

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



ORGANIZADOR
CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



ORGANIZADOR
CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA

2021 - Editora Ampla

Copyright © Editora Ampla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Projeto Gráfico e Diagramação: Higor Costa de Brito

Pesquisa e desenvolvimento de abordagens para o ensino de ciências biológicas está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Ampla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Ampla.

ISBN: 978-65-88332-35-1

DOI: 10.51859/ampla.pda351.1121-0

Editora Ampla

Campina Grande – PB – Brasil
contato@amplaeditora.com.br
www.amplaeditora.com.br

CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Italan Carneiro Bezerra – Instituto Federal da Paraíba
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal de Campina Grande
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carlotto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette Rodrigues Bachur – Universidade Estadual do Ceará
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2021 - Editora Ampla

Copyright © Editora Ampla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Projeto Gráfico e Editoração: Higor Costa de Brito

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sueli Costa CRB-8/5213

Pesquisa e desenvolvimento de abordagens para o ensino de ciências biológicas [livro eletrônico] / organização Clécio Danilo Dias da Silva. - Campina Grande : Editora Ampla, 2021.
239 p.

Formato: PDF

ISBN: 978-65-88332-35-1

1. Botânica 2. Zoologia 3. Biologia - Ensino e pesquisa
I. Silva, Clécio Danilo Dias da II. Título

CDD-378.81

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino superior Biologia 378.81

Editora Ampla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@amplaeditora.com.br
www.amplaeditora.com.br

PREFÁCIO

As Ciências Biológicas dizem respeito a uma grande área do conhecimento que se dedica ao estudo da vida e de todos os processos constituintes que as cercam, sejam eles relacionadas à saúde, biotecnologia, meio ambiente e a biodiversidade. Trata-se de uma área que está em constante expansão, inovação e renovação dos conhecimentos que foram construídos pelos mais diversos naturalistas ao longo da história da Ciência. Dentro deste contexto, é com grande satisfação que apresentamos o e-book “Pesquisas e desenvolvimento de abordagens de ensino de Ciências Biológicas”, o qual dispõe de 19 capítulos resultantes de pesquisas aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências de diversos pesquisadores do Brasil. Os capítulos estão distribuídos em duas grandes sessões:

A primeira sessão denominada “**Ensaio e Pesquisas aplicadas em Ciências Biológicas**” apresenta estudos teóricos, laboratoriais e de campo envolvendo diversas temáticas, como: resgate o histórico da genética; funções dos cromossomos e suas variações; movimentação de cromossomos na reprodução de plantas; discussões sobre a descoberta, importância e aplicações da macho-esterilidade; avaliação de diferentes métodos de superação de dormência em sementes; citotoxicidade e genotoxicidade de extratos vegetais, funcionalidade de ilhas florestais, dentre outras. A segunda sessão intitulada “**Reflexões e aplicação de abordagens no ensino de Ciências Biológicas**” apresenta pesquisas com caráter teórico e prático explorando o uso de metodologias diversificadas, desenvolvimento de recursos didáticos, relatos de experiências/vivências, tais como: análise da abordagem utilitarista do ensino de Zoologia em livros didáticos; uso da dialogicidade e representações gráficas em conteúdos de Zoologia; uso de terrários para facilitar a compreensão sobre o funcionamento de sistemas ecológicos; aplicações de jogos e atividades lúdicas em temas de Genética; bem como a utilização de modelos didáticos e experiência sensorial em tópicos da Botânica.

De modo geral, o e-book apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados teórico-práticos obtidos pelos diversos autores, que arduamente elaboraram seus trabalhos e aqui os apresentam de maneira concisa e didática. Sabe-se o quão importante é a divulgação científica e, por isso, evidencia-se aqui também a estrutura

da Editora Amplla, capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Clécio Danilo Dias da Silva

Doutorando em Sistemática e Evolução pela UFRN
Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN (2018)
Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo IFRN (2017)
Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo IFRN (2019)
Especialista em Tecnologias e Educação a Distância pela Faculdade São Luís – FSL (2020)
Especialista em Gestão Ambiental pelo IFRN (2017)
Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex - UNIFACEX (2015)

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - LINHA DO TEMPO DA GENÉTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE 2005 A 2021	10
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-1
CAPÍTULO II - VARIAÇÃO NA FUNÇÃO DOS CROMOSSOMOS	24
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-2
CAPÍTULO III - FUNÇÕES DOS CROMOSSOMOS (MECANISMOS DE CROSSING OVER, LIGAÇÃO, FUNÇÃO DOS CROMOSSOMOS X E Y) HIPÓTESE DE INATIVAÇÃO DO CROMOSSOMO X	40
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-3
CAPÍTULO IV - MOVIMENTAÇÃO DOS CROMOSSOMOS NA REPRODUÇÃO SEXUAL DAS PLANTAS – MICROSPOROGENESE E ESPERMATOGÊNESE – MEGASPOROGENESE E SINGAMIA: REVISÃO LITERÁRIA	53
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-4
CAPÍTULO V - MACHO-ESTERELIDADE: UMA REVISÃO	65
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-5
CAPÍTULO VI - DETECÇÃO DA CITOTOXICIDADE E GENOTOXICIDADE DO EXTRATO DE <i>MYRCIA MULTIFLORA</i> EM BIOINDICADOR <i>ALLIUM SATIVUM</i>	76
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-6
CAPÍTULO VII - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>ERYTHRINA VELUTINA</i> WILLD	83
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-7
CAPÍTULO VIII - FUNCIONALIDADE DE ILHAS FLORESTAIS NA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO	93
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-8
CAPÍTULO IX - 1º LEI DE MENDEL: O LÚDICO COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA NO ENSINO DE GENÉTICA	109
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-9
CAPÍTULO X - “COMPLETE O CROMOSSOMO”: ATIVIDADE PSICOMOTORA PARA APRENDIZADO DA ESTRUTURA CROMOSSÔMICA	117
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-10
CAPÍTULO XI - JOGO DA MEMÓRIA CROMOSSÔMICA: METODOLOGIA LÚDICA NO APRENDIZADO DE MAPEAMENTO CROMOSSÔMICO	128
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-11

CAPÍTULO XII - A IMPORTÂNCIA DA BOTÂNICA NO DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM.....	143
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-12
CAPÍTULO XIII - A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA APRENDIZAGEM DE MORFOLOGIA FLORAL EM TURMAS DO ENSINO FUNDAMENTAL	157
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-13
CAPÍTULO XIV - CAMINHO SENSORIAL: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA EM BOTÂNICA	171
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-14
CAPÍTULO XV - O ENSINO DE ZOOLOGIA NOS ANOS 90, 2000 E 2010: UMA ANÁLISE DA ABORDAGEM UTILITARISTA NOS LIVROS DIDÁTICOS DESTES PERÍODOS.....	185
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-15
CAPÍTULO XVI - ENSINO DA ZOOLOGIA: INVESTIGAÇÃO E DIALOGICIDADE	196
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-16
CAPÍTULO XVII - ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS, FILOGENÉTICOS E ECOLÓGICOS DO TÁXON PLATYHELMINTHES: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O USO DE MAPAS CONCEITUAIS SEMIESTRUTURADOS.....	206
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-17
CAPÍTULO XVIII - A UTILIZAÇÃO DE TERRÁRIO FECHADO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	215
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-18
CAPÍTULO XIX - CONCEPÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROPOSTAS DIDÁTICAS DE SUBPROJETOS/PIBID DA ÁREA DE BIOLOGIA	224
	DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-19



CAPÍTULO I

LINHA DO TEMPO DA GENÉTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE 2005 A 2021

