

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
PROFBIO**

GERSON SOUSA DE OLIVEIRA

**Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal:
Ferramenta Didática Para o Ensino Investigativo**

Juiz de Fora
2024

GERSON SOUSA DE OLIVEIRA

**Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal:
Ferramenta Didática Para o Ensino Investigativo**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM – apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Luciana Moreira Chedier

Co Orientadora: Ana Carolina Mezzonato Pires

Juiz de Fora

2024

Oliveira, Gerson Sousa de.

Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal :
Ferramenta Didática Para o Ensino Investigativo / Gerson Sousa de
Oliveira. -- 2024.

87 p. : il.

Orientadora: Luciana Moreira Chedier

Coorientadora: Ana Carolina Mezzonato-Pires

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Evolução e Sistemática. 2. Jogo. 3. Ensino Investigativo. 4.
Botânica. 5. Educação. I. Chedier, Luciana Moreira, orient. II.
Mezzonato-Pires, Ana Carolina, coorient. III. Título.

Gerson Sousa de Oliveira

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA VEGETAL: FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO INVESTIGATIVO

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração Ensino de Biologia.

Aprovado em 14 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Luciana Moreira Chedier - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Felipe Bastos

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Samyra Gomes Furtado

Centro Universitário Academia

Juiz de Fora, 12/06/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Moreira Chedier, Servidor(a)**, em 12/06/2024, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **SAMYRA GOMES FURTADO, Usuário Externo**, em 12/06/2024, às 15:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Bastos, Servidor(a)**, em 12/06/2024, às 16:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1829718** e o código CRC **29B4101F**.

GERSON SOUSA DE OLIVEIRA

**Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal:
Ferramenta Didática Para o Ensino Investigativo**

Trabalho de Conclusão de Mestrado –
TCM – apresentado ao Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em
Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto
de Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Juiz de Fora, como requisito
para a obtenção do título Mestre em
Ensino de Biologia. Área de concentração:
Ensino de Biologia

Aprovada em 14 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciana Moreira Chedier - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Felipe Bastos
Colégio de Aplicação João XXIII
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Samyra Gomes Furtado
Centro Universitário Academia

Dedico esta dissertação de mestrado à minha esposa Maria do Carmo e aos meus filhos Marco Antônio e Henrique, que me inspiram e me auxiliam na realização de cada projeto de vida...

AGRADECIMENTOS

Agradeço às três jóias do budismo, a Buda pelos ensinamentos, ao Dharma pelo caminho e a Sangha pelo apoio fraterno em direção a iluminação e liberdade.

Agradeço também aos meus pais, Marco Antônio e Dalva por serem meus guias amorosos e fraternos durante os primeiros passos da minha vida.

À minha esposa Maria do Carmo e aos meus filhos Marco Antônio e Henrique por me apoiarem neste grandioso projeto de vida, além de confiar em mim na condução deste curso e na superação dos desafios que se apresentam no percurso.

À minha orientadora Luciana Moreira Chedier pela parceria simbiótica que realizamos em torno deste projeto, assim como minha co-orientadora Ana Carolina Mezzonato Pires, sem as quais eu jamais conseguiria realizar um projeto tão grande.

A todos e todas colegas de PROFBIO por lutarmos juntos, nos apoiando a todo momento desta jornada. Em especial aos meus queridos amigos José Fernando Millane, Matheus Duarte e Natália Fernante, com quem compartilhei muitos sonhos, alegrias e muita luta, durante este período do curso.

Aos colegas de trabalho das duas escolas em que leciono, que gentilmente ofereceram sua ajuda, suporte pedagógico e ideias novas para contribuir com o engrandecimento deste projeto. Em especial a coordenadora escolar Christiane Mury Gomes, a professora do AEE Mônica Mendonça e a professora de artes Helena Raquel Machado Coelho de Souza, da equipe da Escola Municipal Cecília Meireles, com quem dividia ideias e literatura especializada. E agradeço de forma especial a professora Quezia Lisboa do Colégio Estadual Professor Kopke, por seu apoio vital a este projeto junto a escola e no mestrado PROFBIO/UFJF.

Também quero agradecer aos estudantes do Colégio Estadual Professor Kopke, que trabalharam comigo e fizeram deste momento uma oportunidade de crescimento acadêmico para mim e para eles próprios, em especial à turma 3001, que participou ativamente de cada etapa deste processo, crescendo junto comigo.

Agradeço a todas as pessoas que com seu esforço e trabalho tornaram este momento possível. E a CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente.”
(PAULO FREIRE, 1987, p. 68)

Relato do Mestrando



Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

Mestrando: Gerson Sousa de Oliveira

Título do TCM: Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal:
Ferramenta Didática Para o Ensino Investigativo

Data da defesa: 31/03/2024

A educação é uma área de atuação que exige de seus profissionais o constante aperfeiçoamento e atualização de conhecimentos adquiridos. Como professor, construí uma carreira de 23 anos de magistério, o que significa que a minha formação em Ciências Biológicas - Licenciatura, tem aproximadamente 24 anos.

Neste sentido, o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) vem de encontro a uma grande necessidade que tive de me atualizar e aperfeiçoar meus métodos de ensino na Educação Básica.

Como o programa é fundamentado no Ensino Investigativo, me senti contemplado pelos materiais e métodos do curso, que vem de encontro com minha formação construtivista, desenvolvida durante a graduação. Utilizando de novos métodos e abordagens em sala de aula, sinto que minha prática pedagógica evoluiu muito neste período do curso, impactando na satisfação pessoal de lecionar de forma mais efetiva, além de impactar a vida de muitos estudantes, de várias turmas, que precisam estudar contando com meus métodos de ensino.

Adotando como princípio básico a perspectiva de ensino crítico, voltado a formar cidadãos capazes de analisar os contextos de suas vidas criticamente e associar com uma base teórica robusta, busco não apenas uma forma de ensinar conteúdo teórico, mas sim a construção de uma mentalidade investigativa e analítica, necessária para produzir independência a todos os cidadãos.

Como primeiras experiências no aperfeiçoamento de novos métodos didáticos, posso descrever aqui a importância das Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA), nos quais podemos reproduzir várias etapas de planejamento e execução de atividades pedagógicas, e as trocas que temos com professores especialistas que compõem as bancas de avaliação da Universidade.

Desta forma, eu avalio como extremamente positivo o curso realizado, assim como considero muito necessária a existência de um programa inteiro voltado à formação profissional do magistério, que deveria contemplar também profissionais biólogos que atuam no segundo ciclo do Ensino Fundamental, na medida em que seus impactos nos processos educativos beneficiam, não apenas os professores que participam, mas também milhares de estudantes que se apoiam na educação como forma de mudanças de suas perspectivas sociais.

RESUMO

O ensino de biologia no segmento do Ensino Médio da Educação Básica, tem recorrido demasiadamente ao sistema clássico de ensino, no qual os estudantes são fiéis depositários de conhecimentos transmitidos pelo professor, os quais eles devem memorizar, decorar e reproduzir nas provas e avaliações, não cabendo a interação com o conhecimento adquirido. Paralelamente, vivemos em uma sociedade em que os jogos são parte importante do cotidiano, além de serem muito atraentes, capazes de fornecer recompensas que motivam a participação, a interação com os objetos do jogo e o aprendizado autônomo. Esse trabalho teve como objetivo a produção de uma sequência didática que utilizou um jogo didático para estimular o aprendizado de evolução vegetal de forma construtivista e investigativa. Para isto, um jogo didático de tabuleiro, cujo tema é filogenia vegetal, foi produzido pelo professor e aplicado em uma sequência didática, com os estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Três Rios - RJ. A experiência com o jogo promoveu engajamento e motivação dos estudantes, diante do desafio de conhecer a evolução e a classificação vegetal. Desta forma, percebe-se que os estudantes do ensino médio são bem receptivos ao emprego de métodos lúdicos de ensino e o aprendizado pode ser verificado de forma qualitativa, através de conversas com os estudantes.

Palavras-chave: Jogos Didáticos; Gamificação; Ensino de Evolução Biológica; Ensino de Botânica; Filogenia Vegetal.

ABSTRACT

Biology teaching in the High School segment of Basic Education has resorted too much to the classical teaching system, in which students are faithful repositories of knowledge transmitted by the teacher, which they must memorize, and reproduce in tests and assessments, not allowing interaction with the acquired knowledge. At the same time, we live in a society in which games are an important part of everyday life, in addition to being very attractive, capable of providing rewards that motivate participation, interaction with game objects and autonomous learning. This work aimed to produce a didactic sequence that used a didactic game to stimulate learning about plant evolution in a constructivist and investigative way. For this purpose, a didactic board game, whose theme is plant phylogeny, was produced by the teacher and applied in a didactic sequence, with third-year high school students at a public school in the city of Três Rios - RJ. The experience with the game promoted student engagement and motivation, given the challenge of understanding plant evolution and classification. In this way, it is clear that high school students are very receptive to the use of playful teaching methods and learning can be verified qualitatively, through conversations with students.

Keywords: Didactic Games; Gamification; Teaching Biological Evolution; Teaching Botany; Plant Phylogeny.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Cladograma das Plantas Estreptófitas	26
Figura 2	– Cladograma das Plantas Embriófitas	28
Figura 3	– Cladograma das Plantas Espermatófitas	29
Figura 4	– Tabuleiro do Jogo Filogenia Vegetal	39
Figura 5	– Desenvolvimento do Jogo Filogenia Vegetal no C.E. Prof Kopke	42
Figura 6	– Estudantes do C.E. Prof Kopke jogando Filogenia Vegetal	44
Figura 7	– Caracteres Evolutivos dispostos em sequência no Jogo Filogenia Vegetal	46
Figura 8	– Foto do Engajamento em redes sociais do Jogo de Filogenia Vegetal	48
Figura 9	– Cladograma sendo montado pelos estudantes do C.E. Prof Kopke	50
Figura 10	– Cladograma das Embriófitas proposto pelos estudantes do C.E. Prof Kopke	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Tabela de Classificação das plantas Embriófitas.....	19
Tabela 2	– Tabela de Classificação do Reino Plantae Haeckel.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PNLD	Programa Nacional do Livro e Material Didático
PNLDEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
MEC	Ministério da Educação e Cultura
DCNEI	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCRM	Proposta Curricular da Rede Municipal de Ensino de Juiz de Fora
SEEDUC	Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro
PROFBIO	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
PISM	Programa de Ingresso Seletivo da UFJF
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	ENSINO DE BOTÂNICA	19
2.2	EVOLUÇÃO E SISTEMÁTICA	23
2.3	JOGOS DIDÁTICOS	30
3	OBJETIVOS	36
3.1	GERAIS	36
3.2	ESPECÍFICOS	37
4	METODOLOGIA	37
4.1	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	37
4.2	O JOGO	39
4.3	A INVESTIGAÇÃO	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6	CONCLUSÃO	51
7	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICE A – Manual de Regras	58
	APÊNDICE B – Tabuleiro de jogo	62
	APÊNDICE C - Licença para uso das Imagens	63
	ANEXO A – Documento de Submissão ao CEP	65
	ANEXO B – Termo de Aprovação mestrado PROFBIO	67

1 INTRODUÇÃO

A experiência em sala de aula oferece a qualquer professor a percepção de que o modelo atual de educação, utilizando uma abordagem tradicional e com os recursos educacionais igualmente tradicionais, têm produzido nas novas gerações, grandes dificuldades de engajamento nas atividades, e tem levado a uma séria crise motivacional dos estudantes. Sobre isto, Tolomei (2017) afirma que se percebe que há uma crise motivacional dos estudantes, principalmente no que se refere ao cenário educacional, e que grande parte das instituições de ensino, independente de nacionalidade e de níveis de educação, encontram dificuldades para engajar seus estudantes utilizando os recursos educacionais tradicionais.

Neste modelo tradicional de ensino, o processo educacional fica demasiadamente centrado na figura do professor, detentor do conhecimento a ser transmitido para o estudante, enquanto os estudantes precisam acompanhar os raciocínios desenvolvidos por seus professores, memorizar e reproduzir tudo nos exames. Paulo Freire (1987) refere-se a este modelo de educação como uma “educação bancária”, na qual os estudantes são depositários sobre os quais os professores vão depositando seus conhecimentos e raciocínios, não cabendo aos estudantes interagir com os conhecimentos produzidos, nem os contextualizar, mas sim memorizá-los, guardá-los, arquivá-los e reproduzi-los em momento oportuno.

Vieira *et al.* (2010) afirmam que diante da realidade das escolas brasileiras, as observações e conversas realizadas com os professores de Biologia permitem constatar que a maioria dos alunos não se dedica aos estudos como deveria e há falta de interesse e motivação pela aprendizagem. Para os autores, esta falta de motivação se reflete em um interesse momentâneo, durante as aulas de biologia, mas não se traduzem no interesse pela pesquisa autônoma em casa, sendo essa falta de motivação dos alunos atribuída a baixas frequências de aulas em laboratórios e pouca utilização de recursos audiovisuais.

Para Portela *et al.* (2016) a abordagem essencialista, onde o conceito é abordado de forma simplificada e o ensino é baseado em um paradigma de simplificação e criação de técnicas e macetes para memorizar conceitos fragmentados para os vestibulares, vem se constituindo em um problema notável da educação em biologia no momento atual. Paralelamente, de acordo com Ursi (2018), o ensino de Botânica tem sido abordado de forma excessivamente teórica e descontextualizada, sendo tratada, na maioria das vezes, sem uma referência com a

vida do estudante e na ausência de práticas de observação e descrição vegetal, o que contribui para a maior dificuldade de aprendizagem de conteúdos extensos, tratados de forma abstrata e priorizando a memorização e reprodução de conceitos e nomenclaturas.

Nesse sentido, a Botânica tem sido considerada como um componente árido, entediante e desanimador do currículo escolar por parte dos estudantes e das pessoas que já o estudaram (SILVA *et al.*, 2019). A experiência em sala de aula nos mostra, ainda que empiricamente, que os estudantes apresentam grande dificuldade de reconhecer as plantas como seres vivos complexos, além de não serem capazes de compreender a biologia vegetal adequadamente, contribuindo para a perpetuação da situação de impercepção botânica (Ursi e Salatino, 2022) entre as novas gerações.

De acordo com Ursi e Salatino (2022) o termo “Impercepção Botânica” pode ser entendido como a inexistência total de percepção sobre as plantas, ou ainda, pode significar que a percepção das plantas como um organismo biológico complexo, é limitada. Para os referidos autores, ao se dizer que as pessoas padecem de “impercepção das plantas”, evita-se o termo capacitista “cegueira”, e dá-se a oportunidade para as pessoas entenderem que muitos não percebem as plantas no ambiente com maior acuidade, como normalmente acontece em relação aos animais.

Para Neves *et al.* (2019) a impercepção botânica é definida como a incapacidade das pessoas perceberem as plantas que compõem o ambiente, bem como o reduzido conhecimento acerca da biologia vegetal. Em seu trabalho, os autores percebem que a inclusão das plantas de forma mais contextualizada e atrativa no cotidiano escolar dos estudantes representa um caminho para a superação da situação de impercepção botânica, e, por consequência, o reconhecimento e valorização da biodiversidade vegetal. De acordo com este argumento dos referidos autores, a impercepção botânica é fator determinante na incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera, e esta deficiência tem grande impacto na forma como se ensina biologia na educação básica, reduzindo o espaço de abordagem de botânica nas aulas, relegando o ensino de biologia vegetal ao final do ano letivo, quando se tem menos tempo de trabalho e discussão sobre o tema, além da aversão de professores pelo assunto, que ampliam a situação de impercepção botânica na sociedade.

Os temas relacionados a botânica, baseados em linguagem excessivamente descritiva e recorrente memorização de conceitos, tem levado os estudantes a perceber as plantas como meros componentes do campo, ou como objetos decorativos (SILVA *et al.*, 2019; e NEVES *et al.*, 2019). Parsley (2020) afirma que muitas pessoas não prestam muito a atenção nas plantas em seu cotidiano, e que quando algo do ambiente chama a atenção, geralmente, são os animais que provocam maior engajamento.

Complementar a abordagem de Ursi *et al.* (2018), que apontam o desinteresse por botânica verificado em muitos professores que atuam na educação básica, e egressos das universidades brasileiras, Aguiar-Dias *et al.* (2023) atribuem este desinteresse à forma como estes professores são formados nas universidades, na medida em que, quando estudantes, estes profissionais também receberam aulas excessivamente expositivas, descontextualizadas e baseadas em memorizações, típicas da educação bancária descrita por Freire (1987), ministradas em uma estrutura acadêmica que privilegia a pesquisa em detrimento da prática pedagógica, em uma lógica equivocada de que o bom pesquisador, com grande produção acadêmica, é naturalmente um bom professor de botânica. A conclusão de seu trabalho, é que este cenário de formação de professores de biologia para as escolas de educação básica estimula muito mais a memorização de conceitos, sistemas e mecanismos da biologia vegetal, que poderão ser esquecidos futuramente, do que a formação de futuros professores que realmente adquiriram habilidades e competências na área de biologia vegetal. E isto contribui sobremaneira para a ampliação da situação de impercepção botânica entre professores e estudantes na educação básica.

A conclusão do trabalho de Aguiar-Dias *et al.* (2023), sobre os desafios do ensino de botânica, expressa os mesmos resultados, de reduzida eficácia e baixos níveis de motivação e engajamento, encontrados por Tidon e Lewontin (2004), quando considerando o ensino de biologia evolutiva sendo abordado de forma rápida e no final do curso. Mesmo sendo reconhecido como o eixo integrador das várias áreas de biologia, o ensino de evolução não tem ocorrido de modo efetivo nas salas de aulas, dando causa a subdivisões no ensino de biologia em seus aspectos bioquímicos, celulares e ecológicos (GOEDERT, 2004). Para Neves *et al.* (2019), as classificações biológicas tradicionais, apresentadas em livros didáticos, e conseqüentemente abordadas na escola pelos professores, apresentam,

frequentemente, classificações repletas de agrupamentos parafiléticos. Este é um sério problema, na medida em que o estudo da evolução tem um aspecto integrador das várias áreas da biologia, e classificações equivocadas, parafiléticas, que não levam em consideração critérios de Sistemática Filogenética, levarão inevitavelmente a falhas no processo de ensino-aprendizagem (Aires, 2019).

Considerando a necessidade de promover maior motivação em disciplinas consideradas árduas, Tolomei (2017) verifica em seu trabalho que por meio da gamificação, os indivíduos são mais facilmente engajados, sociabilizados, motivados e tornam-se mais abertos à aprendizagem de um modo mais eficiente. Logo, a gamificação está relacionada ao desenvolvimento de um ambiente físico ou virtual, no qual são incorporados os elementos dos jogos em tarefas cotidianas, oferecendo pontuações e recompensas a quem as realiza, promovendo a motivação e o engajamento, semelhantes a uma brincadeira ou jogo (Pimentel, 2021), o que possivelmente poderia despertar um maior interesse dos alunos pelo conteúdo. É importante ressaltar que a gamificação não é a aplicação de jogos, mas sim o uso apenas de elementos comuns aos jogos, capazes de motivar a equipe.

Para McGonigal (2011) os jogos podem ser definidos como atividades lúdicas que apresentam quatro características fundamentais, que são os objetivos principais e secundários claros para os jogadores, um conjunto de regras claras, um sistema de retorno dos resultados que permita o jogador medir como está jogando e quanto evoluiu, e a participação voluntária dos jogadores (necessária para a aceitação das regras).

