N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia - uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre, v.11, n1, p. 29-51, 2006.

SEPULVEDA, C.; EL HANI, C.N. Adaptacionismo versus Exaptacionismo: O Que Este Debate Tem a Dizer ao Ensino de Evolução?. **Ciência & Ambiente**, v. 36, p. 93-124, 2008.

SILVA-PORTO, F.C. **O tema comportamento no ensino de biologia**. 2008. Tese (Doutorado em ensino de biociências e saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2008.

SOARES, C.B. **Adolescentes, drogas e AIDS: avaliando a prevenção e levantando necessidades**. 1997. 230f. Tese (Doutorado em administração escolar) – Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SPIEGEL, C. N.; ALVES, G. G.; CARDONA, T. S. ; MELIN, L. M. C.; LUZ, M. R. M. P.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; HENRIQUES-PONS, A. Discovering the Cell: an

educational game about cell and molecular biology. **Journal of Biological Education**, v.43, p. 27-35, 2008

SPIVAK, E. **El árbol de la vida: uma representação de la evolución y la evolución de una representación**. Ciencia Hoy en línea, Buenos Aires, n.16, enero/febrero de 2006. Disponível em <www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy91/arb.html> Acesso em 08 mar 2006.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v,27, n.1, p. 124-131, 2004 .

TORRES, H.C.; HORTALE, V.A.; SCHALL, V. A experiência de jogos em grupos operativos na educação em saúde para diabéticos. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.4. p.1039-1047, jul-ago, 2003

TOSCANO, N.V. SANTOS, A.J.D.S.; SILVA, L.L.M.; TONIALI, C.T.; CHAZAN, M; WIEBBELLING, A.M.P.; MEZZARI,A. Desenvolvimento e análise de jogo educativo para crianças visando à prevenção de doenças parasitológicas. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.11, n.22, p.281-94, mai/ago 2007.

VARGENS, M.M.F. **Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução**. 2009. 49f. Dissertação (Mestrado em ecologia e biomonitoramento) – Instituto de biologia, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2009.

SOARES, C.B. **Adolescentes, drogas e AIDS: avaliando a prevenção e levantando necessidades**. 1997. 230f. Tese (Doutorado em administração escolar) – Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

VEIGA, L. & GONDIM, S.M.G. A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político. **Opinião Pública**. Campinas, v.2, n.1, p.1-15, 2001.

VIVIANI, V.R.; ROCHA, M.Y.; HAGEM, O. Fauna de besouros bioluminescentes (Coleoptera: Elateroidea: Lampyridae; Phengodidae, Elateridae) nos municípios de Campinas, Sorocaba-Votorantim e Rio Claro-Limeira (SP, Brasil): biodiversidade e influência da urbanização. **Biota Neotropica**. Campinas, v.10, n.2, p.102-126, 2010.

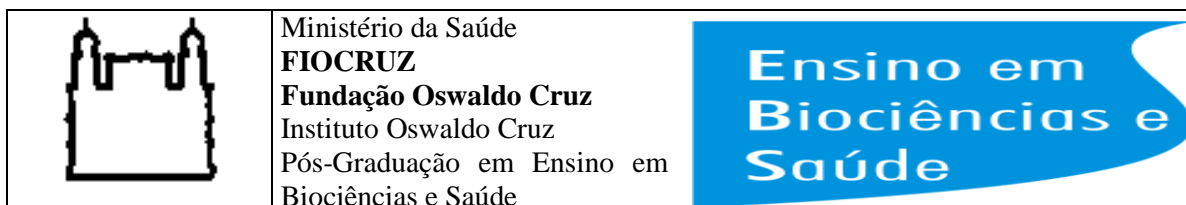
VOLOPATO,G. Jogo e brinquedo: Reflexões a partir da teoria crítica. **Educação & Sociedade**, Campinas, v.3, n.81, p. 217-226, 2002.

WAIZBORT, R. F. . Cento e quarenta anos sem Darwin bastam: sobre espécies variedades e definições. **Principia** (UFSC), Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 141-184, 2000.

WAIZBORT, R. Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. **História, Ciência, Saúde –Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, 2001.

ANEXO I

Roteiro utilizado na atividade ‘Classificação espontânea’



Roteiro da atividade CLASSIFICAÇÃO ESPONTÂNEA -

INICIAR COM UMA PEQUENA FALA SOBRE A NECESSIDADE QUE OS SERES HUMANOS TÊM DE CLASSIFICAR TUDO AO SE REDOR.

*“O homem costuma classificar tudo ao seu redor, vocês já repararam nisso?
Você olha para o lado e diz: Você é mais meu amigo do que ele. Entre estas três cores eu prefiro o verde, depois o amarelo e por último o preto.*

E no supermercado, se estivermos com vontade de comprar arroz onde procuraríamos? É claro que iremos ao setor dos cereais e depois poderíamos procurar o arroz, para só então achar a nossa marca preferida. Nunca iríamos ao setor de carnes procurar arroz ... porquê o mesmo está agrupado junto com os seus semelhantes. O mesmo acontece nas bibliotecas e livrarias. Para achar um livro você deve primeiro procurar pelo mais geral como por exemplo: LIVROS DE BIOLOGIA para depois ir ficando cada vez mais específico, dentro do grupo livros de biologia eu procuro LIVROS DE ZOOLOGIA e depois LIVROS DE ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS e então eu chego ao título procurado.