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-1

Ana Paula Roveda ¹
Giseudo Aparecido de Paiva ¹
Josemara Couto de Castro ¹
Renan Colavite dos Santos ¹
Ana Paula Rodrigues da Silva ¹
Isane Vera Karsburg ²

¹ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

² Professora Doutora do programa de mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

RESUMO

Os primeiros estudos relatados sobre a genética tiveram início pelo monge Gregor Mendel, que foi um importante biólogo e botânico considerado o pai dos conhecimentos sobre a hereditariedade. Desde então diversos estudos genéticos vêm sendo desenvolvidos em diferentes ramos e áreas do conhecimento, e com o passar dos anos, a genética tem cada vez mais evidenciado a sua grande importância para a vida nesse planeta. Diante disso, objetivou-se com esse estudo fazer um levantamento bibliográfico afim de criar uma linha do tempo da história da genética, evidenciando acontecimentos históricos de 2005 até 2021, mostrando a importância da genética para a sociedade. O estudo incumbiu de realizar uma revisão narrativa da literatura, sendo selecionados materiais bibliográficos que apresentaram grande relevância sobre a genética ou quaisquer eventos, descobertas, notícias ou relatos que evidenciam a importância da mesma para a sociedade. O estudo de revisão bibliográfica elencou acontecimentos e descobertas marcantes dentro da grande área da genética, contribuindo no processo de criar uma linha do tempo da história da genética nas últimas décadas, por meio dessa compilação desde de 2005 até os dias atuais. A revisão bibliográfica também mostrou através de fatos, a grande importância da genética para a sociedade.

Palavras-chave: Revisão literária. Descobertas científicas. Estudos genéticos.

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos relatados sobre a genética tiveram início pelo monge Gregor Mendel, que foi um importante biólogo e botânico considerado o pai dos conhecimentos sobre a hereditariedade (BARBOSA & ROMANO, 2018). Desde então



diversos estudos genéticos vêm sendo desenvolvidos em diferentes ramos e áreas do conhecimento, e com o passar dos anos, a genética tem cada vez mais evidenciado a sua grande importância para a vida nesse planeta. Os avanços dos geneticistas na ciência tem sido uma excelente maneira de tentar solucionar diversos problemas mundiais, como a fome por exemplo.

Nos últimos anos a genética se tornou uma grande aliada da justiça, ajudando a elucidar muitos crimes de assassinatos e violência sexual. Chamada de genética forense, esse ramo da biologia faz a utilização de técnicas de biologia molecular para realizar a determinação do perfil genético de amostras (SILVA et al. 2015). Desde os primeiros casos, essas técnicas de uso do DNA não pararam de avançar e se modernizar cada vez mais, propiciando um significativo impacto no campo da ciência forense, através das técnicas de identificação e análise do DNA, foi verificado que esta era uma poderosa ferramenta para a identificação humana e para a investigação e elucidação de crimes (KOCH & ANDRADE, 2008).

Neste contexto, reforçando a grande importância da genética forense, Rocha et al. (2013) afirmaram que dentre sua aplicabilidade nas resoluções criminais, os avanços nas tecnologias e nas diferentes formas de utilização da molécula de DNA surtiram um grande impacto na resolução de crimes sexuais, proporcionando à justiça uma poderosa ferramenta nas investigações. Mas a genética não se restringe somente a isso, ela abre um grande leque com uma gama de utilizações e contribuições para a sociedade.

As tecnologias de sequenciamento de DNA têm evoluído rapidamente e hoje é possível a análise genômica de qualquer organismo vivo, principalmente após o surgimento das plataformas denominadas de sequenciamento de nova geração, a partir dos anos 2000, tendo como grande vantagem eminente a produção de uma enorme quantidade de dados a um custo reduzido por data point (METZKER, 2010; ELSHIRE et al. 2011). Para Davey et al. (2011), essas tecnologias têm sido utilizadas com frequência para descoberta e avaliação de marcadores genéticos em diferentes populações, voltados a estudos de expressão gênica, de genômica comparativa, na análise genética de doenças, na realização de testes pré-natais não invasivos, entre outras aplicações fundamentais aos seres humanos.

Os avanços nos estudos genéticos proporcionam também um avanço na medicina, onde a possibilidade de isolamento e clonagem de genes para a substituição



de genes defeituosos é hoje uma forma de terapia, em que tais novas técnicas vão modificar notavelmente o tratamento médico no futuro, onde a tecnologia do DNA recombinante vem revolucionando a genética clínica e a indústria farmacêutica, sendo realizada diariamente a construção de uma nova imagem do paciente e também da medicina (CLOTET, 2009).

A genética permite descobertas incríveis, como a relatada por Clotet (2009), onde ao aparecer um doente assintomático, ou seja, aquele que está com saúde no momento, mas que pode estar com uma doença no genoma que poderá acomete-lo futuramente. Essa identificação de um fator genético deficiente permitirá prevenir diversas doenças, atrasar seus aparecimentos ou limitar e diminuir consideravelmente seus efeitos. Trata-se da medicina preventiva aplicada à genética, em alto grau de desenvolvimento, trazendo à tona inovações, que embora apresentem situações antes desconhecidas para a ética, não mudam os conceitos fundamentais, nem os princípios da mesma (CLOTET, 2009).

As pesquisas e os estudos em genética também são vistos como objeto de preocupações sobre as implicações éticas que estão a elas associadas em todo o mundo, gerando no Brasil, uma regulamentação específica, a Resolução CNS 340/2004 (SANTOS et al. 2020). Santos et al. (2020) ainda ressaltam que a ética no desenvolvimento da pesquisa é vista por muitos pesquisadores somente como a necessidade estrita de se respeitar os princípios éticos propostos pelo Relatório Belmont de 1978 e as regras dele derivadas.

A genética propriamente dita, consiste na ciência que estuda a hereditariedade e a variação, podendo ser dividida em genética qualitativa, que é o ramo da genética que estuda os caracteres que apresentam distribuição descontínua; a genética molecular, que consiste na parte da genética que estuda a base molecular da estrutura e funcionamento do material genético; e a genética quantitativa, sendo o ramo da genética que estuda caracteres que apresentam distribuição contínua (RAMALHO et al. 2012). Diante disso, o objetivo desse estudo foi fazer um levantamento bibliográfico afim de criar uma linha do tempo da história da genética, evidenciando acontecimentos históricos desde 2005 até os dias atuais, mostrando a importância da genética para a sociedade.



2. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, sendo selecionados materiais bibliográficos que apresentaram grande relevância sobre a genética ou qualquer evento, descoberta, notícias ou relatos que evidenciam a importância da mesma para a sociedade. As fontes de pesquisa utilizadas foram fontes primárias, cujo conteúdo é original, visto que, os conceitos e as informações foram produzidos pelo autor da fonte. Essas fontes primárias foram artigos, relatórios técnicos, dissertações, teses e projetos de estudo em curso.

Também foram utilizadas fontes de pesquisas secundárias, que consistem em análises e avaliações das fontes primárias. Tais fontes como livros, manuais, artigos de revisão, feiras e exposições. Foram incluídas as informações relevantes a respeito da genética, que contribuíssem para um levantamento histórico a fim de formar uma linha do tempo da genética.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No ano de 2005 a Lei da Biossegurança foi aprovada (Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005), que regulamenta o plantio e a comercialização de produtos geneticamente modificados e permite as pesquisas com células-tronco humanas (CASAGRANDE, 2006). Em 2007 foi criado o sistema de dados Código de Barras da Vida (BOLD) sendo uma ferramenta de informática que auxilia na aquisição, armazenamento, análise e publicação de registros de código de barras de DNA a partir da análise do gene mitocondrial COI (subunidade I do citocromo C oxidase) (RATNASINGHAM & HEBERT, 2007).