Desta forma, a introdução de jogos na educação, além da “Gamificação” das atividades, aumentam o interesse dos estudantes pelos temas relacionados à botânica e evolução vegetal, e cria condições favoráveis para um aprendizado mais robusto, de temas considerados mais áridos. De acordo com Portela *et al.* (2016), os jogos criam experiências significativas, e podem impactar de forma positiva na experiência educacional dos estudantes, pois eles fornecem um contexto para a construção de um sentido mais amplo durante a interação.

O fato de tantas pessoas, de todas as idades, ao redor do mundo, estarem escolhendo passar tanto tempo no mundo dos jogos, é um sinal de algo importante, uma realidade que precisamos reconhecer urgentemente. A verdade é que na sociedade atual os jogos estão suprimindo necessidades humanas genuínas, que o mundo real não é

capaz de satisfazer. Jogos estão promovendo recompensas que o mundo real não está. Eles estão nos inspirando, nos engajando de formas que o mundo real não faz (Mc GONIGAL, 2011, p. 4).

Os jogos são capazes de nos envolver, estimular, desafiar nossos instintos competitivos, e com isso, se utilizado como ferramenta educacional, poderá proporcionar desenvolvimento cognitivo, afetivo, social, motor; além de estimular trabalho em equipe e desenvolvimento de estratégias para abordagem e solução de problemas. Desta forma, Pimentel (2021) afirma que com o avanço dos estudos das neurociências, observa-se a importância do meio¹ e das experiências para o desenvolvimento e aprendizagem.

Desta forma, neste trabalho foi proposta uma sequência didática que utiliza um jogo como recurso pedagógico capaz de criar motivação entre os estudantes, e possa mitigar a situação de impercepção botânica entre os estudantes, além de possibilitar a apropriação dos conhecimentos investigados e a transferência das experiências para a vida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No sistema de Educação Infantil brasileiro, o processo educativo tem priorizado, como principal eixo estruturante do ato de educar e cuidar, as interações interpessoais e brincadeiras. O entendimento de infância e das necessidades das crianças interagirem e aprenderem brincando, no tocante ao currículo escolar para a Educação Infantil, são reconhecidas e claramente expressadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI) (BRASIL, 2010) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

Esta situação fica clara ao analisarmos propostas curriculares da Educação Infantil, de responsabilidade dos municípios, como o exemplo da rede municipal de Juiz de Fora-MG.

Ter a brincadeira como essência do trabalho pedagógico, entendendo que é através dessa prática que se dá o processo de humanização, de constituição de si, do mundo e do outro, nos processos de apropriação do conhecimento e de constituição de identidades e subjetividades (JUIZ DE FORA, 2020; p. 27).

¹ Para Pimentel (2021) “a importância do meio” significa a interação com o ambiente, capaz de estabelecer novas sinapses ou conexões nervosas durante o processo cognitivo.

Conforme exposto no documento municipal que nos serve de exemplo, as brincadeiras e as atividades lúdicas constituem um processo essencial do trabalho pedagógico, que facilita o aprendizado e a apropriação de conhecimentos e experiências práticas, os quais constituirão a base de conhecimentos mobilizados futuramente, pelo educando, para a apropriação de conhecimentos futuros.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) destaca seis Direitos de Aprendizagem e Desenvolvimento que devem ser levados em consideração no planejamento da Educação Infantil. O direito de Conviver; de Brincar; de Participar; de Explorar; de se Expressar; e de se Conhecer.

Como se pode perceber, o direito à brincar é um dos direitos dos educandos, no tocante a Educação Infantil, e previstos na BNCC, sendo reconhecido como parte importante do processo de desenvolvimento e aprendizado infantil. Apesar de toda esta fundamentação para os anos iniciais, quando consideramos os mesmos documentos norteadores da educação básica para os anos finais do Ensino Fundamental, assim como em todo o Ensino Médio, a importância de atividades lúdicas no processo de aprendizagem; assim como da participação, de explorar, e de conviver, perdem a sua importância pedagógica e são relegados à momentos esporádicos do processo de educação, geralmente, enfatizados e reconhecidos pelo professor, coordenação pedagógica e direção escolar, mas não como parte de uma política de educação, expressa em um documento norteador da composição curricular.

De acordo com Krasilchik (2008), a abordagem de biologia no ensino médio apresenta uma tendência histórica de valorização da forma descritiva, evidenciada por propostas curriculares onde predominam assuntos com termos específicos da área e descrições morfofisiológicas, em detrimento de temas que permitam análises mais diversificadas e abrangentes da biologia e seus processos científicos. Esta perda da importância das atividades lúdicas e práticas, da exploração e investigação, assim como os outros aspectos sócio-afetivos, outrora considerados importantes na Educação Infantil, e que são abandonados ao nível de Ensino Médio, levam a uma maior frequência de aulas baseadas na abordagem tradicionalista, que de acordo com Lima *et al* (2018), é focada essencialmente na figura do professor e na transmissão de conteúdos, tendo os estudantes como seres passivos e sem conhecimentos prévios, fiéis depositários dos conhecimentos transmitidos, sem qualquer criticidade.

Para Paulo Freire (1987), a abordagem de temas frente aos estudantes só tem verdadeiro sentido quando ambos, estudantes e professores, conseguem dialogar entre si livremente, utilizando a comunicação para expressar concepções e conceitos de forma dialógica. Porém, quando o protagonismo da educação passa majoritariamente para a figura do professor, os estudantes perdem a sua autonomia de pensar de forma crítica, de questionar e investigar, e passam a acompanhar passivamente o raciocínio do professor, excluindo tudo aquilo que não for contemplado pela transmissão conteudista em sala de aula.

De Certeau (1998) revela existir uma relação entre os sistemas de produção de imagens e veiculação de informações (produção) para os indivíduos, que atuam como consumidores, e a forma como estes consumidores, que são aqueles que recebem tais informações, a utilizam no seu cotidiano. Esta utilização pode refletir as intenções do produtor, aumentando a alienação dos consumidores, incapazes de articular questionamentos próprios, ou ainda, pode ocorrer uma apropriação da produção de forma diversa daquela proposta pelos produtores, o que demonstra maior nível de autonomia e criticidade de pensamentos e ações dos consumidores. Neste sentido, utilizando-nos da proposta de De Certeau (1998) na relação professor-estudante, desenvolvida no cotidiano pedagógico, podemos considerar que em um método de ensino clássico, no qual se recorre excessivamente ao protagonismo docente, com excessivo uso da autoridade, uma abordagem muito descritiva e baseada em memorizações de conceitos relativos à biologia, o professor atua refletindo as intenções do produtor de todo o sistema, reduzindo as possibilidades de análises críticas e reforçando apenas o conhecimento técnico. Ainda assim, a forma como o estudante se apropria de tais conceitos e as associações que estes fazem com conhecimentos prévios e sua vida cotidiana, nem sempre são o resultado das intenções puramente acadêmicas dos professores que as transmitem, mas sim, pode ocorrer uma apropriação e utilização dos conceitos abordados pelos docentes, de formas mais crítica e próprias de cada estudante.

De acordo com Krasilchik (2008), os estudantes podem atingir diferentes níveis de alfabetização biológica, e poderíamos até acrescentar neste trabalho, diferentes níveis de alfabetização científica, a depender do nível de interação dos estudantes com a disciplina estudada, o conteúdo, a metodologia, e ainda, as relações com seu professor. Estes estudantes atingem o nível de alfabetização científica nominal, quando eles são capazes de reconhecer termos científicos, sem

contudo, entender os significados; o nível funcional, quando o estudante consegue decorar os termos e suas definições adequadamente, mas carecem de compreensão dos seus significados; o nível estrutural, quando os estudantes conseguem explicar suas experiências pessoais, adequadamente, com suas próprias palavras e baseados em conceitos científicos; o nível multidimensional, quando os estudantes aplicam seus conhecimentos e habilidades adquiridas em biologia, relacionando-os com conhecimentos de outras áreas, para resolver problemas reais.

As emoções, associadas ao componente racional, determinam e especificam o domínio das ações, segundo Maturana (1998). Desta forma, os diferentes tipos de relação que o estudante possa ter com o objeto de estudo, a escola, os professores, e até com seus pares, determinam o sentido das ações e a corporalidade² que este adotará ao abordar determinado conteúdo ou tema. As escolhas, diante da situação de aprendizagem são definidas pela razão em associação com o componente emocional, que torna mais fácil ou mais difícil o reconhecimento de oportunidades e a tomada de decisões.

Para Lima *et al.* (2018) a aprendizagem pode ser considerada significativa quando as novas informações adquiridas têm significado para o estudante, tornando-se uma ferramenta importante no processo de explicar fenômenos e situações cotidianas com as próprias palavras, além de envolver a compreensão e a mobilização de conhecimentos prévios (subsunçores) em sua estrutura cognitiva.

Neste sentido, é possível destacar a importância das atividades práticas, como jogos e aulas em laboratórios nas aulas de biologia, tanto como fator estimulador da participação do estudante nas atividades, capaz de gerar envolvimento emocional e racional, como também uma forma eficaz de aumentar a participação e o protagonismo do estudante na relação com o próprio aprendizado e na aquisição de novos conhecimentos movendo conhecimentos prévios. E desta forma, entendemos que a proposição de atividades práticas que envolvem jogos e gamificações também tem grande potencial na educação, na medida em que associam os elementos de experiência prática com elementos comuns aos jogos, que podem oferecer as recompensas e a satisfação que uma simples abordagem e transmissão de conhecimentos não poderia fazer.

² A Corporalidade para Maturana (1998) significa as expressões corporais determinadas pela emoção e pela racionalidade, em conjunto, determinando um dado comportamento.

2.1 ENSINO DE BOTÂNICA

O Reino Vegetal é constituído por organismos eucarióticos, e a maioria dos vegetais sendo pluricelulares; com células que possuem parede celular de celulose; quase todos os vegetais são autótrofos fotossintetizantes; apresentam a fase adulta com duas formas reprodutivas distintas e alternadas; e produzem embriões pluricelulares (Murray, 2012).

Nos sistemas de classificação vegetal utilizados neste trabalho, foram considerados os trabalhos de De Vries e Archibald (2018) para classificação e sistemática de Algas Carófitas, Puttick *et al.* (2018) para Embriófitas Avasculares, Schneider *et al.* (2016) para Plantas Vasculares Sem Sementes, Yang *et al.* (2022) para Gimnospermas, e no caso específico das Angiospermas, levou-se em conta o sistema de classificação APG IV - Angiosperm Phylogeny Group (2016). As plantas terrestres estão posicionadas em um grupo monofilético, ou seja, que possui um único ancestral comum, chamado de Embriófitas - *Embryophyta* Engler. As Embriófitas são caracterizadas por possuírem tecido vegetal de proteção dos embriões formado por um conjunto de células estéreis. De acordo com Raven *et al.* (2014), esta característica é muito adaptativa e permitiu a conquista do ambiente terrestre pelas primeiras plantas.

O clado das Embriófitas é formado por quatro divisões. Três de plantas avasculares terrestres: *Marchantiophyta* Stotler & Crand., *Anthocerotophyta* Stotler & Crand., e *Bryophyta* Schimp.; e um de plantas vasculares: *Tracheophyta* Sinnott ex Cavalier-Smith. A classificação das Embriófitas está descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das Embriófitas

Embryophyta Engler	Divisão
Plantas Avasculares Terrestres	Marchantiophyta Stotler & Crand.
	Anthocerotophyta Stotler & Crand.
	Bryophyta Schimp.
Plantas Vasculares Terrestres	Tracheophyta Sinnott ex Cavalier-Smith

Fonte: <https://wfoplantlist.org/plant-list/taxon/wfo-9949999996-2023-06?page=1> acessado em 26/11/2023

De acordo com Guiry & Guiry (2023), considerando a classificação dos vegetais, as Embriófitas possuem um grupo-irmão, formado pelas algas verdes da divisão das Carófitas - *Charophyta* Migula. A divisão Carófitas possui três classes de interesse, as algas Carófitas - *Charophyceae* Rabenhorst; as algas Coleoquetófitas - *Coleochaetophyceae* C.Jeffrey ex Guiry; e das algas Zignematófitas - *Zygnematophyceae* Round ex Guiry. Assim, o clado formado pelo grupo das Embriófitas, juntamente com a divisão Carófitas, é atualmente classificado como um Infra-reino, das Estreptófitas - *Streptophyta* Cavalier-Smith. E, ainda, o clado formado pelas plantas Estreptófitas, juntamente com as Algas Clorófitas - *Chlorophyta* Reichenbach, formam um Sub-reino, de plantas verdes, identificado como *Viridiplantae* Cavalier-Smith, que pertence ao reino vegetal - Reino Plantae Haeckel, conforme mostrado na Tabela 2.

De um modo geral, pode-se caracterizar as Estreptófitas por possuírem clorofilas a e b nos cloroplastos, por produzirem amido como carboidrato de armazenamento, produção de celulose como carboidrato estrutural das paredes celulares, divisão celular com formação de fragmoplastos, com placa celular perpendicular aos fusos acromáticos, por possuírem mecanismos de reprodução sexuada e assexuada, ciclo de vida diplobionte, e produzem embriões pluricelulares (RAVEN *et al.*, 2014).

Neste trabalho, especial atenção é dispensada ao estudo das Embriófitas, ressaltando o ensino de filogenia vegetal no ensino médio, porém é necessário observarmos com atenção as características das Algas Carófitas – *Charophyta* Migula – que são o grupo externo ao grupo das Embriófitas, e que possui características relevantes para as comparações entre eles. As relações filogenéticas entre estes grupos vegetais serão melhor discutidas na parte de evolução e sistemática deste trabalho, e a árvore filogenética dos grupos serão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Tabela 2: Classificação do Reino Plantae Haeckel.

Higher Taxonomy		
Rank	Name	Authority
Empire	Eukaryota	Chatton
Kingdom	Plantae	Haeckel
Subkingdom	Viridiplantae	 Cavalier-Smith
Subordinate Taxa		
Phylum	Charophyta	Migula
Phylum	Chlorophyta	Reichenbach
Infrakingdom	Chlorophyta infrakingdom	Cavalier-Smith
Phylum	Prasinodermatophyta	B.Marin & Melkonian
Infrakingdom	Streptophyta infrakingdom	Cavalier-Smith
Phylum	Streptophyta phylum incertae sedis	No Authority

Fonte: <https://www.algaebase.org/browse/taxonomy/#142046> acessado em 26/11/2023

As plantas constituem a maior parte da biomassa da Terra, e contribuem de forma expressiva para o equilíbrio ecológico do planeta. As plantas, as cianofíceas e as algas realizam quase toda a fotossíntese do planeta, o que as coloca em um lugar de destaque na Biosfera (Murray, 2012). No entanto, de acordo com Neves *et al* (2019), a interação entre a humanidade e as plantas parece estar sendo reduzida gradativamente, com o avanço da urbanização e da tecnologia. Esse distanciamento do mundo natural apresenta consequências diretas que refletem nos hábitos e na cultura da sociedade contemporânea.

Uma das razões para este distanciamento crescente, exposto por Neves *et al.* (2019), entre a humanidade e o mundo natural, está relacionado ao nível de contato com a urbanização e tecnologia, na medida em que a única vivência que as pessoas possam ter com as plantas, se deve a interações com produtos fornecidos por

mercados, em natura, ou produtos industrializados, que dificilmente serão associados às plantas reais no ambiente natural.

Contudo, há estudos (Silva *et al.* 2019, Santos *et al.* 2021) que revelam a importância das aulas práticas, estimulando e motivando estudantes para o ensino de biologia vegetal, propondo melhorar o ensino na educação básica, através de produção de exsicatas, realizadas pelos estudantes após coleta do material botânico, herborização, prensagem e montagem de espécies, o que traria grande dinâmica às aulas. Neste mesmo caminho, Silva *et al.* (2019) propõem como atividade prática capaz de melhorar o ensino de botânica na educação básica, a produção de exsicatas, realizadas pelos estudantes através de coleta, herborização, prensagem e montagem de material botânico, com finalidade didática. Tal abordagem fundamentada em aulas práticas, que estimula a participação autônoma do estudante, corrobora o objetivo deste trabalho, que é a utilização de jogos didáticos como proposta de uma forma de atividade prática, e se colocando como uma maneira de estimular a aula prática e a manipulação dos objetos do jogo pelos estudantes, promovendo a autonomia e a interação do estudante, e melhorando a motivação diante do tema abordado.

Paralelamente, Santos *et al.* (2021) nos mostram que apesar do conhecimento limitado dos estudantes do ensino médio sobre botânica, muitas vezes refletindo aulas excessivamente teóricas e tradicionais, eles ainda acreditam que o ensino de botânica é importante e necessário no ensino médio. Nesse contexto, as aulas práticas de botânica têm uma importante função de estimular e motivar estudantes para o ensino de biologia vegetal, sendo reconhecido como um método mais eficiente até mesmo pelos próprios estudantes.

2.2 EVOLUÇÃO E SISTEMÁTICA

Acredita-se que o planeta Terra seja habitado por seres vivos há cerca de 3,5 bilhões de anos, e que ao longo deste tempo, os seres vivos têm se modificado continuamente (Murray, 2012). Para Futuyma (2009), a evolução biológica expressa o conceito de universo em constante mudança, fruto de mecanismos que proporcionam a possibilidade de eventos ocorrerem mecanicamente, como consequência da relação das causas e de seus efeitos.

Considerando que a diversidade biológica é muito grande, um enorme esforço de classificação desta biodiversidade teria que ser dispensado por diferentes

sociedades humanas para organizar os grupos de seres vivos, a fim de que fosse possível identificar características, aplicações cotidianas e permitir a compreensão do mundo natural. As características morfológicas são muito facilmente observadas, justificando que os primeiros esforços de classificação vegetal foram classificações descritivas de aspectos morfológicos previamente adotados, nas quais se observa agrupamentos de plantas com características semelhantes, gerando uma classificação considerada artificial dos vegetais. E na sequência das classificações artificiais, surgiram os primeiros Sistemas Naturais de Classificação, que também se baseavam na morfologia, porém, apresentavam um conjunto maior de informações sobre características, que passam a ser escolhidas ao final do processo de estudo. Desta forma, as plantas passaram a ser organizadas em grupos afins, pela existência de caracteres morfológicos e anatômicos comuns (Schleider, 2020).

O primeiro defensor da evolução a adotar uma explicação baseada na descendência de espécies ancestrais mais simples, consideradas “inferiores”, foi Jean-Baptiste Lamarck, que sustentou sua teoria pela evidência de progressão da complexidade como resultado da ação do meio ambiente sobre os seres vivos (Futuyma, 2009).

Segundo Reece et al. (2015), Charles Darwin absorveu muitas ideias dos trabalhos científicos sobre fósseis, restos ou traços de organismos do passado. Além disso, o estudo de Darwin sobre o trabalho de John Gould (1837) com as aves endêmicas das ilhas do arquipélago de Galápagos contribuiu para refutar a ideia de imutabilidade das espécies, consequência da visão criacionista, e trouxe a ideia de que as espécies podem mudar ao longo do tempo³. O livro “*A Origem das Espécies*”, de Darwin propõe dois pilares de explicação do processo de evolução, a de que todos os organismos descendem, com modificações, à partir de ancestrais comuns; e a de que o principal agente da modificação é a ação da seleção natural sobre a variação individual.

Com a percepção dos trabalhos de Mendel sobre a herança genética de caracteres, novas possibilidades de estudo da evolução passam a se desenvolver fortemente, uma vez que a variabilidade genética e a transmissão de caracteres por gerações têm grande importância adaptativa.