Como eu havia dito, os livros, os alimentos, os amigos, as cores e tudo mais recebem uma ordenação e na ciência não é nada diferente.

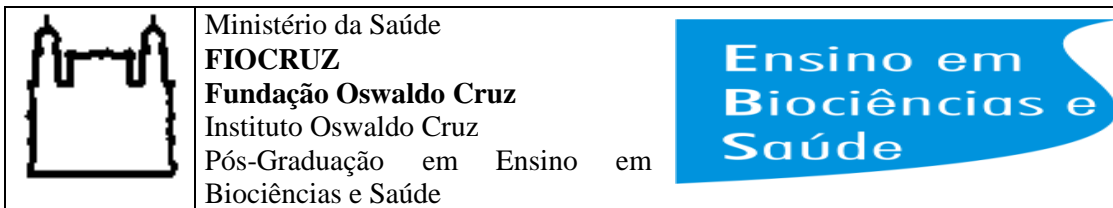
Vocês estão recebendo um baralho de cartas e um objetivo: ORDENEM, AGRUPEM, CLASSIFIQUEM ESTAS ESPÉCIES. VOCÊS DEVEM ESTAR A TODO O MOMENTO FALANDO O PORQUÊ DA CLASSIFICAÇÃO DE VOCÊS. CASO VOCÊ DISCORDE DO QUE OS SEUS COLEGAS ESTÃO FAZENDO NEGOCIE COM ELES UMA NOVA ALTERNATIVA.”

POSSÍVEIS PERGUNTAS DURANTE O PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO:

- 1) Qual o critério que vocês estão utilizando para classificar estes animais?
- 2) Vocês já conheciam a classificação deles ou estão utilizando algum critério de grupo? Fale um pouco mais sobre esse critério.
- 3) Vocês acham que estes grupos possuem relação entre eles? Que tipo?
- 4) Vocês acham que estes grupos que vocês criaram surgiram ao mesmo tempo? Se não coloque na ordem de surgimento dizendo o porquê da sua escolha.
- 5) Dentro de cada grupo aqui apresentado e ordenado por vocês podemos repetir o mesmo processo. Que tipo de relação vocês encontram entre as espécies aqui apresentadas? Vocês acham que elas também podem ser agrupadas e ordenadas no tempo? Justifique a sua posição frente a esta situação.
- 6) Vou acrescentar mais uma espécie, o ser humano. Em que lugar desta classificação vocês colocariam esta espécie. Justifique esta escolha.
- 7) Como vocês conseguem explicar a diversidade de organismos vivos encontrados hoje?

ANEXO II

Questionário utilizado na avaliação cognitiva dos estudantes. O mesmo foi utilizado na avaliação Pré e Pós intervenção.



QUESTIONÁRIO COGNITIVO

Idade: _____ Sexo: M / F

Atenção: Cada uma das afirmações que seguem abaixo possui uma graduação que vai de 1 à 5, onde:

- 1- Quer dizer **DISCORDO TOTALMENTE**
- 2- Quer dizer **DISCORDO PARCIALMENTE**
- 3- Quer dizer **CONCORDO PARCIALMENTE**
- 4- Quer dizer **CONCORDO TOTALMENTE**

Leia os textos e as afirmativas e julgue-as conforme o seu conhecimento sobre o assunto. Caso você não saiba opinar sobre o assunto marque a opção “Não tenho opinião sobre o assunto”.

As Ilhas Canárias são ao todo sete ilhas que estão localizadas a oeste do continente africano. Estas ilhas apresentam clima e relevo diferentes e foram colonizadas de forma gradual. Nesta região são encontradas três espécies distintas de lagartos que são similares (parecidas) a uma espécie encontrada no continente africano (espécie selvagem).



1) Como os biólogos explicariam as semelhanças e diferenças entre tais espécies de lagartos?

- a) Apesar de existirem semelhanças entre as populações de lagartos não é possível haver qualquer relação entre elas, pois uma espécie não poderia dar origem a outra. Tal semelhança seria fruto do acaso e não teria relação com adaptações ao ambiente das ilhas ou do continente africano.

(1) (2) (3) (4)

- b) Esta semelhança é indício de que tais espécies seriam descendentes da espécie do continente que ao chegar às ilhas passou, ao longo do tempo, por pequenas modificações, ao acaso, do seu corpo. Então, o ambiente de cada ilha selecionou aquele lagarto com as melhores qualidades para sobreviver. Sendo assim, encontraríamos espécies diferentes em ilhas com ambientes também diferentes.

(1) (2) (3) (4)

- c) Esta semelhança é indício de que as espécies de lagartos das ilhas são descendentes da encontrada no continente. Podemos ver que a espécie do continente chega às ilhas e transforma o seu corpo para se adaptar as condições ambientais locais, que não são iguais entre as ilhas. Desta forma teremos lagartos diferentes em ilhas com ambientes diferentes.