O cientista japonês Shinya Yamanaka da Universidade de Quioto (Japão), descobriu em 2007 que células somáticas poderiam ser reprogramadas utilizando genes codificadores de 4 ou menos fatores de transcrição, para formar células-tronco pluripotentes induzidas, permitiu a derivação de células-tronco pluripotentes a partir de células somáticas em pacientes com diversas doenças (TAKAHASHI & YAMANAK, 2006). Em julho de 2007, esses pesquisadores publicaram na Nature que células-tronco pluripotentes podiam ser obtidas de fibroblastos de camundongos adultos pela





introdução de quatro genes e pela subsequente seleção para expressão do gene Nanog (PENA, 2008).

Em 2008, o alemão Harald Zur Hausen e os franceses Françoise Barré-Sinoussi e Luc Montagnier receberam o Prêmio Nobel de Medicina. Hausen foi premiado por ter descoberto o papel do vírus HPV no câncer cervical e Barré-Sinoussi e Montagnier pela descoberta do HIV (CORRÊA, 2017).

No ano de 2010 cientistas conseguiram criar a primeira célula artificial controlada por um genoma sintético, criado a partir de instruções de computador. O cientista americano Craig Venter e sua equipe utilizaram o genoma de uma bactéria (*Mycoplasma mycoides*) e o implantou em uma célula natural de outra bactéria que teve seu material genético removido, essa bactéria foi “reinicializada” e passou a se replicar, dando origem a colônias de células sintéticas. Esse acontecimento abriu portas para que no futuro seja possível criar em laboratório micro-organismos capazes de sintetizar proteínas importantes para o ser humano, como vacinas ou biocombustíveis (PRONIN, 2015).

Emanuelle Charpentier em 2011, estava estudando a bactéria *Streptococcus pyogenes*, e descobriu a molécula tracrRNA, este estudo demonstrou que essa molécula faz parte do sistema imunológico da bactéria, o CRISPR/Cas, responsável por “desarmar” o vírus ao fragmentar seu DNA. O CRISPR (Conjunto de Repetições Palindrômicas Regularmente Espaçadas) se refere à sequência do DNA de bactérias associada à enzima Cas9, formando uma molécula capaz de alterar genes de qualquer célula viva, a técnica funciona como uma “tesoura” de DNA, onde é possível recortar as partes de interesse do genoma e editá-las. Desde então a ciência passa por uma revolução em relação a maneira com que lida com o DNA (ROSSINI, 2020).

Neste mesmo ano, teste com drogas anti-HIV, foi eleito pela Science a inovação do ano. Os testes clínicos demonstraram que medicamentos contra o HIV podem ser tão eficientes quanto preservativos na prevenção de transmissão do vírus causador da Aids, sendo que quem fez uso dos medicamentos antirretrovirais reduziram em 96% o risco de transmissão (PRESSE, 2011).

Ainda em 2011, o sequenciamento do genoma completo identificou mutações recorrentes na leucemia linfocítica crônica (CLL), sendo sequenciado o genoma de quatro casos de CLL e identificado 46 mutações somáticas que potencialmente afetam



a função do gene podendo contribuir para a evolução clínica da doença, constituindo a primeira análise mais profunda da CLL e que pode servir para identificação de mutações clinicamente relevantes no câncer (PUENTE et al. 2011).

No ano de 2012 a teoria do DNA “lixo” foi derrubada por um grupo de cientistas que fazem parte do projeto internacional Enciclopédia de Elementos do DNA (Encode) em que descobriram que 98% do DNA que era considerado “lixo” possui papel importante no desenvolvimento do corpo humano, antes acreditava-se que apenas 2% do DNA era funcional, uma vez que era essa pequena parcela responsável por codificar as proteínas (PRONIN, 2015).

Com avanços nos estudos genéticos no ano de 2012, óvulos foram criados a partir de células adultas por pesquisadores da Universidade de Kyoto, onde conseguiram transformar células-tronco embrionárias e células pluripotentes induzidas, formada a partir de células adultas, em óvulos viáveis. A fertilização foi testada em camundongos e as fêmeas geraram proles férteis (PRONIN, 2015).

Cientistas indicaram em 2012, por meio de estudos que a CRISPR-Cas9 pode ser utilizada como ferramenta para edição genética (GRESHKO, 2019). Neste estudo Jinek et al. (2012), identificaram um mecanismo de interferência de DNA que envolvia uma estrutura de RNA duplo da qual direciona uma endonuclease Cas9 para introduzir quebras de fita dupla específicas no DNA alvo, como resultado a Cas9 programada por RNA pode oferecer um bom potencial para aplicações de segmentação de genes e edição de genoma. Desde então laboratórios do mundo inteiro buscam modificar o CRISPR-Cas9 afim de torná-lo cada vez mais precioso e aplicá-lo na medicina e agricultura.

Em 2013 pouco tempo depois de vir à tona que a CRISPR-Cas9 era uma ferramenta poderosa para edição genética, Cong et al. (2013) demonstraram que essa técnica funcionava com o DNA humano. Eles projetaram dois sistemas diferentes de CRISPR-Cas tipo II e demonstraram que as nucleases Cas9 poderiam ser direcionadas por RNAs curtos para induzir a clivagem precisa em loci genômicos endógenos em células humanas e de camundongos, várias sequências de guia podem ser codificadas em uma única matriz CRISPR, o que permite a edição simultânea de vários locais dentro do genoma de um mamífero.





Daraya (2013), descreveu os dez maiores avanços da ciência para o ano de 2013 segundo a conceituada revista científica Science, entre eles são destaques na área da genética uma pesquisa sobre Anticâncer da qual demonstrou a importância da imunoterapia para combater o câncer, onde testes clínicos foram promissores contra cânceres mais agressivos. A cirurgia genética que é uma técnica de modificação de genes (CRISPR) e o fato dessa técnica poder editar genes para remoção de mutações genéticas, despertou o interesse de diversas empresas do ramo. Neste ano também ocorreu a produção de uma vacina contra o Vírus Sincicial Respiratório (VSR), por meio da biologia estrutural que é uma técnica que usa a estrutura de um anticorpo para conceber um imunógeno (agente ativo da vacina).

Cientistas desenvolveram uma técnica de imagem que recebeu o nome de Clarity, o mapa do cérebro, que proporciona a transparência dos tecidos cerebrais e neurônios, facilitando a visibilidade e possibilitando uma exploração mais detalhada dos mistérios da conectividade cerebral. Pesquisadores europeus criaram pequenos cérebros humanos a partir de células-tronco pluripotentes, descoberta essa que poderá aprofundar estudos relacionados a patologias e desenvolvimento cerebral. Finalizando o ano de 2013, cientistas clonaram células-troncos, reprogramando células humanas adultas e tornando-as células-troncos embrionárias. Tal descoberta se tornou uma esperança para o tratamento de diversas doenças.

Em 2014 foi desenvolvido o primeiro cromossomo totalmente sintético, os pesquisadores geraram a primeira cópia artificial de um cromossomo de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), fungo utilizado na fabricação de etanol, pão e cerveja. Essa pesquisa durou sete anos e fez parte de um projeto com sede nos Estados Unidos, onde a maioria dos colaboradores eram acadêmicos. Os pesquisadores cortaram, dividiram e manipularam o DNA da levedura até chegarem no resultado desejado (GARCIA, 2014; CALLAWAY, 2014).

Cientistas adaptaram, em 2015, o sistema CRISPR-Cas9 em células humanas para defesa intracelular contra DNA estranho e vírus, utilizando a infecção por HIV-1 como modelo. Os resultados demonstram que o sistema CRISPR-Cas9 interrompe o genoma viral integrado de forma latente e fornece defesa adaptativa a longo prazo contra uma nova infecção viral, expressão e replicação em células humanas.