³ Darwin se refere às mudanças das espécies como “transmutação” das espécies (Futuyma, 2009)

Quando os primeiros geneticistas o fizeram⁴ ficaram imensamente intrigados pelo fato de que os genes dominantes não eliminavam os recessivos, uma vez que não se expressavam em indivíduos heterozigotos. Tal questão é notadamente importante para o entendimento da evolução, uma vez que é a variabilidade genética das populações que fornece a “matéria-prima” pela qual o processo de evolução opera. (RAVEN *et al*, 2014, p. 140)

Segundo Santiago (2018), a evolução dos aspectos morfológicos dos vegetais pode ser observada por meio de análises de registros fósseis estruturais, o que torna possível comparar os organismos do passado com os atuais, e definir uma linha evolutiva das características estudadas. Para a referida autora, as mudanças provocadas pela busca da sobrevivência ocasionam alterações na constituição genética da planta e mudanças genotípicas, o que pode levar a mudanças fenotípicas iniciais ou em gerações futuras.

Neste contexto, G. H. Hardy e G. Weinberg utilizaram uma abordagem matemática para propor que em uma população grande, com cruzamentos ao acaso e sem a ação de forças capazes de mudar as proporções dos genes alelos, as proporções resultantes de alelos dominantes e recessivos se mantêm estáveis ao longo das gerações (Reece *et al.*, 2015). Aqui, pode-se notar que pela primeira vez se estabelece uma relação entre o papel selecionador do ambiente e a frequência de genes em uma população.

De acordo com Futuyma (2009), a teoria de Síntese Evolutiva moldou as contribuições da genética, da paleontologia e da sistemática em uma teoria neo-darwinista que se apoiava nas bases da genética para definir as espécies, não mais com base em caracteres morfológicos, mas sim fundamentados no conceito de grupos de populações geneticamente isoladas de outros grupos. E tendo os mecanismos de evolução em mente, Willi Hennig propôs um novo sistema de classificação, no qual se relaciona a classificação baseada em caracteres morfofisiológicos, com a constituição genética das espécies e populações, e ainda, o grau de distância evolutiva, determinada por relações de ancestralidade entre essas espécies, fundamentando a Sistemática Filogenética (Amorim, 1997). De acordo com esta abordagem de Sistemática Filogenética, podemos perceber que a

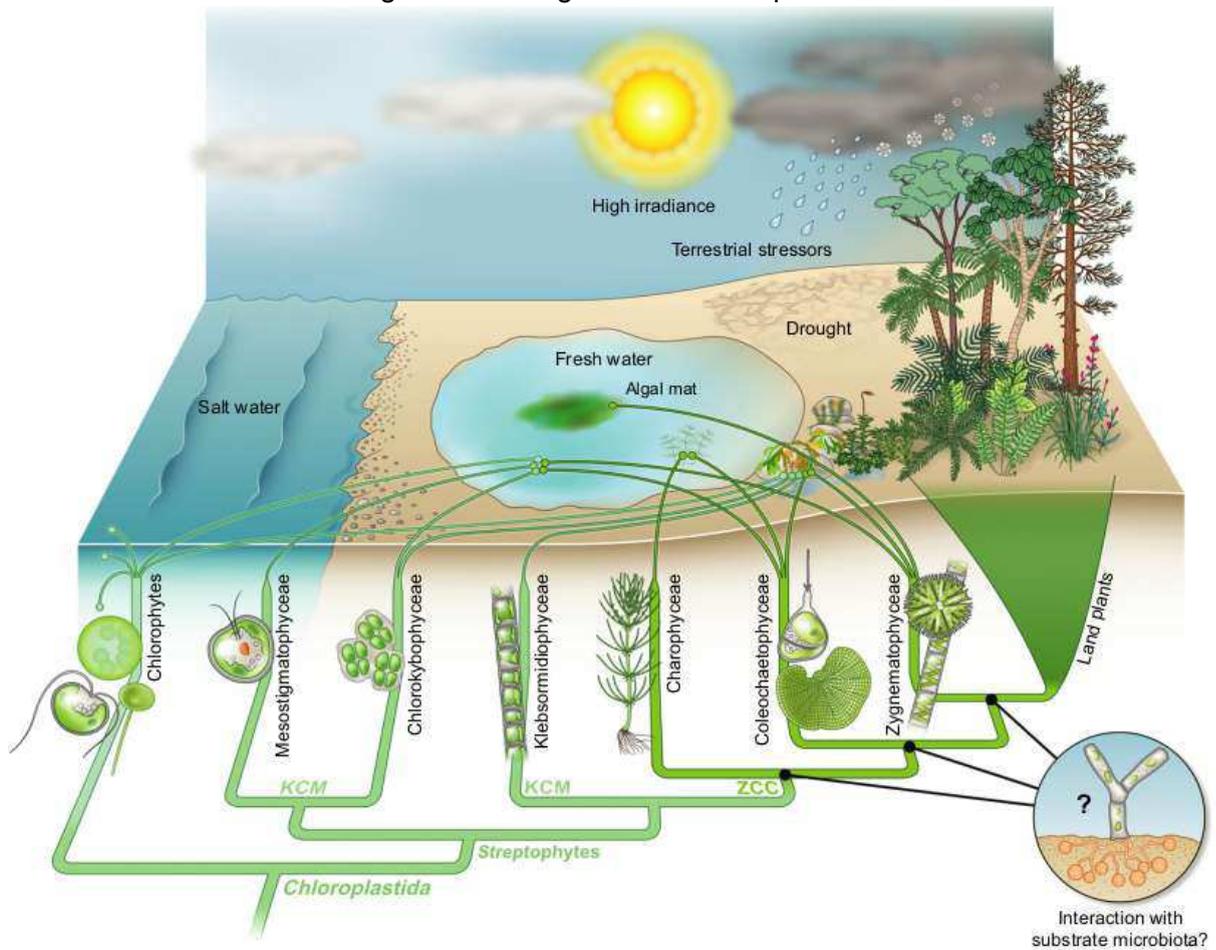
⁴ Aqui, Raven *et al* (2014) se referem à explicação dos mecanismos de herança genética de caracteres.

distância evolutiva entre grupos vegetais pode ser inferida por níveis de semelhança genética entre elas, além de caracteres morfológicos, sendo que os grupos mais distantes evolutivamente devem possuir maiores diferenças genéticas acumuladas ao longo do processo de evolução do que grupos que divergiram recentemente, considerados evolutivamente próximos. Esta abordagem requer que possamos considerar que os grupos vegetais separados e contemporâneos, os quais identificamos e classificamos, divergiram de ancestrais comuns, devido aos processos de seleção natural e especiação.

Segundo Judd *et al.* (2009), o grupo das algas Clorófitas é considerado como o grupo do qual os ancestrais das algas Carófitas e das Embriófitas se originaram. Desta forma as Algas Carófitas têm um grupo-irmão, que compartilha um ancestral comum e é formado pelas plantas terrestres. Neste sentido, e de acordo com os mecanismos evolutivos que temos discutido até aqui, podemos interpretar que a presença de estruturas e metabolismos semelhantes entre os dois grupos, o das algas Clorófitas, e o das Estreptófitas, composto pelas algas Carófitas e Embriófitas, sugerem homologia, ou seja, uma origem única destas estruturas e metabolismos, que passaram a evoluir separadamente após a cladogênese nos grupos vegetais.

De Vries e Archibald (2018) afirmam que as algas de um grupo ancestral específico da divisão *Charophyta* Migula, formado pelas classes *Zygnematophyceae* Round ex Guiry, *Coleochaetophyceae* C.Jeffrey ex Guiry, e *Charophyceae* Rabenhorst, a qual eles se referem como ZCC, são as que mais se assemelham às Embriófitas quanto a forma de divisão celular, por fragmoplastos; a reprodução assexuada com produção de zoósporos; a fecundação oogâmica, com anterozóides flagelados; a proteção do embrião por células estéreis, formadas após a fertilização; meiose zigótica; além de outras características mais específicas. Para os referidos autores, as Zygnematofíceas, que morfologicamente são a classe de algas do grupo ZCC, são o clado que divide mais características em comum com as Embriófitas, e claramente as primeiras Embriófitas foram forçadas a lidar com o estresse, como pode ser observado por rotas bioquímicas sinalizadoras de estresse verificadas em Embriófitas extintas, também presentes em Estreptófitas. Isto permite destacar que o possível ancestral das plantas Embriófitas era uma alga Carófitas ancestral, como está representado na árvore filogenética da Figura 1.

Figura 1: Cladograma das Estreptófitas



Fonte: De Vries e Archibald (2018)

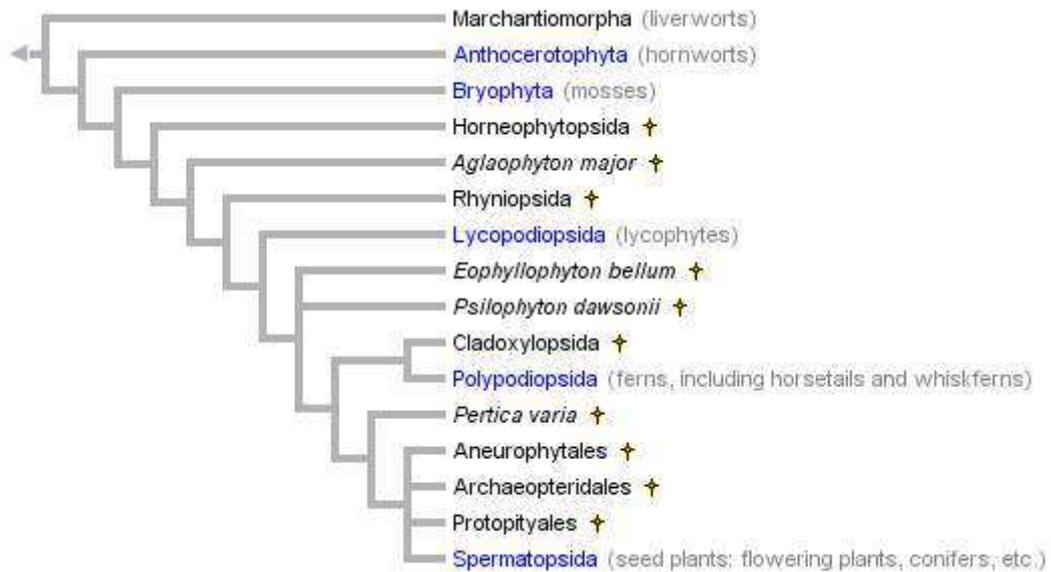
O acúmulo de oxigênio na atmosfera possibilitou a conquista do ambiente terrestre por organismos pluricelulares, na medida em que estes organismos devam ser capazes de reter a água de que precisam em seus corpos. Dessa forma, a conquista do ambiente terrestre pelos vegetais tornou-se um evento evolutivo natural e importante, que tem as criptógamas avasculares, hoje agrupadas em três divisões de plantas (*Marchantiophyta* Stotler & Crand., *Anthocerotophyta* Stotler & Crand., e *Bryophyta* Schimp.), como um dos primeiros grupos de plantas a conquistar o ambiente terrestre. De acordo com Raven *et al.* (2014), as criptógamas avasculares contam com uma pressão seletiva forte no sentido de desenvolver a proteção de gametas e embriões por camada externa estéril, além de inovações evolutivas que aumentem a retenção de água no corpo, como a presença de cutícula impermeável e células estômatos, no controle da perda de água por transpiração. Além destas adaptações, o ambiente terrestre oferece ao vegetal uma força empuxo, que se contrapõe a força peso, muito menor do que a água, fazendo pressão seletiva por

substâncias que conferem maior rigidez à parede celular e ao corpo vegetal, como a lignina, que atua na sustentação do corpo vegetal.

Com a evolução de caracteres adaptativos relacionados à sustentação vegetal, que permitia o aumento do tamanho corporal, a pressão seletiva passa a ser pela condução de água e nutrientes pelo corpo. As plantas vasculares sem sementes surgem com inovações evolutivas importantes como vasos condutores. Segundo De Vries e Archibald (2018), a história evolutiva das plantas demonstra que ancestrais aquáticos (algas carófitas), ocuparam progressivamente o ambiente terrestre, valendo-se do acúmulo de oxigênio na atmosfera, capaz de proteger dos efeitos da radiação solar direta. E, de acordo com Raven *et al.* (2014), em resposta à pressão seletiva da água limitada, estruturas que permitiam cada vez mais a retenção de líquido no corpo seriam selecionadas adaptativamente; da mesma forma, foram selecionadas características que conferem a maior sustentação do corpo vegetal em ambiente terrestre, além de mecanismos de condução de água, nutrientes e fotoassimilados pelo corpo vegetal.

Futuyma (2009) aborda que as taxas filogenéticas de evolução são definidas por caracteres, ou conjuntos de caracteres, que evoluem dentro das linhagens de cada grupo taxonômico, sendo determinadas por diferentes táxons que possuem tais características e são substituídos por outros táxons mais recentes, que também as carregam. As taxas filogenéticas de evolução se relacionam com taxas taxonômicas de evolução, que mede exatamente a sucessão de táxons ao longo da história evolutiva que carregam uma determinada característica ou um conjunto de características. Quanto mais táxons se substituem, ao longo do tempo, no ambiente carregando uma mesma característica, maior será a taxa taxonômica de evolução, e mais dinâmico será o processo evolutivo do clado estudado. Esta é a explicação para a macroevolução, ou o mecanismo de evolução de grupos taxonômicos mais abrangentes (superiores a espécies), como a conquista do ambiente terrestre pelas Embriófitas. A relação filogenética das plantas avasculares, assim como as criptógamas vasculares e as Espermatófitas - *Spermatophyta* Willk, que compõem as Embriófitas, está expressa no cladograma da Figura 2.

Figura 2: Cladograma das Plantas Terrestres (Embriófitas)

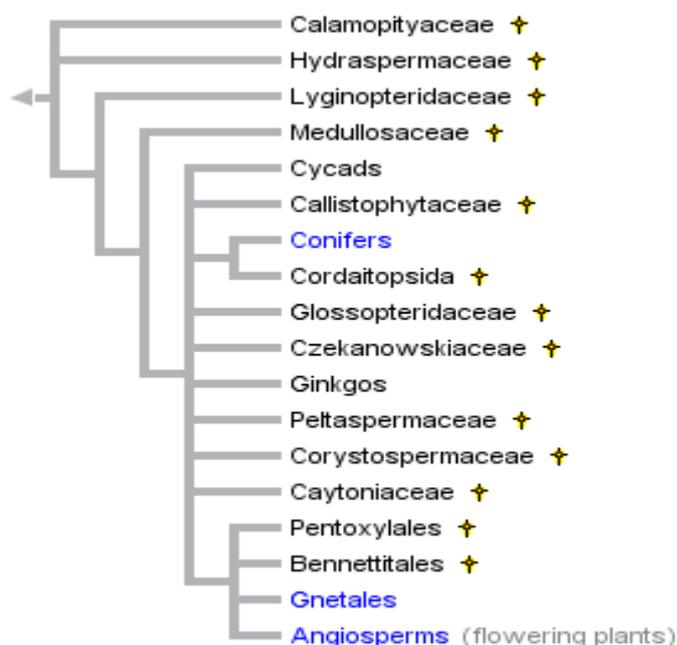


Fonte: <http://tolweb.org/Embryophytes/20582> acessado em 07/11/2023

A pressão seletiva do meio ambiente terrestre, segundo Raven *et al.* (2014) torna os ciclos reprodutivos haplodiplobiontes⁵ mais adaptativos, e que o surgimento de estruturas e estratégias reprodutivas que conferiam maior independência da água na reprodução se firmaram como adaptações ao ambiente terrestre. Desta forma, o deslocamento de estruturas reprodutivas pelo vento, tais como esporos ou grãos de pólen, assim como a proteção do embrião em tecido parental, são características muito adaptativas, dando origem à proteção dos embriões em sementes. Os vegetais que apresentam estas características adaptativas estão classificados atualmente como Espermatófitas. As plantas do grupo das espermatófitas são as mais conhecidas, pois pertencem ao grupo de plantas com as quais estamos habituados a interagir, como gimnospermas e angiospermas. A Figura 3 apresenta o cladograma das plantas classificadas como Espermatófitas, e mostra as relações filogenéticas existentes entre os seus diferentes grupos.

⁵ Ciclo Haplodiplobionte é o ciclo no qual se verifica alternância de gerações haplóides e diplóides, assim como se alternam pelas gerações as formas de reprodução sexuada e assexuada.

Figura 3: Cladograma das Espermatófitas



Fonte: <http://tolweb.org/Spermatopsida/20622> 07/11/2023

O estudo de diferentes temas da biologia sob a óptica da evolução é uma tendência importante das práticas pedagógicas que pretendem ser eficazes na abordagem de diversos temas biológicos. Esta afirmação se apoia no caráter transdisciplinar que a evolução tem no campo da biologia (Miranda, 2019).

Tidon e Vieira (2009) perceberam que certos conceitos da teoria de Lamarck são ainda muito utilizados pela maioria dos professores da educação básica, ao afirmar em entrevistas sobre o tema, que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos, “ao invés de populações”. Essas concepções que simplificam demais a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender. A Evolução Biológica é um tema que carrega em si a possibilidade de refletir a integração com várias outras experiências da vida do estudante, que não estão ligadas à ciência. E neste sentido, Alves (2019) percebe a necessidade e a importância de se trabalhar a origem e evolução da vida, de forma clara e precisa nas escolas.

Em seu artigo de 2004, Tidon e Lewontin argumentam que a evolução biológica tem dimensões ainda maiores do que a exposta atualmente no ensino de biologia na educação básica, tendo uma característica de eixo transversal em relação aos temas da biologia. Para os autores, a evolução biológica relaciona,

ainda, áreas muito diversas como sociologia, matemática, filosofia e geologia, e acaba por requerer conhecimentos amplos por parte dos educadores em sala de aula, quando se referem ao ensino de evolução. Esta necessidade de ter um amplo conhecimento de múltiplas áreas para ensinar biologia por um enfoque evolutivo, contrasta com a qualidade da formação do professor de biologia, que muitas vezes é formado em cursos de formação de professores considerados insatisfatórios, que possuem pouca ou nenhuma interação entre o meio acadêmico de nível superior e as escolas de educação básica, e ainda, com grande ênfase dada ao modelo teórico, em detrimento da prática docente.

Segundo Cunha e Krasilchik (2000), alguns cursos de formação de professores são tão superficiais e a formação é tão deficiente que o professor precisa de cursos de atualização de qualidade, após a inserção no mercado de trabalho, para suprir deficiências na sua formação. Soma-se a isto, o fato de que o baixo investimento em educação básica leva os professores a recorrerem em grande medida aos livros didáticos. Mesmo sob a política do Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLDEM), desenvolvida pelo Ministério da Educação (MEC), e que tem como base as análises mais criteriosas dos livros adotados, isto não impede que sejam adotados livros com erros conceituais graves e concepções equivocadas na área de evolução, conforme mencionado por Tidon e Vieira (2009).

2.3 JOGOS DIDÁTICOS

A introdução dos jogos na educação pode potencializar as práticas pedagógicas e criar condições que favoreçam um aprendizado mais envolvente e significativo, portanto, positivo, modificando o modo como os professores estão habituados a ensinar e os alunos a aprender (PORTELA *et al*, 2016).

Os estudantes que frequentam a escola hoje já nasceram em uma era digital, e sendo todos nativos digitais, são motivados e estimulados de forma diferente das gerações que os antecederam. Moratori (2003) argumenta que este novo perfil de interesse dos estudantes justifica a introdução de computadores nas escolas e em suas atividades, pois este é um instrumento eficaz de ensino, na medida em que possibilita o aumento da motivação dos alunos, criando atividades que constituem oportunidades especiais para aprender e para resolver problemas. Baseado nesta realidade na qual os estudantes dominam a tecnologia e são estimulados por jogos e pelo ambiente virtual, percebemos que atualmente, há uma crescente necessidade

de utilizarmos novas estratégias pedagógicas, a fim de tornar a aprendizagem dos estudantes mais efetiva e ao mesmo tempo atraente.