(1) (2) (3) (4)

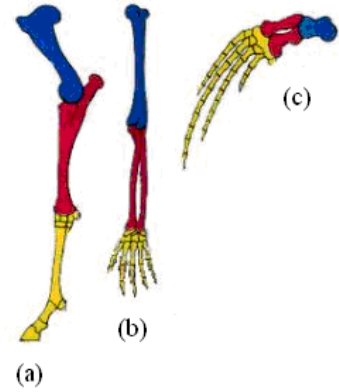
2) Um médico anatomista ao dissecar uma pata de cavalo (a), um braço humano (b) e uma nadadeira de baleia (c) encontrou alguns indícios de semelhança entre estas estruturas. Ele classificou alguns ossos como sendo do mesmo tipo os coloriu da mesma cor, como visto no exemplo ao lado. Assinale a opção que contém uma explicação biologicamente válida para este fato.

- a) Ele desconfia que estas três espécies, apesar de terem corpos muito diferentes e de ocuparem ambientes nada parecidos são parentes próximos. A semelhança entre os ossos seria apenas mais um indício de uma história evolutiva comum entre estas espécies.

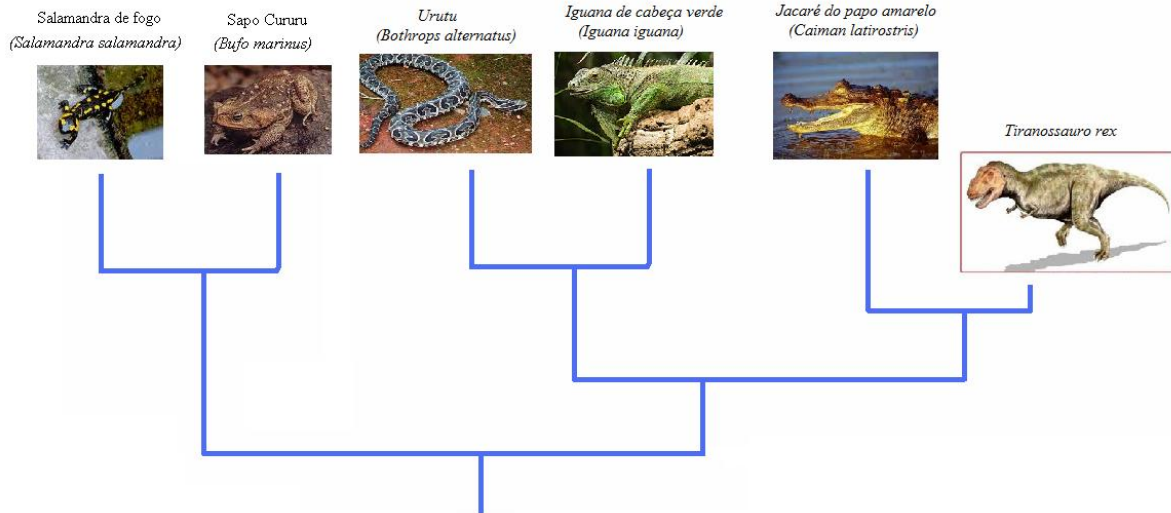
(1) (2) (3) (4)

- b) Ele desconfia de que tais semelhanças são fruto do acaso. As três espécies vivem em ambientes muito diferentes e possuem corpos nada parecidos, isso já é indício de não parentesco próximo entre tais organismos.

(1) (2) (3) (4)



Observe o esquema abaixo e responda a questão 3



3) Ao observar a Iguana de cabeça verde (*Iguana iguana*), um biólogo poderia dizer que:

- a) Não é possível dizer qualquer coisa sobre o parentesco entre as espécies apresentadas neste esquema, pois ele não traz informação suficiente para isso.

(1) (2) (3) (4)

- b) Esta espécie seria mais aparentada com o Jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) do que com a serpente conhecida como Urutu (*Bothrops alternatus*).

(1) (2) (3) (4)







- c) Esta espécie seria mais evoluída do que o Sapo cururu (*Bufo marinus*)







(1) (2) (3) (4)

- d) Esta espécie de Iguana seria mais aparentada do jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) do que do sapo cururu (*Bufo marinus*).

(1) (2) (3) (4)

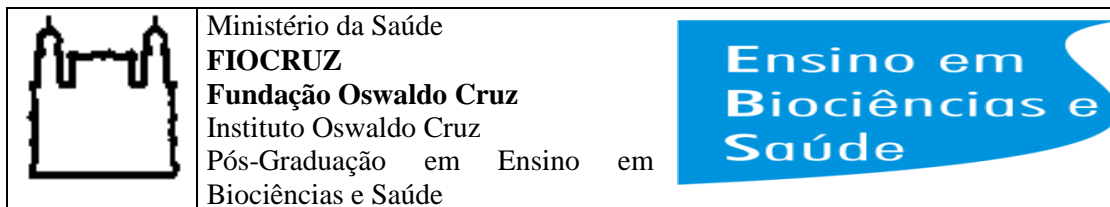
4) Os biólogos dizem que as mais diferentes espécies são, de alguma forma, PARENTES. Algumas espécies são mais proximamente relacionadas do que outras. Segundo o seu conhecimento sobre biologia, qual das opções abaixo contém espécies que representam parentes PRÓXIMOS? Para esta questão marque apenas a letra que corresponde ao agrupamento que você considera correto.

A)    | C)   

B)    | D)   

ANEXO III

Questionário utilizado na para quantificar os parâmetros jogabilidade e aceitação do jogo



AVALIAÇÃO DA JOGABILIDADE

1) Como você classificaria a DIFICULDADE deste jogo. Em uma escala de 1 à 7, onde 1 significa que você acha muito fácil e 7 muito difícil. Marque a sua opinião no esquema abaixo.