Em 2016 Suzuki, et al. (2016) conseguiram por meio da técnica CRISPR-Cas9 editar os genes e restaurar parcialmente a visão em animais cegos, para tal foi necessário programar o DNA de ratos adultos para terem uma forma da cegueira (retinite pigmentosa) que é caracterizada pela existência de genes defeituosos que causam a cegueira. Esses genes foram editados após o nascimento dos ratos, concertando dessa maneira os genes defeituosos causadores da cegueira.

Pawluk, et al. (2016) descobriram uma forma de programar células para inibir a atividade de CRISPR-Cas9 por meio de proteínas denominadas anti-CRISPR, esses inibidores são provenientes da corrida entre vírus e bactérias. As bactérias usam a CRISPR-Cas para cortar o material genético de vírus invasores, os vírus em resposta desenvolveram proteínas capazes de se ligarem aos sistemas CRISPR-Cas da bactéria hospedeira e anular seus efeitos. Essas proteínas anti-CRISPR podem ser usadas na prevenção de potenciais efeitos fora do alvo, sendo uma forma de impedir que a tecnologia CRISPR-Cas9 faça mudanças indesejadas.

No cenário de 2017 observavam-se altos investimentos e pesquisas relacionadas às novas abordagens de melhoramento, ou “New Breeding Technologies” (NBTs), termo empregado para definir técnicas de manipulação genética em ascensão que têm exigido atenção especial sob o aspecto regulatório e tecnológico (DIAS et al. 2017). Houve um bom investimento principalmente em novas técnicas de engenharia de plantas, com o intuito de acelerar o desenvolvimento de novas características no melhoramento de plantas, devido aos desafios crescentes relacionados à segurança alimentar e o crescimento da população mundial.

Na área da genética humana, no ano de 2017, uma equipe de pesquisadores americanos conseguiu pela primeira vez, modificar o DNA de um grande número de embriões humanos, com objetivo de desenvolver métodos que possam auxiliar na erradicação de doenças hereditárias por meio da edição de genes responsáveis pelas enfermidades. O estudo conduzido por Shoukhrat Mitalipov, que alterou o DNA de embriões unicelulares, ainda nas primeiras fases de desenvolvimento “invisíveis a olho nu” por meio da técnica CRISPR, de acordo com informações do site “MIT Technology Review”.

Em 2018 nasceu na China os primeiros bebês “editados” no laboratório, o pesquisador Jiankui He chocou a comunidade médica mundial ao anunciar o nascimento



dos primeiros seres humanos nascidos com alterações hereditárias no genoma, realizado com a técnica CRISPR-Cas9. As alterações foram realizadas com intuito de reduzir o risco de os bebês contraírem HIV, no entanto a notícia causou polêmica ética e médica (GRESHKO, 2019).

No mesmo ano os principais geneticistas do mundo se reuniram na Califórnia, para conhecer a nova tecnologia da Microsoft Genomics, para análise de genoma, a quarta interação do Genoma Analysis Toolkit (GATK4). A modernização do kit de ferramentas de código aberto foi ampliada para aperfeiçoar o desempenho dos pesquisadores à medida que eles fortalecem os pipelines de dados e potencializam análises genômicas bem-sucedidas, de modo que possam reduzir o risco de ruído dentro do conjunto de dados e extraíam mais insights do genoma (MILLER, 2018).

No Brasil, desde 2018, as técnicas de edição genética, que incluem CRISPR, são chamadas de TIMP (Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão). Essa denominação foi atribuída pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) e incluída na Resolução Normativa nº16 (RN16). O país teve o primeiro produto agrícola resultado da tecnologia CRISPR, milho editado contendo maior concentração de amilopectina. O grão tem basicamente dois tipos de amido, a amilose (cerca de 25%) e amilopectina (cerca de 75%) (NEPOMUCENO, 2018).

O milho constituído basicamente por amilopectina, protagonizou um avanço na indústria alimentícia, uma vez que, ao alterar a produção de amido para quase 100% de amilopectina, os cientistas conseguiram desenvolver um milho com características que melhoram a textura dos alimentos, além de ser usado também para fazer papel e cola (MOLINARI, 2018).

Após décadas de pesquisa e ensaios clínicos sobre uma correção genética para desordens genéticas, o ano de 2019 teve um marco histórico: a aprovação para comercializar as primeiras terapias genéticas para uma doença neuromuscular no EUA e para uma doença no sangue na União Europeia. Os cientistas que praticam a técnica inserem um gene normal nas células que contêm um gene defeituoso.

Através da edição genética e do DNA recombinante, foi possível sintetizar e transferir genes terapêuticos por meio de vetores, nos quais são responsáveis por reconhecer o alvo-específico, levando o gene terapêutico em seu interior. Estes vetores são transferidos através de métodos *in vivo* e *ex vivo* e combinados com sistemas de





terapia como a CRISPR/Cas9, TALEN e ZNF, que podem ser editadas e utilizadas para ir especificamente ao local em que precisa ser corrigido, substituindo totalmente o gene que sofreu mutação ou no caso dos genes virais, retirando-os do DNA da célula (LUSTOSA, 2019).

Em 2020/2021 tiveram destaques as técnicas de edição dos genes e das moléculas de RNA, que foram fundamentais para a criação das mais avançadas vacinas contra a Covid-19. A pandemia acelerou o avanço da ciência e sem dúvida na história da medicina, nunca se desenvolveu vacinas para uma doença em prazo tão curto. E as técnicas de edição do material genético demonstraram-se valiosas nessa luta contra o tempo (MARTHE, 2021).

De maneira engenhosa, vacinas como a da Pfizer e da Moderna valem-se de pedaços de moléculas de RNA para penetrar nas células humanas e ensiná-las a se defender. Pela primeira vez no planeta, uma espécie tem em mãos o poder de manipular seus genes e influir sobre sua própria evolução.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de revisão bibliográfica elencou acontecimentos e descobertas marcantes dentro da grande área da genética, contribuindo no processo de criar uma linha do tempo da história da genética nas últimas décadas, por meio dessa compilação desde de 2005 até os dias atuais. A revisão bibliográfica também mostrou a grande importância da genética para a sociedade, elencando vários eventos marcantes, responsáveis por tomadas de decisões dentro da ciência, agregando conhecimento e clareza em processos científicos. Além das mais diversas contribuições para a medicina.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. P. & ROMANO, L. H. História e importância da genética na área forense. **Revista Saúde em Foco** – edição nº 10, 2018.

CALLAWAY, E. First synthetic yeast chromosome revealed. **Nature News**, 2014. Disponível em: <<https://www.nature.com/news/first-synthetic-yeast-chromosomerevealed-1.14941>> Acesso em: 18 mar. 2021. doi: 10.1038 / nature.2014.14941.





CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2006.

CLOTET, J. Bioética Aplicada e Genética. **Revista Bioética**, 2009.

CONG, L.; RAN, F. A.; COX, D.; LIN, S.; BARRETTO, R.; HABIB, N.; HSU, P. D.; WU, X.; JIANG, W.; MARRAFFINI, L. A.; ZHANG, F. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems. **Science**, vol. 339, Issue 6121, pp. 819-823, 2013. DOI: 10.1126 / science.1231143.

CORRÊA, L. M. C. **AIDS nos livros didáticos de Biologia: PNLEM 2007, PNLD 2012 e 2015**. Tese aprovada para a obtenção do título de Doutor no programa de PósGraduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia (MG), 2017.

DARAYA, V. Os dez maiores avanços da ciência em 2013, segundo a Science. **Revista Exame**. 2013. Disponível em: < <https://exame.com/ciencia/os-10-maioresavancos-da-ciencia-em-2013-segundo-a-science/>> Acesso em 18 mar. 2021.