Além do ambiente virtual e tecnológico, a introdução de jogos analógicos em ambiente pedagógico, como o jogo de tabuleiro proposto neste trabalho, pode se constituir em uma experiência de relevância pedagógica e prazerosa, na qual os estudantes podem se reunir e enfrentar desafios em conjunto, além de vivenciar a história do jogo, e não apenas acompanhar a narrativa pré-estabelecida pelo professor, conforme exposto por McGonigal (2011). Ainda para a referida autora, um dos elementos mais atrativos dos jogos é a possibilidade do jogador pertencer a um grupo e ser capaz de enfrentar desafios e fazer coisas grandiosas. Muitos jogos são capazes de reunir as pessoas em atividades coletivas, sendo que jogos analógicos, como os de tabuleiro, fazem os jogadores ficarem fisicamente próximos, olhando nos olhos uns dos outros, e fazendo brincadeiras e piadas que unem os jogadores e os fazem sair de seus papéis sociais de estudantes, ou separações por hierarquia, no momento em que estão jogando.

Carretta (2018) afirma que os jogos de tabuleiro têm consideráveis vantagens sobre os jogos digitais, pois não dependem de conhecimento de programação em informática para serem criados. Para jogos com fins didáticos, conforme é a proposta deste trabalho, esta característica é muito vantajosa, uma vez que muitos professores têm menos autonomia com tecnologia da informação e informática que os estudantes. Jogos de tabuleiro também não necessitam de energia elétrica e nem suporte digital para serem jogados, sendo possível o uso didático autônomo pela escola e sua aplicação é facilitada até mesmo em locais cuja distribuição de energia elétrica é precária. Os jogos de tabuleiro podem ser jogados em qualquer lugar, não sendo obrigatório o uso de espaços formais da escola para serem aplicados como atividade pedagógica.

Além disso, de acordo com Silva *et al* (2022), os jogos de tabuleiro são concebidos para reunir pessoas em torno de um tabuleiro em uma mesa, estimulando o estabelecimento de relações pessoais de forma mais clara entre os jogadores envolvidos, o que estimula o convívio direto. Para Carretta (2018), a aplicação das regras dos jogos é capaz de tornar a tarefa de convívio e interação entre os jogadores mais harmoniosa. Associado a tudo isto, verifica-se que os jogos de tabuleiro obrigam a organização física dos jogadores em grupos, podendo ser

definidos parceiros por afinidades pessoais, o que torna a experiência mais prazerosa.

Para Silva *et al* (2022), incentivar a interação entre jogadores é fundamental para o design de jogos de tabuleiro e se constitui no principal elemento de jogos analógicos. Carretta (2018) afirma que os jogos de tabuleiro, conseguem promover muitas interações entre jogadores de diferentes gerações, uma vez que pessoas de várias idades convivem em sintonia neste campo. Considerando que pessoas de gerações mais antigas têm dificuldades tecnológicas, os jogos de tabuleiros podem ser jogados por pessoas que não tenham afinidade com ambiente virtual, e inclusive, estes podem interagir com jogadores que tenham boa desenvoltura nos dois meios. Além disso, jogos de tabuleiro claramente não costumam ser alvos de críticas pelos mais velhos, nem são considerados perigosos por pessoas que não tem afinidade com jogos.

Para Eugênio (2020) as tecnologias inovadoras permitem formas totalmente novas de se trabalhar, construir e de se expressar, levando a escola atual a lidar com estudantes que desenvolveram formas de organizar o pensamento não apenas baseadas em meios analógicos, mas também a organização baseada nos meios digitais, que permitem maiores níveis de ação e interação de modo dinâmico e instantâneo. Desta forma, o uso de jogos em sala de aula não deve ser entendido como uma forma diferente de transmitir conteúdos que os estudantes precisam compreender, mas sim como um método de ensino que provoca, motiva e trabalha vários aspectos psicológicos e cognitivos, auxiliando o estudante na busca por novos conhecimentos significativamente assimilados. De acordo com esta proposta, a neurociência aponta três elementos fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem, que são a motivação, a atenção e a memória.

Os Jogos, mesmo que não tenham finalidade pedagógica, podem ampliar a experiência educacional dos estudantes, pois estes fornecem um contexto para a construção de um sentido mais amplo das experiências vivenciadas durante a interação com o jogo (Portela, 2016). Tanto nas escolas como em outros ambientes, os jogos digitais potencializam a participação e a motivação dos indivíduos no processo de ensino aprendizagem (Pimentel, 2021). Para McGonigal (2011) a realidade é muito trivial quando comparada com os jogos, pois os jogos podem nos fazer sentir que somos parte de algo maior, capaz de dar enorme sentido para nossas ações. Em comparação com os jogos, a realidade é difícil de nos envolver.

Os jogos são capazes de nos motivar a participar mais intensamente de qualquer coisa que estejamos fazendo.

Cruz e Albuquerque (2014) destacam que os estudantes, ao jogarem e interagirem com um jogo, principalmente se este jogo for mais aberto e flexível, ou seja, cuja estrutura seja multilinear⁶, permite-se ao estudante vivenciar diferentes histórias dentro de um mesmo jogo, adotando narrativas que destacam suas vivências e experiências, baseadas nas suas escolhas durante o jogo.

Para McGonigal (2011) os jogos e gamificações de um mundo real tem o potencial de nos motivar, nos levar a estabelecer estratégias para enfrentar os desafios e sermos bem-sucedidos, observarmos o quanto progredimos, desde que começamos, além de desenvolver os potenciais de conexões sociais e nos envolvermos em grandes projetos que unem os esforços de várias pessoas.

Esta necessidade das pessoas observarem o seu próprio progresso diante de um desafio é conhecido no universo de *game designers* (ou desenvolvedores de jogos), e é muito valorizado na construção de uma experiência significativa em termos de jogos. A resposta rápida que um jogo é capaz de dar ao jogador, no que se refere a recompensas, significa este jogador perceber o quanto evoluiu jogando, e pode ser capaz de motivar o jogador a se envolver mais na atividade proposta e buscar cada vez mais as condições necessárias para se desenvolver, ampliando seus conhecimentos (Mcgonigal, 2011).

Em uma sala de aula tradicional, provavelmente, muitos alunos preferem jogar um jogo do que prestar a atenção no professor. Mas por que isso acontece com tanta frequência? Ironicamente, os *games* são recursos poderosos para a aprendizagem humana. Gostamos de desafios. Nossos cérebros adoram receber *feedbacks* para saber se estamos indo bem ou mal em uma determinada atividade. Gostamos também de perceber que estamos avançando, crescendo e desenvolvendo competências, ficando cada vez melhores no que fazemos. (Eugênio, 2020, p. 38)

De acordo com Schell (2008), *games designers* não se importam realmente com os jogos, uma vez que os jogos são apenas um meio utilizado para atingir determinado fim. Os jogos seriam inúteis se ninguém os jogasse. E as pessoas

⁶ A linearidade para Cruz e Albuquerque (2014) significam as etapas de uma narrativa. Narrativas lineares têm começo, meio e fim, e são pouco flexíveis.

jogam um jogo para obter uma experiência diferente em jogá-lo, e é esta experiência que realmente interessa aos *game designers*.

Eugênio (2020), baseado na teoria de autodeterminação, fundamentada na psicologia, ressalta que são três fatores principais que os jogadores realmente buscam para tornar uma experiência com jogo mais significativa: a autonomia, a competência e as conexões sociais que se formam ao jogar um jogo. Para ele, gamificar aulas e adotar práticas que incluem jogos na promoção de um aprendizado mais significativo não significa apenas trabalhar com jogos prontos tendo a finalidade de criar uma atmosfera mais divertida, capaz de levar os estudantes a aprenderem algo com menos esforço e mais diversão, mas sim, permitir aos estudantes terem contato com diferentes contextos de uma competição saudável, assim como desenvolver o sentimento de pertencimento a um grupo cooperativo, capazes de estimular a vivência de diferentes experiências da vida acadêmica, e a transposição das experiências vividas para a vida cotidiana.

Seguindo o raciocínio apresentado por Eugênio (2020), a autonomia em uma experiência *gamer* significa que o jogador tem liberdade suficiente para decidir sua experiência no jogo, sendo o senso de autodireção o que determina que as ações do jogo ocorrem por vontade do jogador e não por uma pressão externa. E, baseado neste conceito, podemos relacionar com a proposta de Eugênio (2020), de que a indústria de jogos eletrônicos parece ter percebido a importância da autonomia e da flexibilidade de decisão do jogador, na medida em que jogos com grande sucesso entre jogadores por todo o mundo, possuem uma grande flexibilidade, permitindo ao jogador decidir, de forma autônoma, o que quer fazer durante a sessão de jogo e quando o jogador quer enfrentar os desafios obrigatórios para evoluir na sua campanha. O jogador também decide se quer, e quando quer cumprir as tarefas secundárias do jogo.

Finalmente, a participação voluntária requer que todos aqueles que estejam jogando determinado jogo conheçam e aceitem de boa vontade os objetivos do jogo, suas regras, e o seu retorno em recompensas e punições. O conhecimento estabelece um campo comum para muitas pessoas jogarem juntas. E a liberdade para entrar ou sair do jogo à vontade, garante que trabalhos mais desafiadores e estressantes possam ser experimentados pelo

jogador como uma atividade segura e prazerosa (Mcgonigal, 2011, p. 21).

Esta busca por maior autonomia, nos processos pedagógicos, significa que o estudante tem a liberdade e a flexibilidade de decidir suas ações na busca por conhecimento, sem ser pressionado a realizar uma tarefa obrigatória, determinada pelo professor (Eugênio, 2020). Isto se reflete no maior protagonismo do estudante, que não é apenas um aprendiz capaz de memorizar lições padronizadas em um aprendizado robotizado. Esta experiência rompe com a educação bancária descrita por Freire (1987) e o ensino tradicional da biologia, cheia de termos a serem decorados, descrito por Lima *et al* (2018), além de estimular a decisão autônoma do estudante de buscar conhecimento e reconhecer seu desenvolvimento ao longo do processo. Ao invés de caminhos unidirecionais e métodos únicos de aprendizagem, a autonomia, de acordo com Eugênio (2020), traz múltiplas possibilidades de aprendizagem que podem ser exploradas pelo estudante, além de estimular que os estudantes sejam menos passivos e mais atuantes no processo educativo. A competência é a busca por um constante aperfeiçoamento durante a experiência de um jogo. É a necessidade de ter domínio constante do objeto de jogo e a aprendizagem ou a aquisição de novas habilidades, requeridas pelo jogo. Um bom jogo estimula o desenvolvimento de habilidades já trabalhadas pelos jogadores, assim como, estimula a aquisição e desenvolvimento de novas habilidades necessárias para se cumprir a proposta do jogo.

Mas é importante destacar: as crianças não apenas jogam, elas lêem sobre o jogo - saiba que a *Minecraft Wiki* é uma das maiores enciclopédias digitais do mundo, recebendo contribuições e dicas de jogadores do mundo todo. Para descobrir os macetes do jogo, as crianças lêem e assistem a muitos vídeos, ou seja, consomem outros produtos criados pelos próprios jogadores. O desafio apresentado no game acende o pavio da curiosidade nas crianças, motivando-as a buscar informações para solucioná-lo. (Eugênio, 2020, p. 45)

O pertencimento é a necessidade humana caracterizada pelo estabelecimento e o reconhecimento de vínculos interpessoais e duradouros. O sentimento de pertencimento se constitui em uma forte base de motivação, engajamento voluntário nas atividades, envolvimento e aprendizagem (McGonigal, 2011).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

O objetivo do presente estudo é produzir uma sequência didática que utilize jogo didático sobre a evolução dos grupos vegetais para desenvolver o interesse e o conhecimento pelo estudo da botânica e da evolução vegetal.

3.2 ESPECÍFICOS

Introduzir a sequência didática para o ensino de evolução vegetal, tendo como recurso pedagógico a aplicação de um jogo didático produzido pelo professor, para o terceiro ano do ensino médio de uma escola pública;

Melhorar a participação e entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem a evolução vegetal e a filogenia;

Avaliar conceitualmente, de forma qualitativa, a aprendizagem das relações evolutivas das Embriófitas pelos estudantes.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida no Colégio Estadual Professor Kopke, localizado no município de Três Rios, Rio de Janeiro. Foram incluídos os estudantes de Biologia do terceiro ano do ensino médio do turno da manhã, devidamente matriculados no ensino regular, oferecido pela escola.

Participaram desta pesquisa, 25 (vinte e cinco) estudantes da turma 3001. Na sequência, foram incluídos mais 24 (vinte e quatro) estudantes da turma 3002, levando a um total de participação de 49 estudantes. As duas turmas, originalmente, tinham mais estudantes, mas foram excluídos da pesquisa os alunos que abandonaram o curso durante o seu desenvolvimento e aqueles estudantes que se transferiram para outras unidades escolares antes da finalização da pesquisa.

O projeto de pesquisa com estudantes foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da UFJF. Este projeto foi analisado e dispensado de aprovação, baseado na conclusão de que a interação com os estudantes é de natureza pedagógica e apenas de aferição de aprendizagem. O Parecer Consubstanciado de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa está disponível para consulta no Anexo A.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O desenvolvimento da sequência didática ocorreu em 08 (oito) tempos de aula, com duração de 50 minutos cada uma. Em cada dia de aula foram utilizados 02 (dois) tempos de aulas em sequência, ou seja, duas aulas geminadas por semana, perfazendo um total de 04 (quatro) semanas de trabalho. Em cada aula, ocorreu o desdobramento de uma etapa do trabalho.

Neste trabalho, utilizaremos a experiência sobre elementos comuns de gamificação e de jogos digitais ou analógicos, aplicados com finalidade pedagógica, para justificar a importância da aplicação de um jogo de tabuleiro que visa melhorar o ensino de botânica sob a ótica evolutiva, para estudantes do ensino médio de uma escola pública do estado do Rio de Janeiro.

A primeira aula da sequência didática foi a exibição de um vídeo de 50' (cinquenta minutos) denominado "A Vida Secreta das Plantas" (The Secrets of Life), Episódio 03 - *Flowering*, de David Attenborough, para sensibilizar os estudantes para a vida dos vegetais. Em seguida, na segunda aula da primeira semana, foi realizada uma roda de conversa sobre o vídeo, como forma de caracterizar a motivação dos estudantes para o tema a ser trabalhado, e para que o professor possa avaliar os conhecimentos prévios e subsunçores que servirão de associação para novas aprendizagens. A avaliação da roda de conversa deve se dar de forma qualitativa, sem coleta de material produzido pelos estudantes.

Na segunda semana, composta pela terceira e quarta aulas, foi proposta a aplicação de um jogo didático e explicadas as regras do jogo, para que pudessem ser conhecidas e acatadas. A aplicação do jogo didático durou duas aulas, pois algumas regras foram adaptadas para acelerar a sequência do jogo, como a possibilidade do jogador comprar várias cartas de Caracteres Evolutivos de uma só vez.

O desenvolvimento do jogo didático levou os estudantes a observarem as diferentes características dos principais grupos vegetais abordados e fazerem a pergunta motivadora do processo investigativo: **"Como ocorreu a evolução das Estreptófitas representadas no jogo?"**

Na terceira semana, ocorreram a quinta e sexta aulas, e estimulados pela pergunta motivadora, os estudantes começaram a debater e pesquisar sobre o tema, formulando suas próprias hipóteses e testando-as continuamente. Este

processo durou duas aulas, já que a construção de uma árvore filogenética, proposta pelos estudantes, no quadro, seria o produto apresentado.

Na quarta e última semana, composta pela sétima e oitava aulas, os estudantes apresentaram sua versão de árvore filogenética e um fechamento do tema foi feito pelo professor para consolidar as habilidades e competências adquiridas.

De acordo com Zômpero e Laburú (2011), baseado em Bybee (2006), uma sequência didática investigativa tem como características principais o engajamento dos estudantes, a observação de um fenômeno de interesse, a formulação de hipóteses e possíveis explicações, a articulação destas explicações com o conhecimento científico, e a comunicação. Desta forma, a etapa inicial desta sequência didática foi a sensibilização para o tema, para promover o engajamento, com a utilização de um vídeo documentário “A Vida Secreta das Plantas”. A escolha deste documentário se deve a sua característica de apresentar as plantas de uma forma mais dinâmica, com a utilização da técnica de *Time-Lapse* para acelerar os eventos vegetais como competição, crescimento e floração. Em cerca de 50 (cinquenta) minutos de vídeo, ou seja, o equivalente a um tempo de aula, somos capazes de sensibilizar os estudantes para a biologia vegetal, e nos 50 (cinquenta) minutos restantes, podemos inferir qualitativamente, através de uma roda de conversas, na qual se avalia a qualidade e a intensidade de participações, o conhecimento prévio que os estudantes carregam consigo, e se alguns estudantes apresentam a condição de impercepção botânica.

A segunda semana corresponde à etapa de observação do fenômeno de interesse, que neste caso, seria a experiência prática com o jogo em duas aulas de 50' (cinquenta minutos), levando a observação das características de diferentes grupos de Estreptófitas representados no Jogo de Filogenia Vegetal, com a consequente formulação da pergunta motivadora sobre a evolução das plantas observadas no jogo.

A terceira semana corresponde à etapa de elaboração de hipóteses, realizada na quinta aula, e investigações, realizada em parte da quinta aula, e na sexta aula da sequência didática proposta. Finalmente, na quarta semana, os estudantes debatem entre si e chegam a uma proposta consensual de cladograma para os grupos vegetais, escrevendo-o no quadro como etapa de comunicação dos resultados de suas pesquisas investigativas à cerca da evolução das Estreptófitas,

dando a oportunidade do professor finalizar, na oitava aula, com o fechamento da sequência didática, utilizando toda a proposta dos estudantes e associando com as teorias vigentes.

4.2 O JOGO

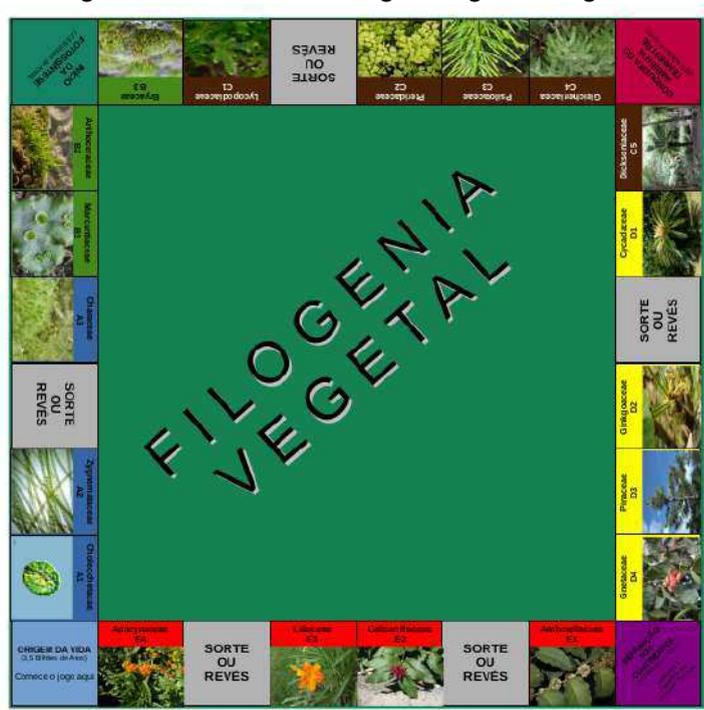
O jogo didático utilizado é um jogo de tabuleiro que foi formulado pelo professor para os estudantes, e consiste em uma adaptação do jogo comercial conhecido como “Banco Imobiliário” (*Monopoly*). Para o design deste game, foram considerados os trabalhos de De Vries e Archibald (2018) para classificação e sistemática de Algas Carófitas, Puttick *et al.* (2018) para Embriófitas Avasculares, Schneider *et al.* (2016) para Plantas Vasculares Sem Sementes, Yang *et al.* (2022) para Gimnospermas, e no caso específico das Angiospermas, levou-se em conta o sistema de classificação APG IV - *Angiosperm Phylogeny Group* (2016), para organização das cartas de Títulos de Plantas e também para a organização no tabuleiro de jogo. Além disso, foram consideradas as pesquisas de filogenia vegetal e a conquista do ambiente terrestre pelas Embriófitas, de acordo com o descrito por De Vries e Archibald (2018), assim como a evolução das principais características adaptativas do ambiente terrestre, como descrito por Raven *et al.* (2014), para a criação de cartas de Caracteres Evolutivos e as cartas de Sorte e Revés.