MUITO FÁCIL	1	2	3	4	5	6	7	MUITO DIFÍCIL
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Justifique a sua resposta: _____

2) Com relação a sua opinião sobre o jogo marque uma alternativa abaixo:

Não gostei Gostei Achei muito bom Não tenho opinião

Justifique: _____

3) Abaixo são feitas algumas afirmativas sobre as cartas do jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade.

a) As cartas do jogo apresentam textos longos.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

b) Os textos das cartas possuem uma linguagem difícil de compreender.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

c) Eu não lia apenas as informações indicadas pelo tabuleiro, aproveitava o tempo para ver se havia nas cartas alguma outra informação relevante.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

d) As informações das cartas NÃO foram relevantes para que eu pudesse classificar os espécimes.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

Caso você deseje comentar algo sobre as cartas utilize este espaço:

4) Você julga que aprendeu algo de NOVO com o jogo?

SIM NÃO

O quê? _____

5) Com relação ao entendimento do processo utilizado na classificação das espécies apresentadas neste jogo você diria, em uma escala de 1 à 7, que:

NÃO COMPREENDI	1	2	3	4	5	6	7	COMPREENDI PERFEITAMENTE
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------------

6) Abaixo são feitas algumas afirmativas gerais sobre o jogo. Julgue-as segundo a sua vivência durante esta atividade.

a) Tive dificuldade para entender as regras do jogo.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

b) O jogo é muito longo.

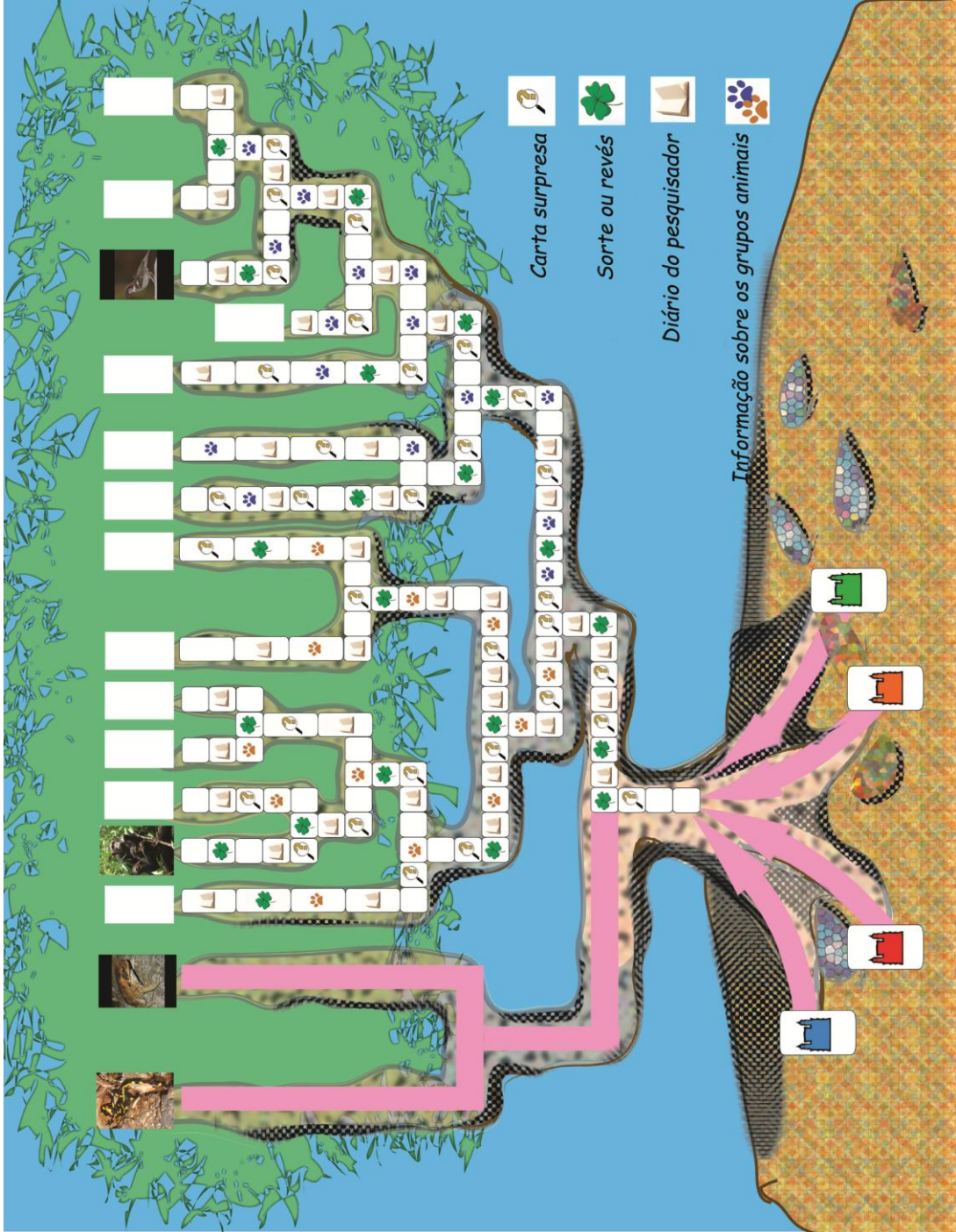
Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

c) Gostei da dinâmica do jogo, ela me deixou envolvido em desvendar a classificação das espécies.