DAVEY, J.; HOHENLOHE, P. A.; ETTER, P. D.; BOONE, J. Q.; CATCHEN, J. M.; BLAXTER, M. L. Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using nextgeneration sequencing. **Nature Reviews Genetics**, v. 12, n. 7, p. 499–510, 2011.

DIAS, G.; SILVA, M.; CARNEIRO, P. A. **Engenharia genética de precisão: Status atual e perspectivas regulatórias para as novas ferramentas de melhoramento genético**. 2017. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wpcontent/uploads/2012/12/Artigo_NBTs_VF.pdf> Acesso em: 16 mar. 2021.

ELSHIRE, R. J.; GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J. A.; KAWAMOT, K.; BUCKLER, E. S.; MITCHELL, S. E. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. **Plos One**, v. 6, n. 5, p. 1–10, 2011.

GARCIA, G. 10 notícias que marcaram a ciência em 2014. **Exame**. Disponível em: < <https://exame.com/ciencia/10-noticias-que-marcaram-a-ciencia-em-2014/>> Acesso em 18 mar. 2021.

GRESHKO, M. As 20 principais descobertas científicas da década de 2010. **National Geographic**, 2019. Disponível em: < <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meioambiente/2019/12/conheca-20-principais-descobertas-cientificas-da-decada>> Acesso em: 18 mar. 2021.

GRESHKO, M. Primeiros bebês com genes editados correm risco de morte prematura. **National Geographic**, 2019. Disponível em: < <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/gene-editado-dna-crispr-chinaetica-medicina>> Acesso em: 19 mar. 2021.



- KOCH, A.; ANDRADE, F. M. **A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão**; RBAC, v. 40 (1), p. 17-23, 2008.
- LIAO, H. K.; GU, Y.; DIAZ, A. et al. Use of the CRISPR/Cas9 system as na intracelular defense against HIV-1 infection in human cells. **Nature Communications** 6, n. 6413 (2015). <https://doi.org/10.1038/ncomms7413>
- LUSTOSA, A. L. P. **Potencial do uso da terapia genética no tratamento de doenças**. 2019. Disponível em:<<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/13650>> Acesso em: 20 mar 2021.
- MARTHE, M.; WALTER, I. **A Pandemia Acelerou o Avanço da Revolução da Genética**. Disponível em:<<https://veja.abril.com.br/paginas-amarelas/walter-isaacsona-pandemia-acelerou-o-avanco-da-revolucao-da-genetica/>> Acesso em: 19 mar 2021.
- MARTIN JINEK, M.; CHYLINSKI, K.; FONFARA, I.; HAUER, M.; DOUDNA, J. A.; CHARPENTIER, E. A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. **Science**, vol. 337, Issue 6096. pp. 816-821, 2012. DOI: 10.1126/science.1225829.
- METZKER, M. L. Sequencing technologies - the next generation. **Nature Reviews Genetics, London**, v. 11, n. 1, p. 31-46, 2010.
- MILLER, G. **Microsoft News Center Brasil**. Disponível em: <<https://news.microsoft.com/pt-br/microsoft-revela-inovacao-em-genomica-e-novosparceiros-na-ashg-2018/>> Acesso em: 20 mar 2021.
- MIT Technology Review. Disponível em:<<https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2017-07-27/dna-embriaomodificado.html>> Acesso em: 20 mar 2021.
- MOLINARI, H. **CRISPR Cas9 marca evolução do melhoramento genético**. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/crispr-cas9-melhoramentogenetico/>> Acesso em: 20 mar 2021.
- NEPOMUCENO, A. L. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão**. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107315/1/p8a11-AnuarioAbrasem2018Final.pdf>> Acesso em: 20 mar 2021.
- PAWLUK, A.; AMRANI, N.; ZHANG, Y.; GARCIA, B.; HIDALGO-REYES, Y.; LEE, J.; EDRAKI, A.; SHAH, M.; SONTHEIMER, E. J.; MAXWELL, K. L. and DAVIDSON, A. R. Naturally Occurring Off-Switches for CRISPR-Cas9. **Cell**, vol. 167, ed 7, p. 1829-1838.E9, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2016.11.017>





- PENA, S. D. Ciência hoje, os melhores momentos genéticos de 2007. Minas Gerais, 11 de jan. 2008. Disponível em: < **Ciência Hoje** | Os melhores momentos genéticos de 2007 (cienciahoje.org.br)>. Acesso em: 15 de mar. 2021.
- PRESSE, F. 'Science' elege teste com drogas anti-HIV como a inovação de 2011. **G1, Ciência e Saúde**, 2011. Disponível em:< <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/12/science-elege-teste-com-drogas-anti-hiv-como-inovacao-de2011.html>> Acesso em: 19 mar. 2021.
- PRONIN, T. Veja 15 grandes descobertas científicas da última década. **UOL**, São Paulo, 2015. Disponível em:< <https://www.uol.com.br/tilt/ultimas-noticias/redacao/2015/05/21/veja-as-15-maiores-descobertas-cientificas-da-ultimadecada.htm>> Acesso em 19 mar. 2021.
- PUENTE, X.; PINYOL; M., QUESADA, V. et al. Whole-genome sequencing identifies recurrent mutations in chronic lymphocytic leukaemia. **Nature** 475, 101-105 (2011). <https://doi.org/10.1038/nature10113>
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na Agropecuária**. 5. ed., rev. – Lavras: Ed. UFLA, 566p. 2012.
- RATNASINGHAM, S.; HEBERT P. D. N. BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). **Mol. Ecol. Notes**. v. 7, n.3, p. 355–364, May 2007.
- ROCHA, T. C. L.; TORRES, J. C. N.; SOBREIRA, A. C. M.; BRASIL, S. M. V.; CAVALCANTE, I. A.; ALENCAR, V. H. M. A importância da coleta de material peniano do suspeito em casos de crimes sexuais: Um relato de caso. **Saúde, Ética & Justiça**. 18(Ed. Especial):45-9. 2013.
- ROSSINI, M. C. Como funciona o CRISPR, método de edição genética que venceu o Nobel de Química. **SuperInteressante**, 2020. Disponível em:< <https://super.abril.com.br/ciencia/como-funciona-o-crispr-metodo-de-edicao-genetica-que-venceu-o-nobel-de-quimica/>> Acesso 20 mar. 2021.
- SANTOS, R. V.; CAMACHO, L. A. B.; REGO, S. T. A.; TERENA, L. E.; PONTES, A. L.; BELTRÃO, J. F. COIMBRA Jr. C. E. A. Ancestralidade genética indígena como fator de risco para tuberculose? Perspectivas críticas e implicações em políticas públicas na saúde indígena. **Cad. Saúde Pública**; 36(11):e00245420, 2020.
- SILVA, A. C. O.; MOURA E. D.; VASCONCELOS, M. **A Importância da Genética Forense na Investigação e Resolução de Crimes Sexuais**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Diagnóstico Molecular da Faculdade Pernambucana de Saúde. 2015.



SUZUKI, K.; TSUNEKAWA, Y.; HERNANDEZ-BENITEZ, R. et al. In vivo genome editing via CRISPR/Cas9 mediated homology-independent targeted integration. **Nature**, 540, 144-149 (2016). <https://doi.org/10.1038/nature20565>

TAKAHASHI, K; YAMANAKA, S. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. **cell**, v. 126, n. 4, p. 663676, 2006.