Desta forma, o Jogo de Filogenia Vegetal é constituído por um tabuleiro contendo as sequências de 19 (dezenove) casas de plantas do grupo das Estreptófitas, que podem ser adquiridas pelos jogadores, comprando-se Títulos de Posse com Créditos Evolutivos previamente distribuídos aos jogadores. Além destas, existem 05 (cinco) casas de “Sorte e Revés”, que implica no sorteio de uma carta que descreve momentos da história evolutiva vegetal e pode conferir uma vantagem (sorte) ou desvantagem (revés) ao jogador, dependendo do quanto este jogador desenvolveu sua planta, ao adquirir Caracteres Evolutivos. Finalmente, tem as 04 (quatro) casas de segurança, nos vértices do tabuleiro, que formam um ponto seguro para a jornada dos *meeples* que representam cada jogador.

As dimensões do tabuleiro são de 50 cm x 50 cm e pode ser reproduzido com cartolina, decorada imprimindo as figuras das casas de cada planta em papel A4, recortar e colar na cartolina. O croqui do tabuleiro está disponível no Apêndice B. A réplica do tabuleiro do jogo está representado na Figura 4.

Além do tabuleiro, o jogo possui *meeples* (peões) para cada jogador se movimentar no espaço delimitado, e um sistema de cartas de vários tamanhos, sendo um conjunto de cartas padrão “Quadrado Pequeno”, cujas dimensões são 70 mm x 70 mm, constituído por 19 (dezenove) cartas denominadas “Títulos de Posse” de cada vegetal. Cada Título de Posse tem o valor de aquisição do vegetal e da venda para a Banca.

Figura 4: Tabuleiro do Jogo Filogenia Vegetal



Outro conjunto de cartas de padrão “Cartas USA”, cujas dimensões são 56 mm x 87 mm, é composto por 228 (duzentos e vinte e oito) cartas denominadas “Caracteres Evolutivos”, as quais os jogadores utilizarão para evoluir seus vegetais durante o jogo. Cada carta de Caracteres Evolutivos tem a descrição de um ou mais caracteres do grupo vegetal a que se refere. Os Caracteres Evolutivos são distribuídos em três tipos fundamentais de caracteres, associados a cada vegetal. Os caracteres Morfológicos, os caracteres de Célula e Metabolismo, e os caracteres de Reprodução. Cada carta de Caracter Evolutivo possui o valor de aquisição e o valor que deve ser somado ao Título, quando um competidor oponente cair na casa de sua planta.

E, finalmente, o último conjunto de cartas padrão “Carta Magnum Silver”, cujas dimensões são 70 mm x 110 mm, constituído de 40 (quarenta) cartas de “Sorte

ou Revés”, que serão sorteadas quando o jogador cair nas casas específicas, que possuem o mesmo nome. Estas cartas contêm a descrição de momentos da história evolutiva das plantas e podem conferir uma vantagem ou uma penalidade ao jogador. As imagens que são apresentadas no tabuleiro e nas cartas, além de outras que possam compor o Jogo de Filogenia Vegetal são imagens de domínio público, cujas licenças de uso *Creative Commons* estão no Apêndice C.

Além das cartas, o jogo possui também um conjunto de “Moedas” de plástico de 08 (oito) valores diferentes, sendo 75 (setenta e cinco) moedas de \$1 Crédito Evolutivo, 97 (noventa e sete) moedas de \$5 Créditos Evolutivos, 97 (noventa e sete) moedas de \$10 Créditos Evolutivos, 81 (oitenta e uma) moedas de \$50 Créditos Evolutivos, 70 (setenta) moedas de \$100 Créditos Evolutivos, 37 (trinta e sete) moedas de \$200 Créditos Evolutivos, 32 (trinta e duas) moedas de \$500 Créditos Evolutivos, e 10 (dez) moedas de \$1K (mil) Créditos Evolutivos. Estas moedas compõem o patrimônio do Banco Evolutivo, e são distribuídas a cada jogador, que poderão usá-las para adquirir cartas de vegetais, caracteres evolutivos e pagamento da competição quando o jogador cair na casa de uma planta de seu adversário. As quantidades de moedas para cada jogador e as regras a serem pactuadas com os jogadores estão expressas no “Manual de Regras” do jogo, que compõem o Apêndice A deste trabalho.

O jogo permite que até 09 (nove) estudantes participem sem dificuldades, sendo um participante banqueiro, e 08 (oito) competidores com peões coloridos. Serão usados dois dados de 06 (seis) faces (chamados no mundo gamer de d6) para definir por quantas casas cada peão se movimentará, em cada rodada. No tabuleiro de jogo é possível identificar casas de 05 (cinco) grupos vegetais, 04 (quatro) que compõem as Embriófitas e quinto grupo é o grupo-irmão das Embriófitas, as Algas Carófitas - *Charophyta (Migula)*, que são os vegetais mais simples e com as características mais plesiomórficas do jogo. As Algas Carófitas constituem o grupo externo das Embriófitas, e por essa razão, elas possuem menos caracteres evolutivos que, assim como suas cartas, valem menos pontos. No jogo existem 03 (três) famílias de Algas Carófitas, que são *Zygnemataceae* Kützing; *Coleochaetaceae* Nägeli e *Characeae* S.F.Gray.

Em seguida observam-se as plantas terrestres avasculares, que possuem maior complexidade e caracteres mais adaptativos ao ambiente terrestre. As plantas avasculares são formadas por hepáticas – *Marchantiaceae* Lindley; antóceros -

Anthocerotaceae Dumort; e os musgos - *Bryaceae* Rchb. As plantas terrestres avasculares possuem inovações evolutivas em relação às Algas Carófitas e, portanto, suas cartas valem um pouco mais, como também seus caracteres evolutivos têm mais valor. As inovações evolutivas que foram ressaltadas no grupo das criptógamas avasculares são a presença de rudimentos de lignina nas paredes celulares, a presença de poros ou estômatos nas folhas, flavonoides precursores de cutícula, e a proteção do embrião no tecido parental.

A mesma lógica se verifica para os outros grupos vegetais do jogo, a começar pelas criptógamas vasculares, representadas pelas famílias *Lycopodiaceae* P.Beauv. ex Mirb.; *Pteridaceae* E.D.M. Kirchn.; *Psilotaceae* J.W. Griff. & Henfr; *Gleicheniaceae* C.Presl; e *Dicksoniaceae* M.R. Schomb. Para as criptógamas vasculares inovações evolutivas como a proteção de esporos em esporângios e dos esporângios em soros, e o desenvolvimentos dos vasos condutores do xilema e do floema poderiam ser adquiridas pelos estudantes para ganhar mais valores.

No jogo, as Gimnospermas são constituídas pelas famílias *Cycadaceae* Persoon, *Ginkgoaceae* Persoon, *Pinaceae* Lindley e *Gnetaceae* Blume. As principais inovações evolutivas trabalhadas foram as de aspecto reprodutivo, como a presença de anterozoides nas gimnospermas, nas famílias mais basais, e o surgimento do núcleo espermático nas famílias com características mais apomórficas; assim como a proteção dos embriões em sementes.

As Angiospermas foram representadas pelas famílias *Amborellaceae* Pichon, *Calycanthaceae* Lindl., *Liliaceae* Juss. e *Apocynaceae* Juss. As principais inovações evolutivas trabalhadas também foram as de aspecto reprodutivo, sendo a organização dos órgãos reprodutores em peças florais, e a proteção da semente por um fruto as mais trabalhadas.

As cartas de Caracteres Evolutivos só poderiam ser compradas quando o jogador voltasse a cair na casa de sua planta, e só poderia comprar um máximo de 05 (cinco) cartas por vez. Desta forma, era bem importante que o jogador definisse uma estratégia de aquisição de caracteres para evoluir as plantas, uma vez que ele deveria cair na casa da planta mais de uma vez para completar o desenvolvimento de sua planta. Se o tempo de aula for um fator limitante para o professor, neste ponto do jogo podemos permitir aquisição de cartas de Caracteres Evolutivos que desenvolvem a planta já no início da experiência *gamer*, e acelerar a competição entre os jogadores.

Pode-se verificar na Figura 5 o desenvolvimento do jogo de filogenia vegetal, e os jogadores comprando caracteres evolutivos para desenvolver as suas plantas.

Figura 5: Desenvolvimento do Jogo Filogenia Vegetal no C.E. Prof Kopke



4.3 A INVESTIGAÇÃO

Após a etapa de aplicação do jogo pedagógico, seguiu-se a etapa de investigação dos estudantes sobre o tema do jogo. Os estudantes puderam questionar sobre qual seria a evolução das plantas terrestres, ou seja, das embriófitas. Ainda tiveram a oportunidade de questionar se o jogo realmente refletia a evolução dos grupos vegetais, pois a sequência de grupos vegetais no tabuleiro, tinha uma ordem. As algas carófitas eram o grupo A, sendo as *Colechaetaceae* Nägeli (*Coleochaete*), o grupo A1, as *Zygnemataceae* Kützing (*Spyrogira*), o grupo A2, e as *Characeae* S.F Gray (*Chara*), o grupo A3. As plantas avasculares terrestres, as Briófitas, eram o grupo B, sendo as *Marchantiaceae* Lindl. (*Marchantia*), o grupo B1; as *Anthocerotaceae* Dumort (*Anthoceros*), o grupo B2, e as *Bryaceae* Rchb. (musgo), o grupo B3. As plantas vasculares sem sementes, chamadas popularmente de Pteridófitas, eram o grupo C, sendo as plantas *Lycopodiaceae* P. Beauv. ex. Mirb. (Licopódio), o grupo C1, as *Pteridaceae* E.D.M. Kirchn. (avenca), o grupo C2, as *Psilotaceae* J.W.Griff. & Henfr. (*Psilotum*), o grupo C3, as *Gleicheniaceae* C. Presl (samambaia Gleiquênia), o grupo C4, e as *Dicksoniaceae* M.R.Schomb. (samambaias), o grupo C5. As Gimnospermas eram

representadas no jogo pelo grupo D, sendo as *Cycadaceae* Pers. (cicas), o grupo D1, as *Ginkgoaceae* Engl. (*Ginkgo*), o grupo D2, as *Pinaceae* Spreng. ex. Rudolphi (pinheiros), o grupo D3, e as *Gnetaceae* Blume (Gnetos), o grupo D4. Finalmente, as Angiospermas eram o grupo E, sendo as *Amborellaceae* Pichon (*Amborella*), o grupo E1, as *Calycanthaceae* Lindl. (*Calycanthus*), o grupo E2, as *Liliaceae* Juss. (Lírios), o grupo E3, e *Apocynaceae* Juss. (*Apocynum*), o grupo E5. Os nomes de cada espécie cujas imagens foram utilizadas neste trabalho estão no Apêndice C.

Vale lembrar que o design do jogo levou em consideração alguns critérios de jogabilidade na obtenção de recompensas, que não permitem que se espalhe aleatoriamente as plantas no tabuleiro, nem que se posicione os grupos mais caros no início do tabuleiro, o que sem dúvidas prolonga o jogo. Assim, a formação das sequências de plantas no tabuleiro de jogo obedece a critérios baseados totalmente nos sistemas de classificação vegetal já descritos no trabalho e em sequência de grupos ao longo do tabuleiro.

Para testar suas hipóteses, tanto sobre a evolução das Estreptófitas, que era a pergunta motivadora, como também avaliar se as sequências de plantas do jogo obedeciam às teorias de evolução vegetal, uma vez que a sequência de plantas varia de acordo com a escolha de compra do jogador, os estudantes utilizaram a internet, através dos dados móveis roteados pelo professor, para fazerem pesquisas sobre os temas. Esta etapa de investigação leva aproximadamente 01 (um) tempo de aula de 50' (cinquenta minutos), com pesquisas na internet e debates entre os pares para avaliarem suas hipóteses formuladas após a aplicação do jogo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática de aplicação de um jogo didático, concebido com finalidades pedagógicas, recebeu grande adesão por parte dos estudantes das duas turmas aplicadas. E como cada tabuleiro de jogo comporta, no máximo 09 (nove) integrantes, a cada rodada de jogo foram usados dois tabuleiros que atendiam 18 (dezoito) estudantes. Os seis restantes da turma estavam junto ao professor, observando os jogadores e auxiliando na aplicação das regras, o que fez com que estes estudantes adquirissem conhecimento sobre o jogo e suas regras antes de praticar. Isto melhorou muito a aplicação do jogo para este grupo e trouxe grande

retorno, pois os estudantes davam mais ideias de elementos e regras, capazes de melhorar o jogo.

Nos dias de aplicação do jogo Filogenia Vegetal, foi observado que a maioria dos alunos preferiu competir uns com os outros, levando àqueles que ficaram sem adquirir plantas ou adquiriram as plantas com características mais plesiomórficas, a serem extintos, e deixar o tabuleiro.

O número de moedas no jogo não se mostrou um problema, sendo suficientes o total de 500 moedas de diferentes valores, usadas. Porém as tentativas de agregar até 12 (doze) estudantes mostraram-se ineficazes e com visíveis limitações na distribuição de moedas para todos e a administração das moedas e das relações entre jogadores, pelo banqueiro. Desta forma, o jogo foi aplicado nas duas turmas trabalhadas, para um total de 06 (seis) grupos de estudantes, composto por um número máximo de 09 (nove) estudantes cada um.

De acordo com McGonigal (2011) os jogos têm o potencial de motivar e promover a criação de estratégias para enfrentar desafios, mas se o jogo não for capaz de promover desafios possíveis de serem cumpridos, ou seus mecanismos de recompensa não forem satisfatórios em relação aos riscos que se corre, o jogador perde o interesse, reduz o empenho e a motivação para jogar. Isto foi verificado neste trabalho, quando o equilíbrio entre os riscos e recompensas se estabeleceu no tabuleiro com nove jogadores. Cruz e Albuquerque (2014) abordaram em seu trabalho com estudantes do ensino infantil, que a proposta de criação de jogos com finalidades didáticas para o ensino de ecologia e meio ambiente necessita ter uma boa narrativa, que possa envolver os jogadores, além de regras claras e recompensas satisfatórias pelo esforço.

Estes aspectos, de clareza de regras, assim como de narrativa coerente e recompensa justa pelos esforços e riscos corridos durante a experiência com o jogo, são fatores que receberam uma atenção extra no processo de design do Jogo de Filogenia Vegetal, e foram resolvidos com o estabelecimento de grupos menores interagindo entre si. Além disso, o excesso de estudantes em frente ao tabuleiro pode promover outra forma de experiência que seria menos didática, pois o aumento do tempo de espera para chegar a vez de jogar permitiria aos estudantes fugirem do tema com brincadeiras pouco pertinentes para o momento.

Contudo, assim como proposto por Silva *et al* (2022), a experiência com o tabuleiro do Jogo de Filogenia Vegetal é destinado a promover maior integração

entre os jogadores. A iniciativa de adotar um jogo didático para motivar a abordagem da botânica e da evolução vegetal mostrou-se eficaz em envolver toda a turma em torno de um tabuleiro, que nada mais é do que um pedaço de cartolina. Isto reforça a proposta de Eugênio (2020), de que em uma experiência gamer, os fatores de conexões sociais, autonomia nas decisões e desenvolvimento das competências são os principais motivadores para os jogadores escolherem para si a tarefa de enfrentar o desafio pedagógico.

Didaticamente, percebemos que utilizando apenas um tabuleiro, cartões de papel, dados, peões (*meebles*) e peças com valor de moedas, foi dada a oportunidade de estudantes adquirirem experiências práticas em botânica utilizando apenas materiais do cotidiano, mas que permitiu estarem frente a frente, poderem tecer comentários e fazer brincadeiras, aumentando a integração e a experiência prazerosa, mesmo com tema de filogenética vegetal. A Figura 6 mostra a integração entre os estudantes durante o jogo e a dinâmica funcionando.

Figura 6: Estudantes do C.E. Prof Kopke Jogando Filogenia Vegetal



Baseado na proposta de Eugênio (2020) sobre a experiência gamer com maior autonomia e flexibilidade, podemos comprovar, com este trabalho, que jogos com mais conteúdos pedagógicos podem conter em sua estrutura informações relevantes, mesmo que não seja um jogo criado para este fim, e servir de base para o aprendizado eficaz, por associação. Isto pode ser verificado na série *Assassins Creed* para consoles (videogames), mais especificamente, *Assassins Creed - Syndicate*, que aborda em sua narrativa, os contextos históricos ambientados em

Londres do período da Revolução Industrial. Embora este seja um jogo comercial, sem finalidade pedagógica, estas experiências, que normalmente seriam decoradas em sala de aula, são experimentadas livremente por um jogador que anda pelas ruas de Londres, se encontra com Karl Marx durante a história do jogo, e está prestes a libertar menores de idade em situação de trabalho infantil dentro de uma fábrica inglesa de 1868.

No início do Jogo de Filogenia Vegetal, os estudantes tiveram mais contato com o conteúdo das cartas de Sorte ou Revés. As cartas sorteadas eram lidas com certa dificuldade em relação aos termos botânicos abordados, uma vez que não havia sido lecionado nenhum tema referente a botânica anteriormente. Assim, todos tiveram que usar seus conhecimentos prévios para dar significados aos termos que apareciam nestas cartas. Importante notar que, de acordo com McGonigal (2011), os jogos requerem dos jogadores que prestem muita atenção ao trabalho que estão realizando no jogo, atribuam significados e consigam memorizar os eventos importantes, para que possam medir o próprio progresso no jogo, além de traçar estratégias e calcular os riscos que eles podem assumir ao colocarem à prova suas posições, visando recompensas. A atribuição de significado baseado na experiência do jogador facilita a tomada de decisões durante o jogo e aumenta as possibilidades de novas experiências. Neste sentido, as cartas de Sorte ou Revés são o primeiro contato dos jogadores com os termos biológicos do jogo, uma vez que é necessário ocupar a casa de uma planta para adquiri-la e voltar a ocupar a mesma casa para comprar caracteres evolutivos relacionados às plantas e melhorá-la.