Discordo totalmente **Discordo** **Concordo parcialmente** **Concordo totalmente**

7) Este espaço está livre para que você expresse e explique as suas principais dificuldades, dúvidas ou comentários.

ANEXO IV Tabuleiro do jogo



ANEXO V

Cartas do jogo – ‘Diário do Pesquisador’, ‘Informação sobre os grupos animais’ e ‘Sorte ou Revés’



Veados, bois, camelos e porcos possuem em suas patas apenas dois dedos que são protegidos por um casco resistente. Os outros três dedos desapareceram ou se tronaram gradativamente menores ao longo do tempo de evolução.



A evolução favorece a sobrevivência de populações que obtiveram ao ACASO, características boas (adaptativas) para aquele momento. Por isso não existe ser mais evoluído do que outro.



Você acaba de encontrar textos antigos que levam a crer que os primeiros mamíferos insetívoros (comedores de insetos) surgiram na Terra no Paleoceno (65 milhões de anos atrás). **Jogue novamente.**



Os macacos do “Velho Mundo” possuem uma tendência de grande crescimento corporal. Suas principais características são: Narinas pouco espaçadas, Cauda curta ou ausente e dois dentes pré-molar



Representar as espécies através de uma escada, onde o ser humano encontra-se no topo é errado. A melhor forma de fazer isso é através de uma árvore, onde todos os seres, ainda vivos, estarão no ponto mais alto.



Parabéns, você acaba de ganhar a chance de escolher quando poderá jogar novamente. **Avise ao jogador coordenador e utilize esta chance com sabedoria**



Somente os mamíferos possuem dentes com grandes especializações, tais como, triturar, macerar e rasgar. Esta característica permitiu uma alimentação muito variada.



Nada me tira da cabeça que o homem é apenas MAIS UM ANIMAL dentro um número gigantesco de espécies.



Parabéns, você acaba de ganhar acesso a PRÓXIMA pista da dupla adversária. Comunique ao jogador coordenador.



Alguns dos ossos ligados a nossa audição (Martelo e a Bigorna) eram encontrados na mandíbula dos ancestrais reptilianos dos mamíferos.



A evolução NÃO dá para as espécies características físicas necessárias para a sobrevivência em um determinado ambiente. Tais características poderão surgir apenas através de mutações, que ocorrem ao acaso.



Escolha um jogador para ficar uma rodada SEM JOGAR.



A audição nos mamíferos depende de três pequenos ossos: o Martelo, a Bigorna e o Estribo. Eles localizam-se no ouvido médio e têm a função de amplificar o som.



A seleção natural apenas permite a sobrevivência das populações que possuem uma ou mais características favoráveis



Você achou um documento antigo que fala sobre os dinossauros. Ele diz que este grupo surgiu cerca de 245 milhões de anos atrás (período Triássico). **Com esta carta você poderá se deslocar para QUALQUER CASA de sua escolha.**



O polegar opositor encontrado principalmente nos primatas faz com que fique mais fácil se prender em um galho ou agarrar um alimento.



A forma do corpo parecida nem sempre indica que tais espécies são parentes próximos. Algumas características são enganosas e podem surgir simplesmente porque os organismos vivem em um ambiente igual ou muito parecido. Elas são conhecidas como características ANÁLOGAS.



Você acaba de achar um osso de avestruz da sorte! **Jogue o dado novamente e avance no tabuleiro.**



Os macacos do "Novo Mundo" (Américas) possuem como características principais as narinas espaçadas e arredondadas, a cauda longa e com capacidade de se prender nos galhos além de três dentes pré-molar na sua arcada dentária.



Olha que frase interessante: "*Dois animais são parentes não porque são parecidos, mas se parecem porque são parentes.*"



O seu trabalho de biologia foi escolhido para participar da feira de ciências da cidade. Os professores da escola estão contentes e resolveram te dar um prêmio. **Você poderá se deslocar para qualquer casa na próxima rodada sem a necessidade de dados.** Avise ao jogador coordenador.



Pêlos e penas são estruturas que se desenvolveram a partir de escamas em um passado bem distante, quando nem aves nem mamíferos existiam.



As patas de um sapo, as asas das aves e as nadadeiras de uma baleia podem dar indícios claros de parentesco entre estes três grupos animais. Eles compartilham ossos que estavam presentes em um ancestral comum. Tais características são pistas verdadeiras da história evolutiva das espécies.



Suas notas estão abaixo da média. **Fique uma rodada sem jogar** e estude mais!



As aves e alguns dinossauros (Velociraptor e o Tiranossauro rex) possuem muitas características em comum.



Um lagarto, uma iguana e um jacaré são parentes não porque se parecem fisicamente, mas porque compartilham características que eram comuns aos seus ancestrais, conhecidas como características HOMÓLOGIAS



Você achou um pequeno osso da pata traseira direita de um Pteranodon, um grande dinossauro alado que viveu na Terra no período Cretáceo (aproximadamente 100 milhões de anos atrás). Como recompensa **você terá acesso a uma carta surpresa.**



Dentre outras características as aves possuem ossos pneumáticos, também conhecidos como "osso oco", indispensáveis para a conquista do ambiente aéreo.