VARIAÇÃO NA FUNÇÃO DOS CROMOSSOMOS

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-2

Viviane Martins ¹
Ana Paula Rodrigues da Silva ²
Isane Vera Karsburg ³
Jean Carlos Silva ⁴
Marcos Corbellini ⁵
Melca Juliana Peixoto Rondon ⁶

^{1,2,4,5,6} Mestrando (a) em Genética e Melhoramento de Planas. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT

³ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

Dentro das células estão as estruturas que “guardam” os genes, são chamadas de cromossomos, dotados de duas funções fundamentais: a fiel transmissão e a expressão apropriada da informação genética. Geralmente os cromossomos possuem sequencias iguais de DNA, no entanto podem haver pequenas variações. Considerando que passam por grandes mudanças durante o ciclo celular, a citogenética é o campo da genética que tem como objetivo analisar os cromossomos e, assim, identificar possíveis alterações cromossômicas em um indivíduo, seja ele animal ou vegetal. Apesar da importância de se conhecer essas alterações, poucos são os trabalhos que elucidam esse assunto.

Palavras-chave: Polissomatia. Mosaicismo genético. Plantas quiméricas. Redução somática.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de revisão consistem basicamente em esclarecer, resumir e organizar, as principais obras existentes, e/ou fornecer citações completas de literaturas relevantes em uma determinada área (VOSGERAU e ROMANOWSKI, 2014).

A revisão de literatura ou revisão bibliográfica segue segundo ALVES-MAZZOTTI (2002) dois propósitos: o de construção de uma contextualização para um problema e de análise de possibilidades presentes na literatura consultada.



Neste capítulo, discorreremos sobre a natureza e as consequências de variações cromossômicas em um contexto evolutivo, baseando-se em revisões de literaturas existentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O genoma da planta, composto pelo DNA e proteínas associadas, é organizado em cromossomos discretos. Cada cromossomo não replicado e cromátides consistem em uma única molécula de DNA que é linear e contínua de uma extremidade à outra. Na metáfase da mitose, o DNA é condensado em cromossomos mitóticos - corpos curtos, semelhantes a bastonetes - enquanto na interfase, os cromossomos são descondensados dentro da interfase núcleo (BRICKELL, 2011).

O estudo do cromossomo e sua organização envolve a citogenética, e o campo da citogenética molecular foi desenvolvido para compreender a sequência de DNA e a estrutura molecular do cromossomo e da cromatina. Tanto o tamanho do genoma da planta quanto o número de cromossomos variam amplamente entre as espécies (HARTMAN, 2013).

Ainda sob a perspectiva de Hartman (2013) a organização cromossômica está relacionada à função do genoma dentro do núcleo da célula com a organização física relacionada à regulação e expressão gênica, célula/divisão, recombinação e replicação. Existem genes envolvidos em aspectos da organização dos cromossomos.

Macdonald (2014) define 'organização cromossômica' como 'um processo que é realizado no nível celular que resulta na montagem, arranjo de partes constituintes, ou desmontagem de cromossomos, estruturas compostas de uma molécula muito longa de DNA e proteínas associadas que carregam características hereditárias em formação'. Muitos dos genes estão relacionados à cromatina ou meiose e recombinação, em vez dos aspectos estruturais e evolutivos da organização cromossômica.

2.1. Cromossomo Quimera

Um quimerismo genético ou quimera é um único organismo composto de células com mais de um genótipo distinto. Em animais, isso significa um indivíduo derivado de dois ou mais zigotos, o que pode incluir possuir células sanguíneas de diferentes tipos de sangue, variações sutis na forma (fenótipo) e, se os zigotos fossem de sexos





diferentes, até mesmo a posse de fêmeas e órgãos sexuais masculinos (este é apenas um dos muitos fenômenos diferentes que podem resultar em intersexualidade) (ROCHA E MENEZES, 2006).

As quimeras de plantas, no entanto, os tipos distintos de tecido podem se originar do mesmo zigoto, e a diferença geralmente se deve à mutação durante a divisão celular comum. Normalmente, o quimerismo genético não é visível na inspeção casual; no entanto, foi detectado durante a prova de parentesco (HARTMAN, 2013).

Uma planta é considerada uma quimera quando células de mais de um genótipo (composição genética) são encontradas crescendo adjacentes nos tecidos dessa planta. Plantas variegadas são talvez os tipos mais comuns de quimeras e, certamente, o exemplo mais conveniente para usar na apresentação do conceito básico. Todas as células em uma folha variegada se originaram no meristema apical do caule, mas algumas células são caracterizadas pela incapacidade de sintetizar clorofila. Eles parecem brancos em vez de verdes, embora sejam componentes do mesmo sistema de tecido. Muitas seleções importantes de folhagem, floricultura e plantas paisagísticas são quimeras (MACDONALD, 2014).

O meristema apical de um caule é o local onde se forma a maioria das células que produzem o corpo da planta. A divisão celular ocorre em uma taxa muito rápida em um broto em crescimento ativo e essas células, por sua vez, se alongam ou expandem, resultando no crescimento do comprimento do broto. As plantas lenhosas e certas plantas herbáceas contêm meristemas secundários que resultam em aumento do crescimento ou calibre (BRICKELL, 2011).

Primórdios foliares surgem nas laterais da cúpula apical, e botões laterais se desenvolvem nas axilas dessas folhas jovens. O ápice é organizado em uma região estratificada (a túnica) e uma região onde a estratificação não é evidente (o corpus). O padrão controlado de divisões celulares na túnica resulta na manutenção de camadas discretas, com o número de camadas variando um pouco entre as diferentes espécies. É significativo notar que as camadas mantêm sua organização na região onde as folhas e botões laterais são desenvolvidos (HARTMAN, 2013).

Os derivados (ou progênie) da camada mais externa dão origem à epiderme. A camada epidérmica é contínua como uma cobertura externa sobre todos os tecidos da folha, caule, pétalas de flores, etc. Os derivados da camada II dão origem a várias





camadas dentro do caule e uma grande proporção das células na folha lâmina. Os derivados da camada III dão origem à maior parte do tecido interno do caule e a várias células ao redor das veias dentro da folha. (MENEZES, MULLER E SAJO, 1979).

Segundo Hartman (2013) o surgimento repetido de tecidos incomuns crescendo a partir de junções de enxerto de várias combinações de espécies despertou o interesse da comunidade científica e gerou extensa especulação sobre a natureza da herança genética e da hibridização de plantas. Em seu livro sobre "A variação de plantas e animais sob domesticação", Darwin propôs a teoria dos "híbridos de enxerto", em que os doadores de enxerto e "enxertado" podem se fundir no local da junção do enxerto para gerar um novo híbrido sexualmente (MACDONALD, 2014).

As quimeras têm deixado muitas dúvidas sobre si e conseqüentemente deixado à comunidade científica perplexa por séculos. Originalmente sendo reconhecida como ramos fenotipicamente distintos que surgem durante a propagação vegetativa. As descrições de quimeras apareceram pela primeira vez na literatura hortícola em 1674, quando o naturalista florentino Pietro Nati descobriu a "*Bizzarria*" crescendo a partir da junção do enxerto de *Citrus aurantium*, um híbrido de enxerto que havia despertado a admiração de estudiosos e do povo (MENEZES, MULLER E SAJO, 1979).

As quimeras surgem quando uma célula sofre mutação. Esta mutação pode ser espontânea ou induzida por irradiação ou tratamento com mutagênicos químicos. Se a célula que sofre mutação está localizada perto da crista da cúpula apical, todas as outras células que são produzidas pela divisão dela também serão do tipo mutado. O resultado serão células de diferentes genótipos crescendo adjacentes em um tecido vegetal, a definição de uma quimera (HARTMAN, 2013).

Se a localização da célula no momento da mutação estiver em uma região onde ocorrerá pouca divisão celular adicional, então a probabilidade de detectar essa mutação por inspeção visual de toda a planta é baixa. Além disso, se a mutação resultar em um genótipo que não seja muito diferente morfológicamente do resto da planta, a probabilidade de identificar a planta como uma quimera também é baixa. Uma mutação que resulta em células incolores em vez de células verdes (variação) é facilmente detectável, enquanto uma mutação que resulta em maior acúmulo de açúcar nas células não seria observada (MACDONALD, 2014).