Dessa forma, à medida que o jogo se desenvolve, os estudantes começam a memorizar a maioria dos termos das cartas de Sorte e Revés, e a empregá-los pelo jogo, inclusive controlando as performances de outros jogadores e articulando as próprias decisões sobre qual estratégia de aquisição de melhoramentos de suas plantas, com os caracteres evolutivos disponíveis, seria adotada para ampliar suas competitividades. E à medida em que os jogadores compram títulos de posse de plantas, e na sequência, compram também cartas de caracteres evolutivos, verifica-se que todos os grupos de jogos, das duas turmas pesquisadas, começam a se familiarizar com os termos botânicos, como “estômatos”, “flavonoides”, “ciclo haplodiplobionte” e “lignina”. Apesar da dificuldade inicial com a nomenclatura botânica, os jogadores rapidamente ganham autonomia e desenvolvem suas plantas, visando melhores performances a cada rodada. Além disso, com o

desenrolar do jogo, os estudantes utilizam seus conhecimentos prévios e sua experiência no próprio jogo para determinar significados a estes novos termos que podem influenciar no seu sucesso, e passam a usar os termos para jogar, parando de estranhá-los, e naturalizando a sua existência, ainda que a pronúncia seja pessoal e voltada para o jogo em si. Neste sentido, é importante não interferir, e deixar as correções para o momento do fechamento, uma vez que os estudantes não estão decorando termos, mas sim gerando significado por associação, com a finalidade de jogar.

A apropriação dos termos de biologia vegetal foi possível porque, dentro do jogo, os termos são acompanhados de um sentido que pode gerar recompensas ou punições, gerando estímulos de retorno, que os permitia saber se estavam indo no caminho certo, como mencionado por McGonigal (2011). Este recurso permite que os novos termos sejam incorporados o mais rapidamente possível ao repertório estudantil e memorizados, permitindo que possam ser avaliados mais facilmente quanto aos riscos e recompensas que apresentam no jogo. Neste caso, verifica-se que o jogo didático reforça a importância do meio e das experiências vividas pelo jogador para o desenvolvimento da aprendizagem, assim como descrito por Pimentel (2021). Esta incorporação de termos biológicos baseados no envolvimento emocional provocado pelo jogo, sob a forma de desafios e recompensas, está de acordo com o trabalho de Maturana (1998) que propõe que as ações desempenhadas pelos estudantes são o reflexo da relação que este mantém com o ambiente pedagógico, com as pessoas que o compõem e com os objetos de conhecimento.

Com o avanço do jogo, os estudantes começam a perceber diferenças entre os grupos vegetais que compõem o tabuleiro. Baseado na experiência adquirida com o jogo, os estudantes são capazes de ressaltar a importância de algumas características de interesse evolutivo, dos diferentes grupos vegetais estudados. De acordo com este critério, eles são capazes de elaborar uma sequência de caracteres vegetais que permitiram a evolução do grupo de plantas Espermatófitas em ambiente terrestre. A Figura 7 mostra a organização produzida pelos estudantes, da sequência de caracteres evolutivos dos grupos vegetais.

Figura 7: Caracteres Evolutivos dispostos em sequência no Jogo Filogenia Vegetal



É importante ressaltar que, de acordo com Huizinga (1949), o uso de jogos didáticos requer a aceitação de participação e submissão às regras, a proposição de objetivos claros do jogo, assim como acatar e obedecer a todas as regras, que devem ser claramente divulgadas aos jogadores. Este é o motivo pelo qual foi muito importante que nenhuma avaliação formal ou método de valorização com pontuações bimestrais fosse adotada ao final da sequência didática, para que nenhum estudante participasse do jogo por obrigação, o que coloca em dúvida a liberdade de escolha e decisão, ou visando pontuação na disciplina cursada.

Assim como descrito por McGonigal (2011), o engajamento dos estudantes não se deu apenas pela possibilidade de vencer o jogo, mas sim pela necessidade de assumir novos desafios e superar os próprios limites. Esta foi a verdadeira motivação pela qual os estudantes assumiram para si a tarefa de participar do Jogo de Filogenia Vegetal, submeteram-se às suas regras, e superaram seus próprios limites, buscando entender a biologia vegetal do jogo e estabelecendo estratégias eficientes de ação. Isto fica mais evidente porque a maioria dos alunos já tinham sido aprovados em biologia quando o jogo foi aplicado, e todos sabiam que ao final do bimestre não haveria uma prova do tema, sendo a participação dos estudantes totalmente não-condicionada a qualquer fator que pudesse coagir alguém para participar. E ainda assim todos queriam assumir esse desafio e superá-lo.

Além disso, os próprios estudantes podem decidir se preferem utilizar o Jogo de Filogenia Vegetal de um modo mais competitivo, ou se preferem uma configuração mais cooperativa. No modo competitivo, mais parecido com o desenrolar do jogo *Monopoly*, os jogadores competem entre si para dominar o tabuleiro de jogo e levar todos os outros competidores à extinção. O modo cooperativo leva os jogadores a tentarem sobreviver juntos por mais tempo possível, sorteando todas as cartas do jogo e adquirindo todos os caracteres evolutivos disponíveis. Na experiência produzida, apenas 01 (um) grupo optou por jogar de forma cooperativa. Os outros 05 (cinco) grupos preferiram competir e monopolizar os grupos de plantas até eliminar outros jogadores do tabuleiro.

Sem dúvidas, a aplicação de um método lúdico em aulas do ensino médio, foi considerado pelos estudantes como uma prática motivadora, gerando o maior engajamento possível nas atividades propostas. Nenhum estudante queria ficar de fora da atividade, e como foram usados 02 (dois) tabuleiros de jogo, com a participação de 08 (oito) jogadores e 01 (um) banqueiro, no máximo, por tabuleiro, foi necessário formar 06 (seis) grupos de jogo, para englobar todos os estudantes das duas turmas de terceiro ano do ensino médio atendidas.

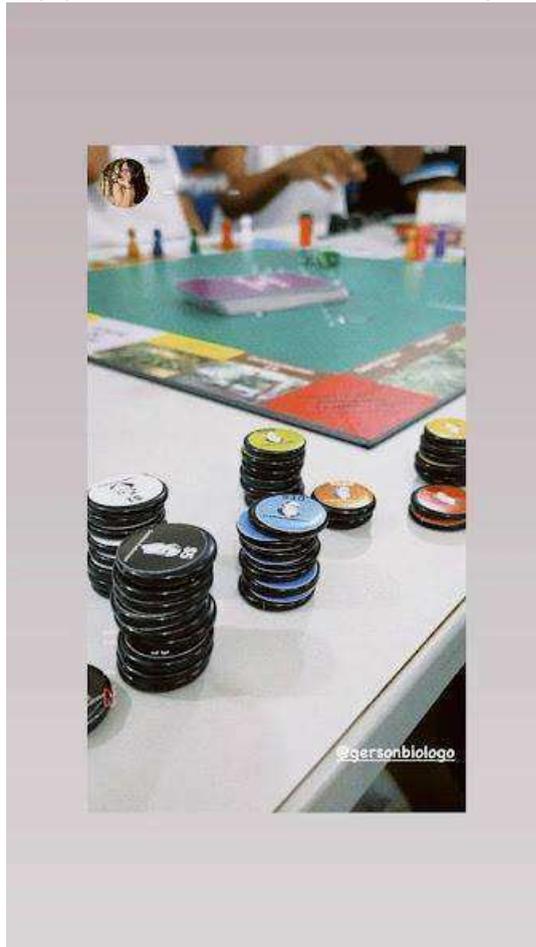
Com tamanho engajamento, os estudantes passaram a propor, por si mesmos, o ritmo de desenvolvimento do jogo, uma vez que o Jogo de Filogenia Vegetal admite a participação cooperativa, assim como é possível a competição entre os jogadores. Aqueles grupos que competiram entre si, puderam verificar a extinção de jogadores que possuíam apenas grupos de plantas com características plesiomórficas, gerando a curiosidade necessária para que fizessem a pergunta motivadora da investigação, de como seria a evolução das plantas terrestres (Embriófitas).

Alguns estudantes tiraram fotos do jogo durante as partidas para compartilhar a experiência em suas redes sociais, demonstrando o tamanho do engajamento na atividade e como estavam motivados para o desafio que se apresentava. Isto está expresso na Figura 8.

A sequência didática, com o emprego do jogo, serviu de motivação para a participação de forma crítica dos estudantes, aumentando o protagonismo estudantil e produzindo a abordagem dialógica da botânica, como aquela descrita por Paulo Freire (1987), na qual os estudantes e os professores interagem produzindo o progresso para ambos. E isto de fato é verificado durante a aplicação do jogo,

quando alunos abordam o professor mais de uma vez para dar ideias sobre o jogo, a fim de melhorá-lo. Esta atitude demonstra o quanto o jogo contribui para o crescimento pedagógico dos estudantes, que eram indiferentes às plantas, sendo que alguns nem percebiam sua complexidade biológica e classificação taxonômica, e com a experiência, passam a entender o suficiente para expor seus pontos de vista no sentido de melhorar o jogo, o que demonstra autonomia e análise crítica.

Figura 8: Foto do Engajamento em redes sociais do Jogo de Filogenia Vegetal



Fonte: Instagram 01/11/2023

As pesquisas autônomas levam os estudantes a refletirem sobre o conjunto de características dos vegetais abordados, e sua importância evolutiva. Embora este seja o grande objetivo da experiência com o jogo, não deixa de ser um fato marcante que os estudantes tenham chegado a esta conclusão partindo da experiência e formulação de hipóteses próprias. E a formulação de hipóteses foi consequência da pergunta motivadora que os estudantes fizeram a partir de seus contatos com a dinâmica do jogo e da experiência adquirida ao jogar, e não como consequência de interferência acadêmica do professor no desenvolvimento da aprendizagem.

A formulação de uma pergunta motivadora e das hipóteses sobre a sequência de evolução das Embriófitas só foi possível devido ao envolvimento dos estudantes com o mecanismo do jogo, motivando-os a pesquisar para testar as hipóteses. Associado a isto, observamos os efeitos da comparação das informações obtidas no estudo do material nas pesquisas com as experiências vividas ao jogarem o Jogo de Filogenia Vegetal. Esta comparação das informações obtidas nas pesquisas com a experiência do jogo denota a realização de análise crítica por parte dos estudantes, que está de acordo com o trabalho de Krasilchick (2008), ao verificar-se com a aplicação deste jogo, que os estudantes atingem os níveis mais altos de alfabetização biológica ao se apropriarem de termos biológicos (nível funcional), e ainda serem capazes de explicar experiências pessoais, baseados em conceitos científicos.

Na sequência do ensino investigativo, verificamos a etapa de divulgação dos resultados, que se inicia com a proposta, por parte dos estudantes, dos resultados de suas pesquisas investigativas sobre o tema. Convém lembrarmos que esta etapa é a consequência da formulação de hipóteses, que se seguiram à pergunta motivadora que os estudantes fizeram ao jogarem. E as pesquisas, associadas com as experiências no jogo, os permitiu propor uma sequência evolutiva das características vegetais. Esta sequência levou-os a fazer uma proposta de árvore filogenética de consenso entre os estudantes, que compreende os principais grupos estudados no jogo, as Algas Carófitas e as Embriófitas.

A sequência é a etapa de comunicação de resultados das investigações feitas pelos estudantes, que neste caso seria a apresentação de uma árvore filogenética produzida pelos próprios estudantes no quadro, e que represente suas propostas de sequências evolutivas das Embriófitas, como forma de comunicar os resultados para a turma e para o professor. A Figura 9 mostra o cladograma sendo proposto pelos estudantes.

Finalizando a sequência, após a apresentação da proposta dos estudantes, o professor poderá concluir com a correção das imprecisões e erros cometidos pelos estudantes no processo de investigação, apresentando teorias e nomenclaturas adequadas. Neste trabalho a opção de intervenção do professor é pela forma de debate, em uma sala de aula invertida, porém, não se exclui a intervenção por meio de aula expositiva, centrada no professor. A Figura 10 mostra o trabalho final dos estudantes nesta sequência didática.

Figura 9: Etapa de Divulgação do cladograma dos estudantes do C. E. Prof. Kopke

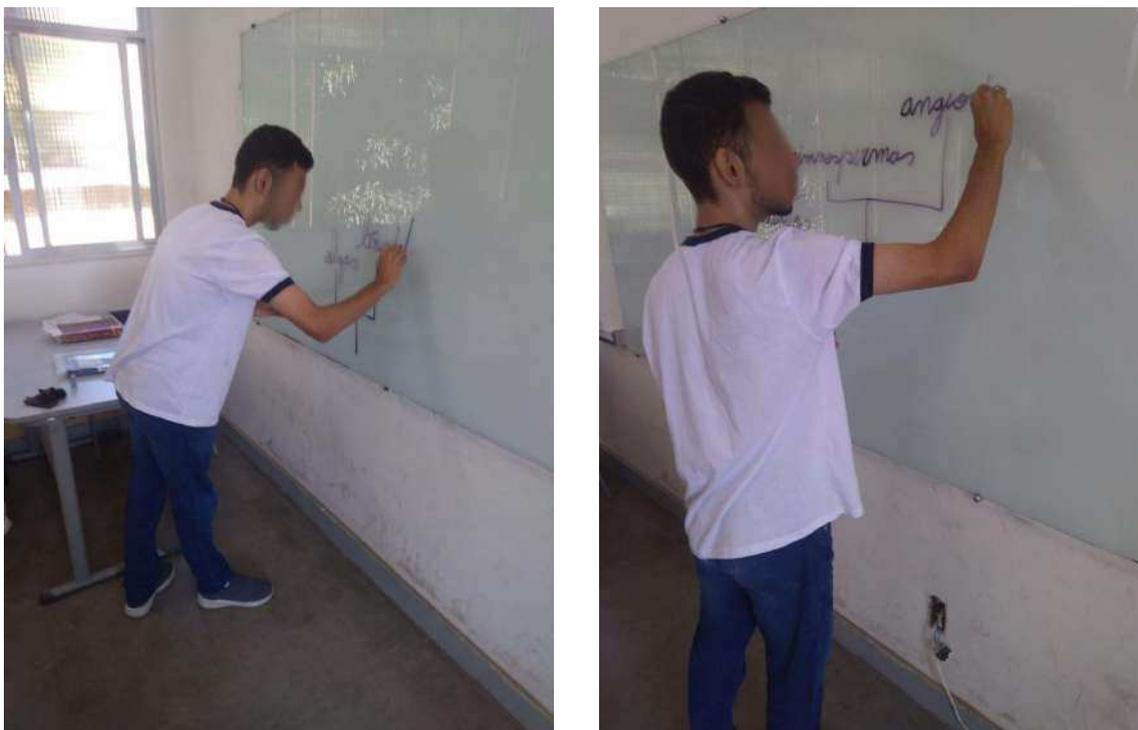
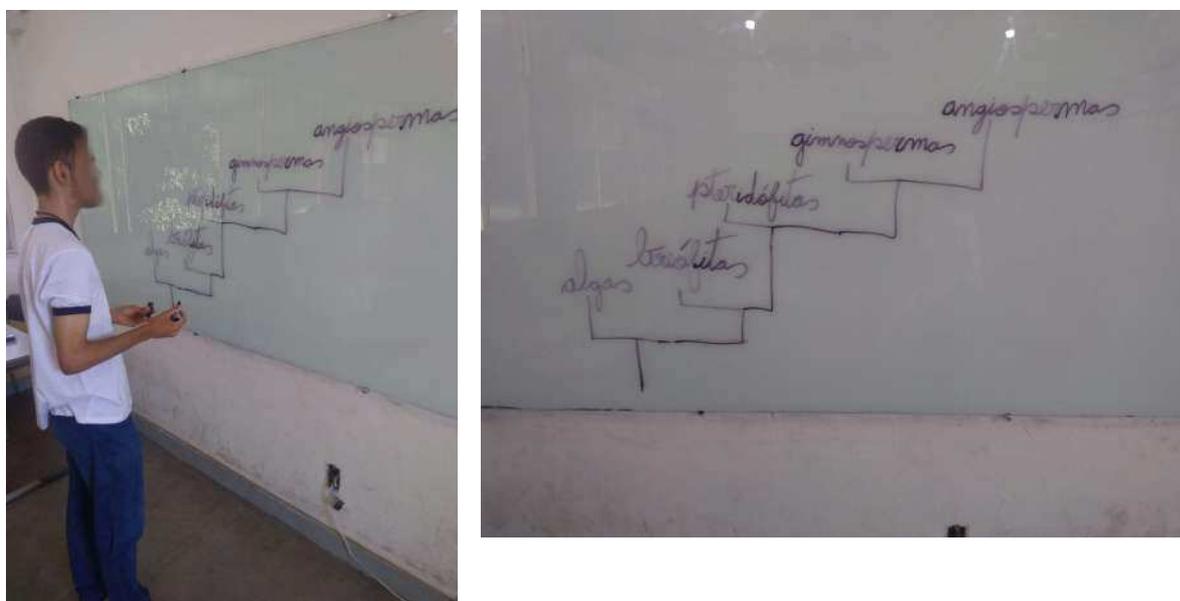


Figura 10: Cladograma das Estreptófitas proposto pelos estudantes do C.E. Prof Kopke



6 CONCLUSÃO

Este trabalho se constituiu na produção de uma sequência didática investigativa que utiliza um jogo didático, de tabuleiro, desenvolvido pelo professor para ser aplicado em sala de aula, a fim de ampliar a motivação estudantil. O jogo teve como tema principal a Evolução Vegetal e a Sistemática do grupo das Embriófitas.

Esta sequência didática pode ser considerada investigativa, uma vez que tem uma dinâmica baseada no protagonismo do estudante, seguindo as etapas de um ensino investigativo na sensibilização para o tema, a experiência com biologia vegetal e evolução, a proposta de uma pergunta motivadora da investigação, elaboração de hipóteses e testes das hipóteses formuladas, e comunicação dos resultados alcançados.

Contudo, pelo fato de termos feito previamente, no tabuleiro, a classificação dos grupos vegetais, é necessário que o professor que opte pela aplicação desta sequência didática em suas turmas, se atente para o fato de que a pergunta motivadora deve contemplar a evolução vegetal para ser considerada investigativa. Isto se explica na medida em que, se a pergunta motivadora for focada em taxonomia vegetal, não será investigativa, devido ao fato de que as classificações já estão feitas no tabuleiro de jogo, e as pesquisas estudantis apenas confirmam que cada exemplo do jogo está classificado taxonomicamente.

A referida sequência didática realmente promove o engajamento dos estudantes, fornecendo-lhes uma experiência em botânica, e motivando-os para que eles possam se questionar, formulando uma pergunta motivadora da investigação e começando a investigar sobre o assunto, com a supervisão do professor regente.

Apesar da sequência didática ter sido muito bem aceita pelos estudantes e ter cumprido os principais objetivos, é necessário identificarmos que a aplicação de jogos tem suas limitações quanto a adesão de estudantes, já que nem todos gostam de jogos, ainda que seja um jogo analógico em tabuleiro. Também é necessário ter em mente que a abordagem pontual de assuntos temáticos trabalhosos e transversais, como evolução, que demandam mais tempo de abordagem, não ficam totalmente esgotados com o contato pontual da aplicação do jogo como parte da sequência didática. Além disto, torna-se importante pontuar que o fator de tempo de aula que o professor regente precisa dispor para investir nesta modalidade de

ensino e proposta de atividade é grande, e pode chegar a compreender até o turno de trabalho (seis tempos de aula ou trezentos minutos) se as turmas forem muito grandes e o professor dispõe de um único tabuleiro.

Apesar do jogo ter sido produzido em uma gráfica, com a caixa e as peças decoradas com artes produzidas especificamente para cada um, é possível imprimir o jogo e aplicá-lo com custos reduzidos e materiais alternativos. Isto torna o jogo acessível a qualquer professor que queira reproduzir e aplicar em sala de aula.

A aplicação do jogo didático realmente melhora a participação e o entendimento dos estudantes nas aulas de biologia, com tema de estudos voltados para a Sistemática das Embriófitas. Isto ocorre porque os estudantes escolhem o desafio de jogar e superar seus limites, exercitando a memória pelo contato com os termos botânicos e suas aplicações no jogo. O aumento da participação e a qualidade das intervenções por parte dos estudantes melhoram consideravelmente com a aplicação do jogo didático.