Quanto maior o número de HOMOLOGIAS compartilhadas pelos animais mais próximos eles estarão na árvore evolutiva. Isso reflete a sua relação histórica com as outras espécies.



Em uma excursão da escola ao Museu de História Natural você acaba percebendo que uma das espécies que está na sua lista de classificação está na exposição principal. **Você deve tentar classificar agora uma das espécies de sua mão.**



Alguns dinossauros que não tinham a capacidade de voar já possuíam ossos pneumáticos, conhecidos como "osso oco".



A árvore da vida conta a história evolutiva das espécies. As características homólogas ajudam o biólogo a descobrir mais sobre como a vida se estabeleceu na Terra



Você descobriu que os homens não são descendentes dos chimpanzés. Segundo o seu estudo os homens compartilham um ancestral comum com este macaco. **Você terá acesso a uma carta surpresa.**



As patas observadas nas aves apresentam uma forma inconfundível. Estas possuem três dedos voltados para frente e apenas um para trás (pé tridáctilo).



Uma das conclusões do meu estudo é: "**Somos todos parentes, em maior ou menor grau.**"



Ocorreu um desmoronamento sobre um laboratório bem perto daqui. Pesquisadores e operários cercaram toda a área. Fósseis raros de aves do jurássico (200 milhões de anos atrás) ficaram soterrados. **Fique uma rodada sem jogar ajudando na recuperação da coleção.**



Podemos encontrar marcas de penas em fósseis de dinossauros que não tinham a capacidade de voar. Parece que elas apareceram com outras funções e depois foram utilizadas para o voo.



Fósseis são registros de um passado muito distante.



Um documentário sobre glaciação está passando na televisão. **Fique uma rodada sem jogar para poder assistir ao programa.**



Os dinossauros que possuíam penas e não voavam devem ter utilizado as mesmas para interação social, conquista de parceiros sexuais, ou mesmo para aquecer o corpo. Ainda vemos algumas aves fazendo isso.



Fósseis são evidências de que a vida vem passando por grandes modificações ao longo do tempo geológico (milhões de anos).



Você saiu de casa sem os livros da biblioteca. **Volte 10 casas.**



Alguns cientistas defendem que os dinossauros que possuíam penas, mas não tinham a capacidade de voar utilizavam estas escamas modificadas (penas) para aquecer os ovos durante o período da noite.



Muitos fósseis descobertos nos últimos anos indicam que as penas surgiram antes mesmo da capacidade de voar



Você sofreu ataque de espiões! **A próxima carta que você pegar deverá ser compartilhada com a dupla adversária**



As penas das aves podem ser utilizadas como atrativo para a reprodução. Muitos machos são diferentes das suas fêmeas na cor ou no tamanho de suas penas.



Aves e répteis possuem características em comum, tais como, postura de ovos, urina rica em ácido úrico e presença de escamas. Você encontra esta última nas patas das aves e em todo o corpo dos répteis.



Você acaba de achar um osso de avestruz da sorte! **Jogue o dado novamente e avance no tabuleiro**



A teoria conhecida como Seleção Sexual diz que fêmeas selecionam machos fortes e saudáveis, com melhores genes, para reproduzir. Este mecanismo pode ser uma das explicações para as grandes diferenças entre machos e fêmeas encontradas, por exemplo, em algumas aves e mamíferos.



Olha o que descobri:
"Crocódilos e aves colocam ovos com casca dura, já lagartos e cobras apresentam postura de ovos de casca mole".



Parabéns, você acaba de ganhar **acesso a próxima pista da dupla adversária.** Comunique ao jogador coordenador.



Aves e dinossauros apresentam uma característica em comum que é muito interessante. Ambos os grupos possuem pescoço alongado e em forma de "S". O que permite girar o mesmo quase 180°, como é o caso da coruja.



Dúvida:
"Como é possível o primeiro fóssil de ovo ser mais recente do que o fóssil do primeiro animal que colocava ovo?"
(diferença de 190 milhões de anos)



O seu trabalho de biologia foi escolhido para participar da feira de ciências da cidade. **Você poderá se deslocar para qualquer casa na próxima rodada sem a necessidade de jogar dados.** Avise ao jogador coordenador.



O ovo com casca ajudou a um conjunto de animais na conquista do ambiente terrestre. O ovo amniótico diminui a perda de água por transpiração, protege o embrião e alimenta o mesmo durante o seu desenvolvimento inicial.



Um peixe, um golfinho e um pinguim possuem a forma do corpo parecida e nem por isso são parentes próximos. Algumas características podem causar confusão ao tentarmos entender a história evolutiva dos animais. É preciso procurar características que realmente apresentem pistas verdadeiras.



Você acaba de achar um osso de gorila da sorte! **Jogue o dado novamente e avance no tabuleiro**



As fêmeas de lagartos, serpentes, tartarugas e cágados conseguem armazenar espermatozóide para utilizar quando as condições ambientais se tomarem favoráveis. Em alguns casos o espermatozóide fecundará um óvulo anos após a cópula



A forma do corpo parecida nem sempre indica que tais espécies são parentes próximos. Algumas características são enganosas e podem surgir simplesmente porque os organismos vivem em um ambiente igual ou muito parecido. Elas são conhecidas como características ANÁLOGAS



Parabéns, **você acaba de ganhar a chance de jogar novamente**. Avise ao jogador coordenador e utilize esta chance com sabedoria.