Para Brickell (2011) as plantas quiméricas podem ser categorizadas com base na localização e proporção relativa de células mutadas para não mutadas no meristema apical. As quimeras periclinais são a categoria mais importante, pois são relativamente estáveis e podem ser propagadas vegetativamente. Uma mutação produz uma quimera periclinal se a célula afetada for posicionada perto da cúpula apical de forma que as células produzidas por divisões subsequentes formem uma camada inteira do tipo mutada. O meristema resultante contém uma camada que é geneticamente diferente do restante do meristema. Se, por exemplo, a mutação ocorre superficialmente, então a camada epidérmica do broto que é produzida após a mutação é o novo tipo genético.

Um exemplo clássico de quimera periclinal é a amora-preta sem espinhos. A camada epidérmica desse tipo não produz "espinhos" (as células epidérmicas modificadas são corretamente chamadas de "espinhos"). A epiderme sem espinhos cobre um tronco cujas células contêm as informações para o genótipo espinhoso. Isso pode ser demonstrado tirando estacas de raízes. Os brotos adventícios que se diferenciam nas estacas de raiz não são quiméricos e, portanto, reverterem para o genótipo espinhoso (GEORGE, HALL E DE KLERK, 2008).

As quimeras mericlinais são produzidas quando os derivados da célula mutada não cobrem inteiramente a cúpula apical. Uma camada de células mutadas pode ser mantida em apenas uma porção do meristema dando origem a brotos quiméricos ou folhas que se desenvolvem nessa porção, enquanto aqueles que se diferenciam em todas as outras porções do meristema são brotos normais não-quirais (MACDONALD, 2014).

Muitas quimeras mericlinais envolvem um número tão limitado de células que apenas uma pequena porção de uma folha pode ser afetada. Como no caso das quimeras periclinais, as quimeras mericlinais geralmente se restringem a uma camada celular (GEORGE, HALL E DE KLERK, 2008).

Quimeras setoriais resultam de reduções que afetam seções do meristema apical, o genótipo alterado se estendendo por todas as camadas celulares. Este tipo quimérico é instável e pode dar origem a rebentos e folhas que não são quimeras. Tanto os tipos normais quanto os mutantes podem ser produzidos, dependendo do ponto no ápice a partir do qual os brotos se diferenciam (HARTMAN, 2013).





Evidências substanciais demonstram que a recombinação meiótica é um processo importante para embaralhar sequências de DNA e remodelar o genoma. A frequência de recombinação não é uniforme em todo o genoma. Conseqüentemente, a localização e a estrutura dos genes ou sequências não gênicas determinam seu destino na evolução. As sequências de DNA, incluindo sequências gênicas e não gênicas, residindo em um "ponto quente" de recombinação podem ser menos conservadas do que aquelas em um "ponto frio" de recombinação (MACDONALD, 2014).

Por exemplo, a recombinação meiótica é restrita dentro e perto dos centrômeros e telômeros, o que pode explicar porque as sequências centroméricas e teloméricas são mais conservadas do que as sequências de DNA em outras regiões genômicas. Uma variação bastante interessante da técnica de cultura de tecidos vegetais é a regeneração de plantas a partir de protoplastos. O protoplasto nada mais é do que a célula vegetal individualizada, desprovida das paredes celulares (BRICKELL, 2011).

A priori, protoplastos podem ser isolados de qualquer tecido vegetal, mas geralmente tecidos como os do mesófilo foliar ou de calos friáveis são mais indicados. Em tecidos tenros e não lignificados, há uma maior facilidade de isolamento, obtendo-se um maior rendimento no número de protoplastos viáveis. A eliminação das paredes celulares dá-se pela ação de enzimas pectocelulolíticas, que digerem os componentes das paredes celulares, liberando a célula vegetal que fica envolta apenas pela membrana celular (GEORGE, HALL E DE KLERK, 2008).

As células vegetais, nessa condição, podem ser manipuladas de várias formas, Propagação de Plantas – Princípios e Práticas com aplicações em diversas áreas da pesquisa em vegetais, mas é principalmente no melhoramento de plantas que vislumbram as maiores potencialidades da utilização de protoplastos (HARTMAN, 2013).

A variação somaclonal, descrita anteriormente, também é observada nas culturas de protoplastos, pois o próprio fato de manter em cultura um tecido desorganizado durante um longo período favorece o surgimento de variações genéticas. Nesse caso, a seleção de determinada característica torna-se mais simples, devido à facilidade de impor uma pressão seletiva mais homogênea. Fica fácil, portanto, selecionar em meio de cultura linhagens de células tolerantes a herbicidas, patógenos ou a outros estresses, tais como toxidez provocada por metais tóxicos ou uma baixa disponibilidade de nutrientes (MACDONALD, 2014).





A mutação artificial também pode ser empregada em protoplastos, da mesma forma que é utilizada em tecidos e órgãos, sendo que, nesse caso, praticamente ficam anuladas as chances de surgirem quimeras, já que as novas plantas originam-se de uma única célula. A cultura de tecidos vegetais permite a propagação de plantas a partir de um número muito pequeno de células dentro de um sistema de tecidos ou, em casos extremos, de células isoladas (cultura de protoplastos). Quando aplicada a plantas quiméricas, a tecnologia de cultura de tecidos oferece uma ferramenta sem precedentes para "dissecar" ou separar quimeras para o estudo morfológico dos genótipos componentes (HARTMAN, 2013).

Da mesma forma, o fato de que as quimeras podem se separar devido à formação de rebentos adventícios com o rompimento concomitante do arranjo ordenado das camadas de células apicais apresenta sérios problemas no uso desta técnica para propagação clonal rápida (GEORGE, HALL E DE KLERK, 2008).

2.2. Cromossomo Mosaico

O mosaicismo genético (GMH) propõem que as plantas arborescentes acumulam reduções espontâneas e se tornam geneticamente mosaico à medida que crescem. O GMH previu que a heterogeneidade intraplantar influencia ecologicamente nas interações planta-praga e forneceu uma solução parcial para o problema de como árvores de vida longa desenvolvem resistência a pragas de vida curta. Modelos teóricos preveem que os mosaicos genéticos devem ser raros (cerca de 5%) e que a variação genética dentro de uma unidade clonal deve ser difícil de detectar (SILVA et al., 2012).

Reduções somáticas podem contribuir mais para a variação genética permanente nas populações do que reduções gaméticas e, portanto, podem aumentar as taxas de evolução das plantas. Se o tamanho da população for pequeno, as reduções somáticas podem aumentar a heterozigosidade em duas ou mais ordens de magnitude (ZANARDO et al., 2014).

As pragas respondem à heterogeneidade intraplantar e podem impor diferenciais seletivos nos módulos, mas a importância dos padrões agrupados de pulgões em hamamélis relatados anteriormente por Gill (40) como suporte ao GMH é refutada aqui. As variações numéricas são de dois tipos: as euploidias, que originam células com número de cromossomos múltiplo do número haplóide, e as aneuploidias, que originam





células onde há falta ou excesso de algum(ns) cromossomo(s). Assim, euploidias são alterações de todo genoma; quanto a esse aspecto os indivíduos podem ser haplóides (n), diplóides (2n), triplóides (3n), tetraplóides (4n), enfim, poliplóides (quando há vários genomas em excesso). Euploidias são raras em animais, mas bastante comuns e importantes mecanismos evolutivos nas plantas (SILVA et al., 2012).