O momento de fechamento do tema, com a apresentação das teorias de evolução vegetal pelo professor regente mostrou-se mais facilmente compreendidas pelos estudantes, que passaram a participar da aula, permitindo o uso da técnica de “sala de aula invertida” para avaliar a participação e a qualidade das intervenções dos alunos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-DIAS; Ana C. A.; PINHEIRO; Sheila C. V.; PINHEIRO; Jackson C.; **“My student hates studying Botany!” about university professors and teaching of Botany**; Brazilian Journal of Botany; 2023.

AIRES, Alexandre S.; **O Jogo À Luz Da Evolução: Uma Estratégia Para O Ensino De Evolução Nas Escolas**; Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia. / Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, 2019.

ALVES; Ildicely O.; **Uma Sequência Didática Sobre o Ensino de Evolução Biológica à Partir de Uma Perspectiva Histórica**; Dissertação de Mestrado Profissional; Universidade Federal de Mato Grosso - Instituto de Biociências, 2019.

AMORIM; Dalton S.; **Fundamentos da Sistemática Filogenética**; Editora Holos; 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Para a Educação Infantil**; Brasília, 2010.

BYBEE, R. W; **Scientific Inquiry and Science Teaching**. In L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 1-14). Dordrecht: Springer (2006).

CARRETTA; Marcelo La; **Como fazer Jogos de Tabuleiro: Manual Prático**; XVII SBGames; Foz do Iguaçu; 2018.

COLE; TCH; HILGER; HH; CARVALHO; FA; **Filogenia Das Angiospermas – Sistemática Das Plantas Com Flores** (Portuguese translation of: *Angiosperm Phylogeny Poster – Flowering Plant Systematics*); 2016.

CRUZ; Dulce M.; ALBUQUERQUE; Rafael M.; **A Produção de Jogos por Crianças: Narrativas Digitais e o RPG Maker**; Revistas USP - Educação & Comunicação; Ano XIX, nº 1; Janeiro - Junho 2014

CUNHA; Ana Maria O.; KRASILCHIK; Myriam; **A Formação Continuada de Professores de Ciências: Percepções à partir de uma Experiência**; Editora Andep; Caxambú, 2000.

DE VRIES, J.; ARCHIBALD, J.M. Plant Evolution: Landmarks on the path to terrestrial life. *New Phytologist* 217: 1428–1434, 2018.

DE CERTEAU; Michel; **A Invenção do Cotidiano**; 3ª Edição; Editora Vozes; Petrópolis 1998.

EUGÊNIO; Tiago; **Aula em Jogo - Descomplicando a Gamificação para Educadores**; Editora Évora; São Paulo - SP; 2020.

FREIRE; Paulo; **Pedagogia do Oprimido**; 17ª Edição; Editora Paz e Terra; Rio de Janeiro; 1987.

FUTUYMA; Douglas J.; **Biologia Evolutiva**; 3ª Edição; Editora FUNPEC, 2009.

GOEDERT, L.; **A Formação Do Professor De Biologia Na UFSC E O Ensino Da Evolução Biológica**. 2004. 122 fs. (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis, SC.]

GOULD; John; **Remarks On A Group Of Ground Finches From Mr. Darwin's Collection, With Characters Of The New Species**. *Proc Zool Soc Lond* 5:4–7, 1837.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2023. **AlgaeBase. World-wide Electronic Publication**, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 26 November 2023.

HUIZINGA; Johan; **Homo Ludens - A Study of the Play-Element in Culture**; Ed. Routledge & Kegan Paul Ltd; London, 1949.

JUDD; Walter S.; CAMPBELL; Christopher S.; KELLOGG; Elizabeth A.; STEVENS; Peter F.; DONOGHUE; Michael J.; **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**; 3ª Edição; Editora Artmed; Porto Alegre; 2009.

JUIZ DE FORA; Secretaria de Educação; **Referencial Curricular Da Rede Municipal De Juiz De Fora**; 2020.

KRASILCHIK; Myriam; **Prática de Ensino de Biologia**; 4ª Edição rev. e ampl.; 2ª reimpressão; Editora da Universidade de São Paulo; SP; 2008

LIMA; Josiane F.; AMORIM; Thamiris V.; LUZ; Priscila C.S.; **Aulas Práticas Para o Ensino de Biologia: Contribuições e Limitações no Ensino Médio**; REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, vol. 11, n. 1, p. 36-54, 2018.

MATURANA, Humberto R.; **Uma Abordagem da Educação Atual na Perspectiva da Biologia do Conhecimento**. In: MATURANA, H. Emoções e linguagem na educação e na política. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998. p. 11-35.

McGONIGAL; J.; **Reality is Broken - Why Games Makes Us Better and How They Can Change The World**; Editora The Penguin Press; Nova Iorque; 2011.

MIRANDA; Ana Carolina V.; **Confecção De Um Livro-Jogo Como Estratégia De Ensino De Evolução Biológica**; Dissertação (Mestrado PROFBIO); Rio de Janeiro - RJ; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, 2019.

MORATORI; Patrick B. **Por Que Utilizar Jogos Educativos No Processo De Ensino Aprendizagem?**; no Mestrado de Informática aplicada à Educação, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Matemática; 2003.

MURRAY; W. Nabors; **Introdução a Botânica**; 1ª Edição, Editora Roca, 2012.

NEVES; Amanda; BÜNDCHEN; Márcia; LISBOA; Cassiano P.; **Cegueira Botânica: é Possível Superá-la a partir da Educação?**; Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 3, p. 745-762, 2019.

PARSLEY; Kathrin M.; **Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness**; Plants, People, Planet; 2020; 2:598–601.
<https://doi.org/10.1002/ppp3.10153>

PORTELA; Helano M. B. F.; MARTINS; Derek R.; MORAIS; Fandson S.; LUZ; José W. P.; **Proposta de Jogo Educacional para o Ensino de Sistemática Filogenética**; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Departamento de Ciência da Computação; SBC – Proceedings of SBGames; 2016.

PUTTICK; Mark N.; **The Interrelationships of Land Plants and the Nature of the Ancestral Embryophyte**; Curr Biol. 2018 Mar 5;28(5):733-745.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 8ª edição. Ed. Guanabara Koogan S/A, RJ, 2014.

REECE; J.B.; et al; **Biologia de Campbell**; 10ª Edição; Porto Alegre; Artmed; 2015.

SANTIAGO; Sonia A.; **Morfologia Sistemática Vegetal**; Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2018.

SANTOS; Wygney S.; Alves; Robson M.; Aguiar-Dias; Ana C. A.; **A importância do Contexto Amazônico no Ensino de Botânica na Educação Básica**; Research, Society and Development, v. 10, n. 8, 2021.

SCHLEDER, Eloty J. D; *et al.*; **Material Didático: Introdução a Taxonomia e Sistemática Vegetal**; Editora Científica; Londrina, 2020.

SHELL, Jesse; **The Art of Game Design - A Book of Lenses**; Elsevier; Burlington - MA; 2008.

SILVA, José J. L.; CAVALCANTE, Francisco L. P.; XAVIER, Vinicius F.; GOUVEIA, Luciana De F. P.; **Produção De Exsicatas Como Auxílio Para O Ensino De Botânica Na Escola**; Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v. 13, n. 1, p. 30 – 37, 2019.

SILVA; Pedro P.; LIMA; Luiz Fernando M.; ZUCULOTTO; Maira; **Narrativas Interativas Contemporâneas**; Tutóia - MA; 2022.

TIDON; Rosana; LEWONTIN; Richard C.; **Teaching Evolutionary Biology**; Genetics and Molecular Biology; 27, 1, p. 124-131; Sociedade Brasileira de Genética; Brasil; 2004.

TIDON; Rosana; VIEIRA; Eli; **O Ensino Da Evolução Biológica: Um Desafio Para O Século XXI**; Campinas; Revista ComCiência; no 107; 2009.

TOLOMEI; B. V.; **A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação**; EaD em Foco, 7 (2), p. 145–156; 2017.

URSI; Suzana; BARBOSA; Pérsia P.; SANO; Paulo T.; BERCHEZ; Flávio A. S.; **Ensino De Botânica: Conhecimento E Encantamento Na Educação Científica**; Estudos Avançados 32 (94), 2018.

URSI; Suzana; SALATINO; Antônio; **É Tempo De Superar Termos Capacitistas No Ensino De Biologia: “Impercepção Botânica” Como Alternativa Para “Cegueira Botânica**; Bol. Bot. Univ. São Paulo, São Paulo, v. 39, p. 1-4, 2022.

VIEIRA; F. L.; SILVA; G. M.; PERES; J. P. S.; ALVES; E. D. L.; **Causas do desinteresse e desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia**; Univ. Hum., Brasília, v. 7, n. 1/2, p. 95-109, jan./dez. 2010.

YANG; Yong et al; Recent Advances on Phylogenomics of Gymnosperms and a New Classification; Plant Diversity, 44; p. 340-350; 2022.

ZÔMPERO; Andreia F.; LABURÚ; Carlos E.; **Atividades Investigativas No Ensino De Ciências: Aspectos Históricos E Diferentes Abordagens**; Rev. Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80; 2011.

APÊNDICE A - Manual de Regras do Jogo Filogenia Vegetal

- **Objetivo**

1- Modo Competitivo

- Se tornar o jogador mais rico e adaptado ao ambiente, através da compra, aluguel e venda da maior parte das Cartas de Vegetais e Características Adaptativas.
- Observar a evolução das características vegetais ao longo da história de vida do Reino Vegetal na Terra.

2- Modo Cooperativo

- Obter e Descobrir todas as Cartas de Vegetais e Características Adaptativas do jogo.
- Observar a evolução das características vegetais ao longo da história de vida do Reino Vegetal na Terra.

- **Créditos Evolutivos (Dinheiro)**

- Cada jogador recebe \$ 3558, que serão distribuídos da seguinte forma:
 - ⇒ 1 peça de \$ 1k;
 - ⇒ 2 peças de \$ 500;
 - ⇒ 2 peças de \$ 200;
 - ⇒ 6 peças de \$ 100;
 - ⇒ 8 peças de \$ 50;
 - ⇒ 10 peças de \$ 10;
 - ⇒ 10 peças de \$ 5;
 - ⇒ 8 peças de \$ 1.

- **Peças**

- Cada jogador deverá escolher um dos 8 peões para se jogar Filogenia Vegetal.

- **Banqueiro**

- Um jogador terá que ser escolhido para ser o Banqueiro durante o jogo. Pode-se resolver isso nos dados, onde o jogador que tirar o maior número será o Banqueiro.
- O jogador que for eleito o Banqueiro, não poderá participar da movimentação de peças no jogo, pois terá que tomar bastante cuidado com o dinheiro do Banco.

- **Banco**

- Além do dinheiro, o Banco detém os Títulos de Posse das Plantas e as Cartas de Caracteres Evolutivos de cada vegetal.
- O Banco realiza várias operações como: pagar *pro labore* (recompensa por cada volta no tabuleiro), bônus, receber taxas e vender Títulos de Posse das Plantas e Cartas de Caracteres Evolutivos.
- O Banco nunca irá quebrar. Caso o dinheiro do Banco acabe, o Banqueiro poderá confeccionar o quanto for necessário, escrevendo valores em papel comum.

- **O jogo**

- Cada jogador lança os dados, a começar pelo Banqueiro, para se saber quem irá iniciar o jogo. Quem tirar o maior número vence.
- Todos os jogadores colocam suas Peças no local denominado “Ponto de Partida”. Esse é o local de onde se inicia o jogo.
- O jogador que iniciará o jogo, lança os dados. O resultado indicado é o número de espaços que o Peão do jogador se movimentará pelo tabuleiro no sentido horário.
- O jogador seguinte é o que está à esquerda desse jogador e assim sucessivamente.
- O Peão do jogador ficará nesse novo espaço até a próxima vez dele jogar, onde novamente lançará os dados e movimentará o Peão.
- Durante o jogo, vários Peões poderão permanecer num mesmo espaço e ao mesmo tempo numa rodada.
- Se durante o lançamento dos dados algum jogador conseguir uma dupla (significa que tirou o mesmo número nos dois dados), ele poderá jogar novamente na seqüência.
- Após fazer suas opções, o jogador lança os dados pela segunda vez. Se tirar novamente outra dupla, ele jogará na seqüência outra vez.
- Após fazer suas opções, o jogador lança os dados pela terceira vez. Se tirar novamente outra dupla, ele será punido, indo para a Conquista do Ambiente Terrestre.
- O jogador então pegará seu Peão e o colocará no espaço destinado e não irá receber ou pagar nada enquanto estiver ali.
- A cada rodada o jogador confinado poderá tentar sair da casa “Conquista do Ambiente Terrestre” jogando os dados e tentando obter uma dupla. Após 3 rodadas ele poderá sair da casa mesmo sem obter dupla.

- **Comprando Títulos de Posse**

- O jogador que cair em uma casa que contenha uma planta sem dono, terá a opção de comprá-la do banco.
- O preço dessa Planta se encontra impresso nos Cartões do jogo.
- Ao comprar uma Planta do Banco Evolutivo, este dará ao jogador um Título de Posse dessa Planta.
- Os Títulos de Posse do jogador, ficarão voltados para cima e à sua frente. Isso permitirá que os outros jogadores possam controlar e saber quem tem o quê.

- **Evoluindo a Planta**

- O jogador que possui o Título de Posse de uma Planta poderá desenvolver esta planta adquirindo caracteres evolutivos que a tornam cada vez melhor adaptada ao ambiente no qual ela vive.
- Cada Caracter Evolutivo estará à venda pelo Banco, sempre que seu Peão voltar a cair na casa da sua planta, e o preço de aquisição estará impresso em cada Título.
- Na hora da compra, o jogador poderá escolher qual carácter evolutivo ele quer adquirir primeiro, não existindo nenhuma ordem de aquisição

- **Pagando a Penalidade de Competição**

- Quando um outro jogador cai no espaço de sua planta, significa que uma relação de competição se estabelece entre plantas e o invasor deverá pagar Créditos Evolutivos pela competição.
- O valor a pagar será 10% do valor de compra dos Títulos de Posse, acrescidos do valor de 10% dos Títulos de Caracteres Evolutivos adquiridos.
- O valor da competição pode dobrar, caso essa planta pertença a um **Monopólio**.
- O Monopólio é quando um jogador possui todos os títulos de um mesmo grupo de plantas.
- O valor da penalidade por competição será maior se a Planta possuir Caracteres Evolutivos que as tornem mais adaptadas ao ambiente. Todos os valores desses aluguéis constam no Título de Posse.
- Quando um jogador cair numa área de Planta de posse de outro jogador, e esta estiver sendo negociada com o Banco Evolutivo, a penalidade por competição não será recolhida porque o jogador não terá direito a ela.

NOTA: o proprietário deverá cobrar o jogador que caiu na sua Propriedade imediatamente e, antes que o jogador seguinte lance os dados. Se isso não acontecer, e o próximo jogador lançar os dados, o proprietário perderá o direito de cobrar e receber o créditos evolutivos advindos de competição.

- **Ponto de partida**

- Ao cair ou passar pelo “Ponto de Partida”, o jogador terá o direito de receber do Banco um *pro Labore* no valor de \$ 200.
- O *pro Labore* é uma recompensa evolutiva por cada ciclo completo de sobrevivência no Tabuleiro da Vida Vegetal.
- É dever de todo jogador cobrar ao Banco o seu *pro Labore*, caso o Banqueiro não perceba que você atingiu ou passou pelo “Ponto de Partida”.

- **Monopólio**

- O Monopólio é quando todos os Títulos de Posse das Plantas de um mesmo grupo são comprados pelo mesmo jogador.
- A primeira mudança que ocorre será a penalidade por competição, que passam a valer o dobro.
- Com o Monopólio formado, também os Caracteres Evolutivos passarão a custar o Dobro nas penalidades por competições (quando o jogador adversário cai na casa de sua planta).

- **Vendendo Títulos**

- Títulos de Posse de cada Planta podem ser vendidos de um jogador para qualquer outro jogador, numa transação particular e por um preço a ser combinado entre ambos.

- Os Caracteres Evolutivos de cada Planta não poderão ser vendidos pelo jogador para outro jogador, mas sim, terão que ser vendidos ao Banco pelo preço que está indicado no Título de Posse.
- Não tem ordem de venda de Títulos de Caracteres Evolutivos ao banco.

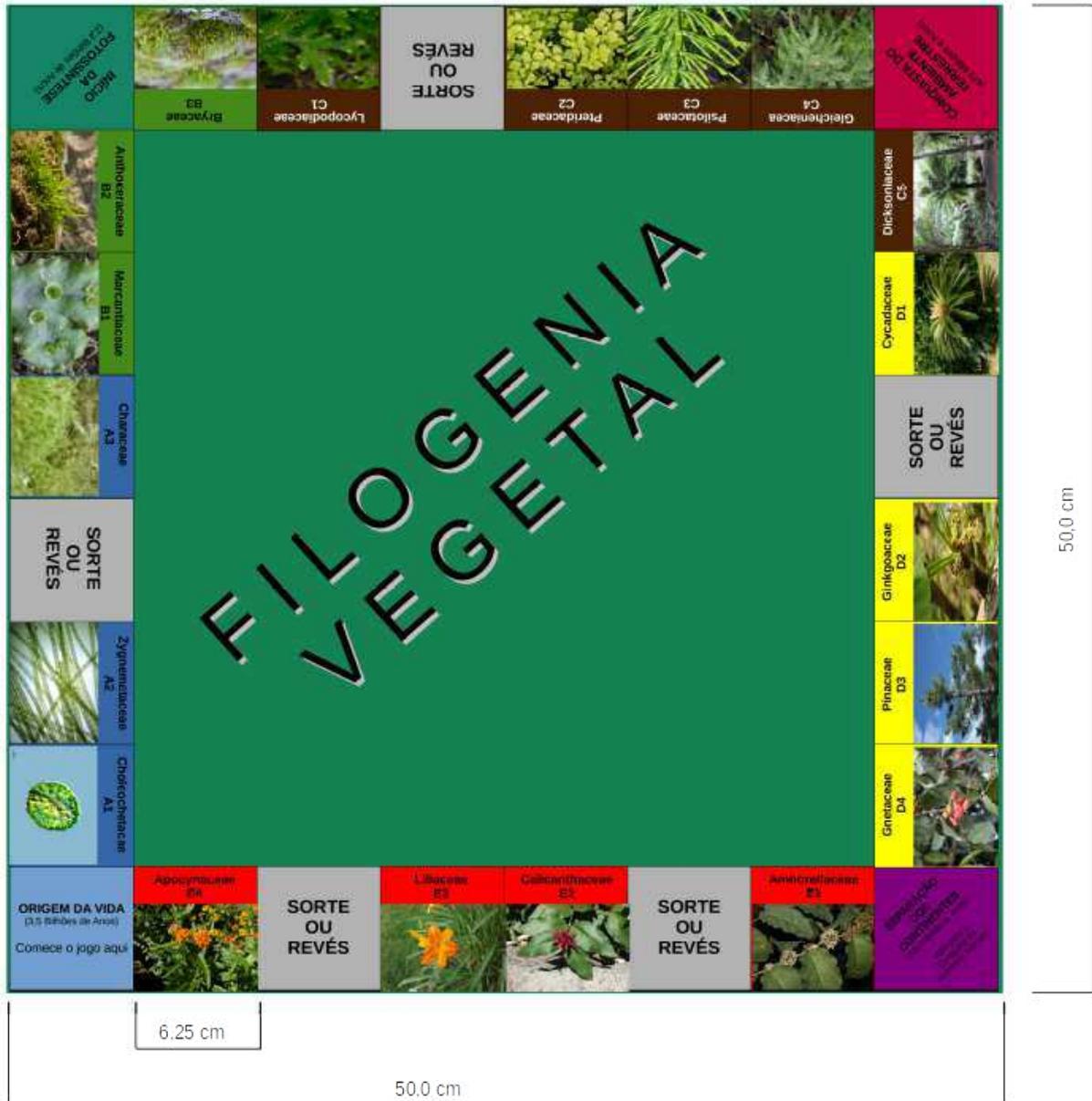
- **Extinção (Falência)**

- O jogador é declarado Extinto do ambiente se estiver devendo mais do que pode pagar ao Banco Evolutivo ou a outro jogador.
- Se a dívida for com outro jogador, o jogador endividado deverá entregar tudo o que possui a este jogador e retirar-se imediatamente do jogo.
- Se o jogador endividado possuir Títulos de Caracteres Evolutivos, ele primeiro deverá vendê-los ao Banco pelo preço indicado no título e os créditos evolutivos apurados devem ser entregues ao credor.
- Os Títulos recebidos pelo Banco serão vendidos.