Crocodilos e tartarugas, diferentes de todos os outros répteis, possuem crescimento contínuo. Isto é, quando adultos diminuem a taxa de crescimento mais nunca deixam de crescer.



As patas de um sapo, as asas das aves e as nadadeiras de uma baleia podem dar indícios claros de parentesco entre estes três grupos animais. Eles compartilham ossos que estavam presentes em um ancestral comum. Tais características são **pistas verdadeiras** da história evolutiva das espécies (**Homologias**)



Parabéns, **você acaba de ganhar a chance de jogar novamente**. Avise ao jogador coordenador e utilize esta chance com sabedoria.



Algumas características surgem com uma função, mas serão utilizadas para outros propósitos em um futuro distante. Um bom caso é o das penas encontradas nas aves. Estas surgiram nos dinossauros, mas não serviam para voar.



A evolução favorece a sobrevivência de populações que obtiveram ao ACASO, características boas (adaptativas) para aquele momento. Por isso não existe ser mais evoluído do que outro.



Escolha um jogador para ficar uma rodada **SEM JOGAR**.

ANEXO VI

Cartas do jogo – ‘Carta Surpresa’

CARACTERÍSTICAS COMUNS

Aves e Crocodilos

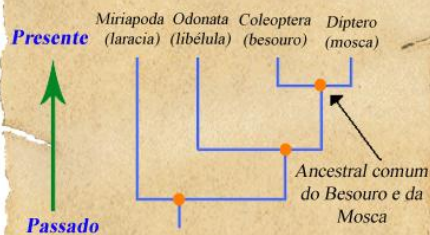


➤ **Vocalização:** Comportamento observado nos estágios iniciais de desenvolvimento ocorrendo momentos antes da eclosão do ovo e durante a fase juvenil. Sua função é chamar a atenção de seus pais.

➤ **Nidificação:** A formação de ninhos e o cuidado parental dos crocodilos se parece, em parte, com o de muitas aves

Rio, 21 de Fevereiro de 1916

Comecei a representar a Árvore da vida desta forma.



É fácil entender o seu funcionamento.

• Quanto mais próximo as espécies estiverem maior será o seu grau de parentesco.

• Quanto maior o número de características homólogas as espécies compartilharem maior será o grau de parentesco e por consequência mais próximo estarão na árvore da vida.

• Besouros e moscas são parentes mais próximos entre si do que a mosca e a lacraia (ver árvore ao lado).



Rio, 30 de Outubro de 1917

Que tipo de comparação utilizar para dizer que um animal é parente mais próximo de outro?

Eu poderia simplesmente utilizar forma do corpo. Fiz estes desenhos para ficar mais claro.

Peixe ósseo



Golfinho (mamífero)



Ictiossauro (réptil extinto)



Pinguim (ave)

A forma corporal entre estas quatro espécies é muito semelhante. Contudo ela não expressa parentesco. Esta forma gera menos atrito e facilita o deslocamento na água.

A conclusão que eu chego é que algumas características são simples ANALOGIAS (comparações que não demonstram o processo evolutivo). Eles chegaram a esta forma de maneira INDEPENDENTE

Amanhã escrevo mais sobre esse tema.

Rio, 31 de Outubro de 1917

Ontem escrevi um pouco sobre a definição das características análogas. Volto a usar aqui este desenho para dizer que características análogas, como as que estamos vendo aqui,

Peixe ósseo



Golfinho (mamífero)



Ictiossauro (réptil extinto)



Pinguim (ave)

NÃO são utilizadas para dizer quem é parente próximo de quem. Elas são FALSAS pistas evolutivas.

Devemos procurar evidências evolutivas reais. Características que realmente possam nos ajudar a entender a dinâmica do processo evolutivo. Estas são conhecidas como características HOMÓLOGAS

Rio, 21 de Março de 1919

Hoje durante uma aula prática os alunos ficaram bastante empolgados quando perceberam que as asas de uma ave e a pata de um sapo apesar de possuírem funções totalmente diferentes



tinham a mesma composição óssea.

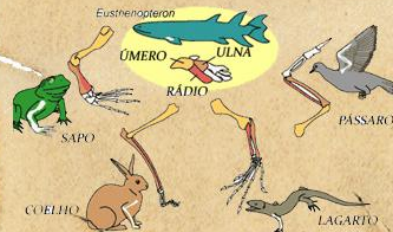
Similaridades anatômicas assim são conhecidas como HOMOLOGIAS e são características comuns herdadas de um mesmo ancestral. No caso dos membros locomotores dos vertebrados parece ter ocorrido fusão, torção e/ou crescimento destas estruturas o que levou a usos diferenciados da mesma estrutura.

As Homologias são pistas confiáveis da dinâmica evolutiva.

Rio, 18 de Outubro de 1916

Dissecando estes animais olha o que eu pude perceber ...

Os ossos de seus membros são de alguma forma semelhantes!



O que isso quer dizer?



Parabéns

Você acaba de ganhar o direito de sortear três cartas de animais para classificar ...

NÃO LEIA EM VOZ ALTA

“Estou de boca aberta. Os últimos trabalhos científicos sobre a origem do vôo das aves tem revelado que as penas teriam surgido antes mesmo da capacidade de voar. Alguns dinossauros, tais como os Velociraptors e mesmo o Tyrannosaurô rex, muito provavelmente tinham a pele recoberta por penas, mas certamente não eram aves ...”