- **Vencedor**

- **Em um modelo competitivo**, o último jogador que permanecer no jogo, após todos os outros serem extintos, será declarado o Vencedor do Jogo da Filogenia Vegetal.
- **Em um modelo cooperativo**, o grupo todo será Vencedor do Jogo da Filogenia Vegetal se conseguir conhecer e entender todas as características de todos os vegetais e abrir todas as cartas Sorte e Revés do jogo, sem deixar nenhum participante ser extinto.

APÊNDICE B - Tabuleiro do Jogo de Filogenia Vegetal com medidas



APÊNDICE C - Licença para uso das Imagens

PLANTA	FONTE / LICENÇA
<i>Spirogyra</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
<i>Coleochaete</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/
<i>Chara vulgaris</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
<i>Marchantia polymorpha</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.en
<i>Anthoceros agrestis</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
<i>Bryum capillare</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/
<i>Lycopodium cernuum</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/
<i>Adiantum raddianum</i>	https://creativecommons.org/licenses/publicdomain/
<i>Psilotum nudum</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/
<i>Equisetum arvense</i>	Flora-On https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/
<i>Gleichenia microphylla</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
<i>Dicksonia antarctica</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/
<i>Cyca revoluta</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/
<i>Ginkgo biloba</i>	creativecommons.org https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
<i>Pinus contorta</i>	creativecommons.org https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/
<i>Gnetum gnemon</i>	Wikimedia Commons https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/
<i>Amborella trichopoda</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/
<i>Calycanthus occidentalis</i>	creativecommons.org https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
<i>Mirabilis jalapa</i>	PxHere https://creativecommons.org/licenses/publicdomain/
<i>Asclepias tuberosa</i>	Flickr https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/

Alga Filamentosa A1	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/
Alga Ramificada A2 e A3	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/
Rizóides A1, A2, A3	https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/
Cutícula	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
Zigósporo c Proteção	https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.en
Hábito Taloso B1	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/
Rizoides B1 B2 B3	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
Imagem Darwin	https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/no/
Litografia Darwin	https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/
Darwin	https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/
Cladograma Plantas	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

Sequência Didática Sobre Sistemática Filogenética Vegetal

Ferramenta Para o Ensino Investigativo



A phylogenetic tree diagram showing the evolutionary relationships between various plant groups. The tree is rooted at the bottom left with 'Alga verde ancestral' and branches upwards and to the right. The groups included are: Embrião protegido, Estomas, Tecido vascular, Megafilos, Sementes, and Flores (angiospermas / Auto/doble fecundação). Above the tree, several plant groups are listed with small representative images: Carófitas, Hepáticas, Musgos/antóteros, Licopódios, Helechos, Gimnospermas, and Angiospermas. The tree is surrounded by numerous photographs of diverse plants, including mosses, ferns, gymnosperms like pine trees, and various angiosperms like flowers and leaves.

Por:
GERSON SOUSA DE OLIVEIRA
LUCIANA MOREIRA CHEDIER
ANA CAROLINA MEZZONATO PIRES

INTRODUÇÃO

Educadores de todo o país estão notando que o ensino de botânica, utilizando-se de métodos tradicionais de ensino, nos quais se recorre exageradamente a nomenclaturas e memorização de conceitos, tem provocado cada vez menos engajamento nas atividades propostas em sala, e gerado uma crescente impercepção dos vegetais.

Porém, a introdução de jogos didáticos na educação promete potencializar as práticas pedagógicas e criar condições que aumentem a motivação e o engajamento nas atividades pedagógicas, favorecendo a aprendizagem.

De uma forma geral, os jogos tem a capacidade de nos motivar, oferecendo desafios os quais somos capazes de enfrentar e superar, que requerem a aprendizagem por associação, a adoção de estratégias escolhidas de forma autônoma, pelo estudante, e dando um retorno que permite verificar o próprio progresso, além de desenvolver potenciais de conexões sociais e o envolvimento em grandes projetos que unem os esforços de várias pessoas.

A aplicação de um jogo didático de tabuleiro, está na base deste projeto, não apenas como forma diferente de abordar evolução vegetal, mas como um esforço no sentido de aumentar as oportunidades de exploração autônoma dos estudantes, com maior liberdade e flexibilidade para decidir suas ações de busca do próprio desenvolvimento. , a autonomia estudantil traz múltiplas possibilidades de aprendizagem que podem ser exploradas ao invés de proporcionar caminhos unidirecionais e métodos únicos de aprendizagem.

Desta forma, esta sequência didática se propõe a usar um jogo didático de tabuleiro para aumentar o engajamento em atividades de evolução vegetal, e a investigação autônoma do tema, considerando a evolução das plantas Embriófitas, por um viés de sistemática vegetal.

Professor Gerson Oliveira

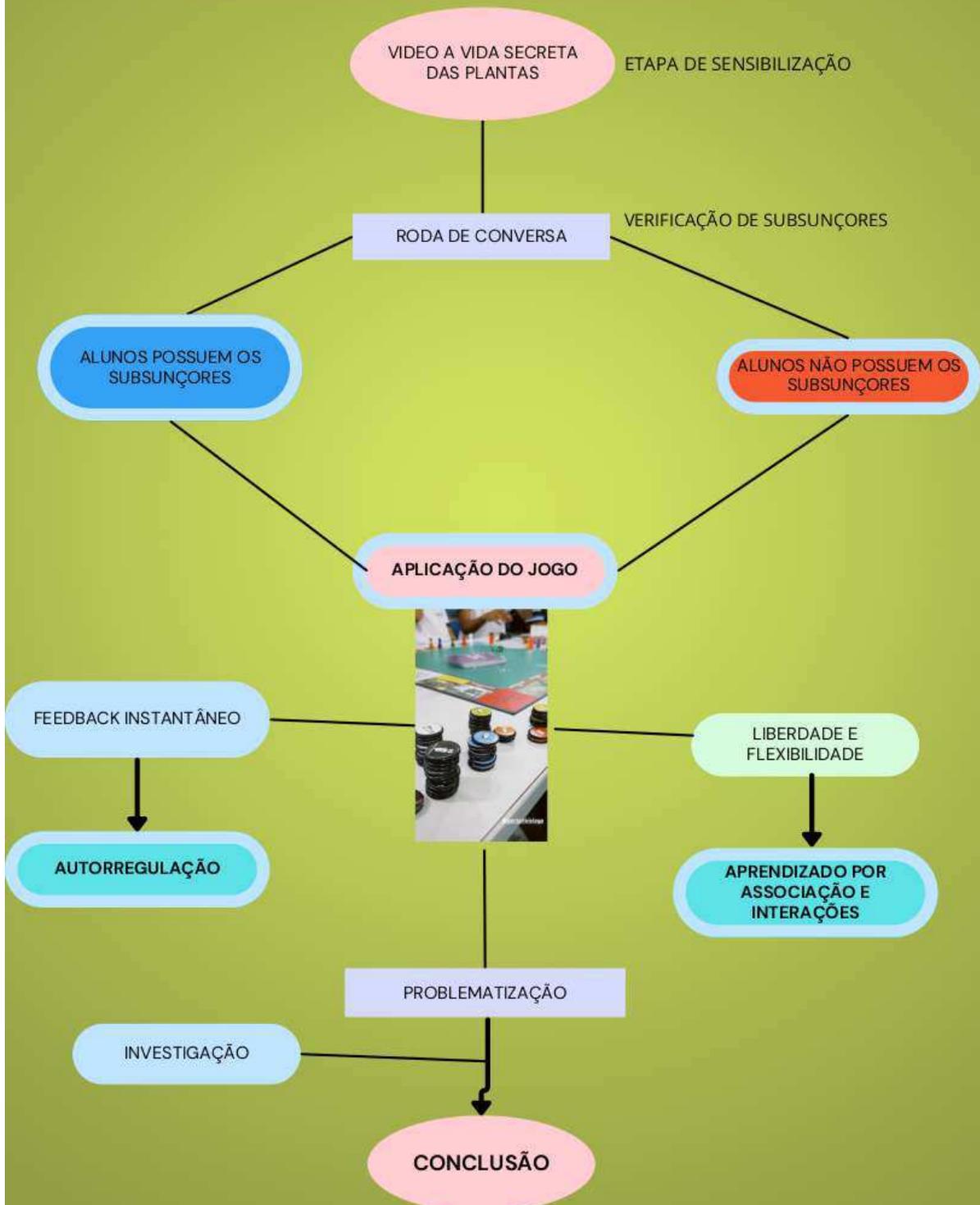
*GUIA PARA DESENVOLVIMENTO DA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA*



PLANEJAMENTO

Temas	Evolução Vegetal e Filogenia
Título	Sistemática Filogenética Vegetal
Público Alvo	Estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio
Motivação	Muitos estudantes são incapazes de reconhecer as plantas como organismos complexos, ao mesmo tempo que as competências e habilidades na área de botânica trabalham conteúdos excessivamente descritivos e mecânicos, tornando-o um tema árduo de se trabalhar.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">- Utilizar um jogo didático sobre a evolução das Embriófitas para desenvolver o interesse e o conhecimento pelo estudo da botânica e da evolução vegetal.- Melhorar a participação e entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem a evolução vegetal e a filogenia.
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecer semelhanças morfofisiológicas de diferentes grupos de Estreptófitas;- Comparar de forma crítica e descritiva as características dos grupos de Estreptófitas;- Reconhecer a evolução das características biológicas entre diversos grupos de Estreptófitas;- Associar o processo evolutivo com a origem da diversidade vegetal.
Metodologia	Sequência Didática desenvolvida em 08 aulas de 50 minutos. Esquema na página
Avaliação	Qualitativa, por determinação da motivação e engajamento nas atividades propostas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA



ETAPA 1

Apresentação do vídeo “A Vida Secreta das Plantas” para sensibilizar os estudantes para o tema referente a Botânica.



Aula Síncrona ou Assíncrona



Duração aproximada de 50'

ETAPA 2

Roda de Conversa de modo informal sobre o vídeo. Tem o objetivo de deixar os estudantes se expressarem e o professor verificar os conhecimentos prévios que servirão de apoio ao aprendizado de Evolução Vegetal.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 50'

ETAPA 3

Narrativa sobre o jogo, contextualizando-o e exibindo suas regras básicas. O ideal é que a participação dos estudantes seja voluntária, pois assim, ocorrerá a aceitação das regras do jogo.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 10'

ETAPA 4

Aplicação do jogo propriamente dito. Os estudantes devem montar o tabuleiro de jogo e preparar as peças e as moedas para começarem a jogar.



Aula Síncrona



Duração média de 100' podendo chegar até 300' dependendo do planejamento

ETAPA 5

Problematização. A classe pode ser dividida em grupos para facilitar o trabalho e nas discussões entre os estudantes, eles definirão a pergunta motivadora das investigações. Espera-se que a pergunta motivadora seja sobre a evolução das Embriófitas.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 20'

ETAPA 6

Investigação. Ainda divididos em grupos, os estudantes podem investigar suas hipóteses, formuladas com a pergunta motivadora, em materiais didáticos diversos.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 50' até 70'

ETAPA 7

Divulgação. Os estudantes, podem elaborar árvores filogenéticas dos grupos vegetais que compõem as Embriófitas, ou chegarem a um consenso de uma única proposta da turma e divulgá-la no quadro.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 10'

ETAPA 8

Fechamento. O professor poderá fazer o fechamento dos conceitos trabalhados pelos estudantes em uma sala de aula invertida, onde fará as devidas correções que forem necessárias e consolidando as habilidades e competências adquiridas.



Aula Síncrona



Duração aproximada de 50' até 90'

AS CARTAS

Este jogo utiliza três conjuntos de cartas.

1- CARTAS DE SORTE OU REVÉS

Conjunto composto por **40 cartas** padrão
CARTA MAGNUM SILVER de dimensões
7 x 11 cm



No exemplo acima, o espaço interno da carta tem as dimensões 7 x 11 cm até a linha de corte (*Trim marks*). O espaço além da linha de corte é a sangria e deve ser respeitado para que o corte na gráfica não estrague sua carta.

2- CARTAS DE TÍTULO DE POSSE

Conjunto composto por **19 cartas** padrão
CARTA QUADRADO PEQUENO de
dimensões 7 x 7 cm



3- CARTAS DE CARACTERES EVOLUTIVOS

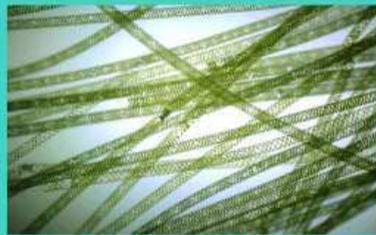
Conjunto composto por **228 cartas**
padrão **CARTA USA** cujas dimensões são
5,6 x 8,7 cm



Sugestão de Imagens



A1 - Choleochetaceae



A2 - Zygnetmataceae



A3 - Characeae



B1 - Marchantiaceae



B2 - Anthocerotaceae



B3 - Bryaceae



C1 - Lycopodiaceae



C2 - Pteridaceae



C3 - Psilotaceae



C4 - Gleicheniaceae



C5 - Dicksoniaceae



D1 - Cycadaceae

OBS 1: Quem quiser os arquivos de imagens, já selecionados, poderá encontrá-los no endereço <https://drive.google.com/drive/folders/1dKIKmcEaRZHyQ6WUGPkZ7LO0DrpSN2ua?usp=sharing>

Sugestão de Imagens



D2 - Ginkgoaceae



D3 - Pinaceae



D4 - Gnetaceae



E1 - Amborellaceae



E2 - Calycanthaceae



E3 - Liliaceae



E5 - Asclepiadaceae

OBS 2.: Quem quiser os arquivos prontos para enviar para a gráfica ou imprimir na escola, poderá encontrá-los no endereço <https://drive.google.com/drive/folders/1dKIKmcEaRZHyQ6WUGPkZ7LO0DrpSN2ua?usp=sharing>

Avaliação e Aprendizagem

A proposta de avaliação da aprendizagem desta atividade é que seja feita de forma qualitativa e não - formal.

Sugere-se que seja feita a avaliação do grau de motivação e interação dos alunos entre si, com o jogo, e com as demais atividades, e que o produto final apresentado pelos alunos, seja uma proposta própria de cladograma dos principais grupos de embriófitas.

A divulgação do cladograma proposto pelos alunos pode ser consequência de um debate mediado pelo professor e entre os alunos, para que todos tenham a chance de se expressar e explicar, uns para os outros, o que os levou a dada conclusão em sua pesquisa.

Após a apresentação do produto elaborado pelos alunos, e o debate mediado pelo professor, sugere-se que seja dada a continuidade ao debate, com a maior participação do professor, apresentando o fechamento do tema, e construindo os novos conhecimentos adquiridos pelos alunos em acordo com as teorias vigentes.

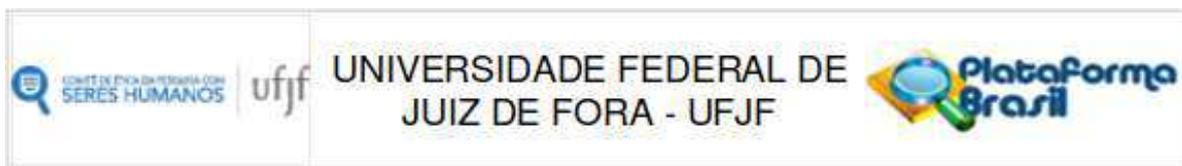
Agradecimentos



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA VEGETAL: FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO INVESTIGATIVO

Pesquisador: Gerson Nunes de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66407022.8.0000.5147

Instituição Proponente: Departamento de Botânica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.901.062

Apresentação do Projeto:

Texto informado pelo autor:

"O estudo da evolução tornou-se uma base para o ensino de biologia, porém, um dos principais desafios do ensino na área biológica é aquele de adotar uma visão evolutiva acerca da biodiversidade observada. Paralelamente, o estudo de botânica é muito negligenciado, seja pelo reflexo do maior desenvolvimento das habilidades e competências preferenciais do professor em outras áreas da biologia, seja pela estrutura deficitária do ensino, o que cria condições para ampliação da cegueira botânica em professores e estudantes. Nesse sentido, a sistemática filogenética se torna uma ferramenta eficaz para o estudo da biologia comparada dos vegetais e análise de padrões evolutivos das plantas no decorrer de sua história. Por ser uma forte ferramenta de unificação de áreas da biologia, a sistemática filogenética é capaz de sintetizar e representar a história evolutiva dos grupos vegetais. Esse trabalho tem como objetivo a produção de uma sequência didática que possa utilizar um jogo didático desenvolvido pelo professor, que facilite o aprendizado de botânica, sob um viés evolucionista. O jogo tem a função de desenvolver o interesse e o conhecimento dos estudantes pelo estudo da botânica, sob a perspectiva evolucionista, estimulando um novo conceito de aprendizagem através do edutretenimento. O trabalho tem atividades como a apresentação de imagens de plantas de vários grupos vegetais considerados Embriófitas. Será desenvolvida uma etapa de questionamento sobre como se deu a evolução das Embriófitas, e a aplicação do jogo didático como organizador do conhecimento.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

UF: MG

Telefone: (32)2102-3788

Município: JUIZ DE FORA

CEP: 36.036-900

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 5.901.062

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conforme o texto apresentado na versão 2 da proposta, analisado o texto e verificado que não haverá nenhum tipo de coleta de dados das pessoas envolvidas e conforme justificativas apresentadas pelo autor no campo "Outras informações, justificativas ou considerações a critério do pesquisador" e constatado pelo apresentado que se trata de um relato de aprendizagem, sem finalidade de pesquisa científica, a proposta encaminhada pode ser retirada, não necessitando de avaliação para aprovação pelo CEP/CONEP, em conformidade com o estabelecido na Resolução 510/2016, art.1º, inciso VIII.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento		Postagem		
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2055044.pdf	06/02/2023 22:28:10		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_para_CEP_janeiro_2023.pdf	06/02/2023 22:20:58	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
Orçamento	Proposta Orcamento Jogo Filogenia Janeiro_2023.pdf	06/02/2023 22:20:01	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento Alunos Gerson Janeiro_2023.pdf	06/02/2023 22:19:07	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_alunos_Gerson_Janeiro_2023.pdf	06/02/2023 22:18:37	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis_Gerson_Janeiro_2023.pdf	06/02/2023 22:18:15	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Gerson_Oliveira.pdf	22/12/2022 15:42:10	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes_Ana_Carolina_Mezzo_nato_Pires.pdf	22/12/2022 15:36:53	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes_Luciana_Moreira_Che_dier.pdf	22/12/2022 15:36:17	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_kopke_assinada.pdf	12/12/2022 16:36:30	Gerson Nunes de Oliveira	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br