Esta parte do diário é muito importante. Ela fala um pouco da evolução das aves. Diz quais características são compartilhadas com um grupo de dinossauros e levanta a hipótese de que eles são parentes próximos.



“Em alguns casos, a cobertura externa dos mamíferos é a chave para entendermos o seu modo de vida que é único.”

Pêlos

Os pêlos apresentam uma variedade de funções:

Camuflagem;
Comunicação: enviar mensagens de medo ou raiva;
Sensações: por meio das vibrissas (bigodes), receptores táteis estão associados a estes pêlos especializados;
Isolamento térmico.

PENAS ...



Muitos dinossauros possuíam penas, mas não tinham a capacidade de voar. Abaixo você encontra algumas hipóteses para a existência de tal estrutura.

- Serviria como um “cobertor” auxiliando na manutenção da temperatura;
- Os machos poderiam utilizar tais penas para chamar a atenção das fêmeas na hora da reprodução.

Entregue esta carta para o jogador coordenador que deverá ser lida em voz alta

*“O calor era intenso, não havia água sequer para se refrescar ...
Como sobreviver em um local onde parece que não desejam que você esteja?*

Somente poucos foram os eleitos. Apenas aqueles que já possuíam algumas adaptações antes do ambiente se tornar assim puderam desfrutar do lá havia”

Mamíferos, répteis e aves possuem características em comum que foram importantes para a conquista do ambiente terrestre.

- Escolha duas características abaixo
- Faça o seu parceiro de jogo descobrir tais características - NÃO EMITA SONS
- Você possui UM minuto para realizar a tarefa
- Em caso de acerto pegue uma carta do bolo pistas e fique para você!

OPÇÕES: *Pele impermeabilizada ou queratinizada* (diminuir a perda de água por transpiração); *Respiração pulmonar* (reduz a perda de água corporal); *Fecundação interna* (o gametótipo masculino é lançado no interior da fêmea o que reduz a necessidade de água para reprodução)

Entregue esta carta para o jogador coordenador que deverá ser lida em voz alta

Olha que sorte ...

Você acaba de entrar em uma gincana de conhecimento.

Para ganhar uma pista importante você deverá ser capaz de fazer com que seu parceiro(a) de jogo fale uma simples frase:

ATENÇÃO: Escolha apenas UMA frase. Você terá UM minuto para realizar esta tarefa. Para isso utilize desenhos e/ou mímicas.

FRASE 1: “Mamíferos possuem pêlos”

FRASE 2: “Répteis e aves colocam ovo”

FRASE 3: “Não são parentes próximos”

- Em caso de acerto pegue uma carta do bolo pistas e fique para você!
- Caso o seu parceiro não consiga acertar você deverá ficar uma rodada parado

ANEXO VII
Cartas do jogo – ‘Espécimes’



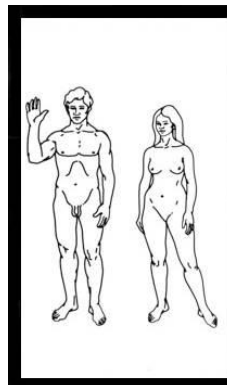
Tangará dançarino (Chiroxiphia caudata)



Tiê sangue (Ramphocelus bresilius)



Velociraptor (dinossauro)



Homem (Homo sapiens)



Chimpanzé (Pan troglodytes)



Mico leão dourado
(Leontopithecus rosalia)



Morcego pescador
(Noctilio leporinus)



Queixada
(Pecari tajacu)



Muriqui
(Brachyteles hypoxanthus)



Veadão galheiro (Blastocerus dichotomus)



Jacaré do papo amarelo (Caiman latirostris)



Jibóia (Boa constrictor)



Lagarto Jacaré
(Dracaena guianensis)

ANEXO VIII

Regras, objetivos e tabela gabarito para o aluno coordenador

Regras e Objetivos

Regras:

- 1) A rodada ocorrerá alternando os jogadores da duas duplas;
- 2) Cada jogador poderá se mover livremente pelo tabuleiro, podendo avançar ou voltar casas;
- 3) O número de casas que um jogador poderá andar depende do lance de UM ou DOIS dados de seis lados. O jogador é livre para escolher quantos dados usará na sua rodada;
- 4) Ao parar em uma casa com figura o jogador deverá sortear uma carta do bolo e ler APENAS as informações referentes a figura do tabuleiro, devendo devolver a mesma para o jogo;
- 5) Cada jogador começa com TRÊS cartas de animais, podendo conseguir mais cartas ao classificar corretamente algum espécime (três por acerto);

Objetivos:

Os jogadores da mesma equipe atuarão de forma cooperativa para solucionar o caso. Este consiste em:

- I. Identificar, através das pistas recolhidas no tabuleiro, o local que cada animal deverá ser deixado.
ATENÇÃO há apenas um local correto para cada animal.
 - i. Uma vez classificado corretamente, a dupla ganhará um ponto pela tarefa realizada;
 - ii. Esta carta será automaticamente bloqueada para a dupla adversária.
- II. Cabe ao jogador coordenador julgar se o animal foi classificado corretamente ou não;
- III. **VENCE** a dupla que conseguir classificar corretamente o maior número de animais.