O vírus do mosaico dourado do feijão (BGMV) é um vírus de DNA de fita simples (família Geminiviridae, gênero Begomovirus), cujo genoma possui dois componentes de cerca de 2,6 kb de comprimento cada, típico dos geminivírus do Novo Mundo ambos necessários para a infecciosidade das plantas. Essas moléculas são embaladas em partículas geminadas com cerca de 17 nm de diâmetro, exclusivo para o vírus mundo. Inclusões nucleares nas células do floema, típicas de geminivírus, pode ser vista usando microscopia de luz, juntamente com hipertrofia de núcleos e alongamento nucleolar. A presença única de anéis fibrilares nos núcleos de células do parênquima do floema, podem ser vistas por microscopia eletrônica (RAMOS, 2014).

Os principais sintomas característicos das doenças são o mosaico verde-amarelo de folhas níveis variáveis de ondulação, crescimento geralmente atrofiado e pods distorcidos que podem variar entre os genótipos cultivados e tempo de infecção e também pode incluir a perda de dominância apical em muitas situações (sintomas de vassoura de bruxa). Enquanto este vírus é essencialmente restrito a feijão comum e outras espécies de *Phaseolus*, como feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), também foi relatou ocorrência natural em soja e arbusto selvagem feijão ou feijão de codorna (*Macroptillium lathyroides*) um sinônimo espécies de *Phaseolus lathyroides* (LIMA et al., 2013).

A reprodução para resistência ao mosaico dourado começou logo após o reconhecimento de sua importância em 1970 no Estado de São Paulo. Usado radiação gama e etil metanossulfonato (EMS) em milhares de sementes de variedades comerciais para tentar criar variabilidade para resistência a doenças. Infelizmente, na única cultivar comercial derivada desses esforços foi liberado; no entanto, a variedade TMD-1, foi identificada e usada como fonte de resistência de Bianchini (SILVA et al., 2012).

A doença foi inicialmente descrita em 1961 por Costa (COSTA, 1965) como de importância limitada. No entanto, em 1975, Costa tinha observaram populações extremamente altas de *Bemisia tabaci* associadas a safra de soja em constante expansão





nos estados brasileiros do Paraná e São Paulo, e alertou sobre a ameaça à cultura do feijão devido ao mosaico dourado do feijão. Com a introdução do biótipo B de *B. tabaci* no início dos anos 1990 no Brasil (LOURENÇO e NAGAI 1994), outro aumento significativo na população de mosca branca foi observada em diversas safras, inclusive na soja (ZANARDO et al., 2014).

Por causa das dificuldades de reprodução para resistência a doenças usando as tradicionais técnicas, a principal medida tomada para o manejo da doença tem sido a controle químico do vetor *B. tabaci*. O controle químico pode não ser eficaz devido à capacidade de transmissão eficiente da mosca-branca e grandes populações criado com outras culturas cultivadas nas proximidades de campos de feijão. Um controle eficaz mecanismo continua a iludir tanto os melhoristas quanto os patologistas de plantas também como entomologistas porque nenhuma imunidade natural ou alto nível de resistência a doenças foi identificado até agora em qualquer genótipo de *Phaseolus* (RAMOS, 2014).

A abordagem transgênica para o manejo da doença é um componente muito importante, mas o gerenciamento da população de mosca branca continua a ser importante por causa de outros vírus transmitidos pela mosca branca, bem como por insetos diretos danificar (KING, LEFKOWITZ e ADAMS, 2012).

Em 1986, o trabalho pioneiro do grupo de Roger Beachy demonstrou que o conceito de resistência derivada de patógenos transgênicos (PDR) usando resistência mediada por proteínas ao TMV era viável. Esta abordagem também foi aplicada ao desenvolvimento do mamão geneticamente modificado resistente ao *Papaya ringspot* vírus, que tem sido cultivado comercialmente no Havaí desde 1998. Com base nesses exemplos, o trabalho começou no início dos anos 1990 no desenvolvimento de uma linha de feijão comum imune ao BGMV. Caracterizamos molecularmente a biologia e a diversidade entre os isolados de BGMV que ocorrem no Brasil, o que nos permitiu construir as primeiras estratégias de engenharia genética (SILVA et al., 2012).

Conforme Zanardo et al. (2014) o mosaicismo se refere à presença de uma população de células geneticamente distintas dentro de um organismo. O mosaicismo pode existir tanto nas células somáticas quanto nas células germinativas; no entanto, a distinção entre mosaicismo de linha germinativa e mosaicismo somático pode ser um tanto complicada. Como seus nomes indicam, o mosaicismo somático e da linha





germinativa referem-se à presença de grupos geneticamente distintos de células em tecidos somáticos e germinativos, respectivamente.

Recentemente, a atenção tem se voltado para a duplicação de genes individuais e duplicação do genoma completo na especiação, particularmente em plantas. Esse processo tem sido proposto para atuar como uma fonte importante de variabilidade e plasticidade genômica evolutiva, constituindo, portanto, um dos principais mecanismos que impulsionam a diversificação e especiação (RAMOS, 2014).

De fato, vários estudos filogenéticos e análises comparativas do genoma confirmaram que a maioria das plantas com flores foram submetidas a um ou mais processos desde o início de sua evolução e que várias espécies parecem ter experimentado uma ou mais rodadas adicionais de eventos de poliploidização independentes mais recentes, além disso, análises filogenômicas abrangentes recentes revelaram a ocorrência de dois eventos peculiares em linhagens de plantas ancestrais pouco antes da divergência de plantas com sementes e angiospermas existentes (ZANARDO et al., 2014).

Um evento comum de triplicação do genoma precedeu a radiação rápida de linhagens centrais de eudicot, fornecendo evidências substanciais de que a duplicação do gene e do genoma e as mudanças associadas na estabilidade cromossômica desencadearam novidades evolutivas e adaptação radiativa, contribuindo para o aumento e dominância de plantas com flores (SILVA et al., 2012).

Se esse evento que leva ao mosaicismo ocorre durante o desenvolvimento, é possível que tanto as células somáticas quanto as germinativas se tornem mosaico. Nesse caso, as populações de tecido somático e de linha germinativa seriam afetadas, e um indivíduo poderia transmitir o genótipo do mosaico para sua prole. Por outro lado, se o evento desencadeador ocorrer mais tarde na vida, ele pode afetar uma linhagem germinativa ou uma população de células somáticas (KING, LEFKOWITZ e ADAMS, 2012).

Se o mosaicismo ocorrer apenas em uma população de células somáticas, o efeito fenotípico dependerá da extensão da população de células do mosaico; no entanto, não haveria risco de transmitir o genótipo do mosaico para a prole. Por outro lado, se o mosaicismo ocorrer apenas em uma população de células germinativas, o indivíduo não será afetado, mas sua prole poderá ser afetada (ZANARDO et al., 2014).





2.3. Polisomatia

A polisomatia em plantas é um fenômeno que ocorre principalmente durante a diferenciação e expansão celular, mas não apenas, em tipos celulares altamente especializados, como elementos vasculares, células de armazenamento de endosperma e suspensores de embriões. Em várias espécies, a polisomatia foi descrita em vários órgãos e em diferentes estágios de desenvolvimento, por exemplo em *Arabidopsis* (YAMASAKI et al., 2010).

Segundo CASTRO et al. (2007), a polisomatia pode ser importante para acelerar o crescimento das plantas e na função fisiológica de uma determinada célula, implicando na presença de células com grande volume economizando tempo durante o desenvolvimento dos tecidos.

Segundo Morales (2010) a ocorrência de polisomatia nas plantas pode estar relacionado a função fisiológica das células sendo que as células polisomáticas vão aumentar de tamanho sem divisão, economizando energia e o tempo que gastariam com o processo de divisão celular. Esta seria uma forma dos organismos duplicarem as cópias dos genes funcionais dentro de cada célula sem passar pelo processo de divisão.

Portanto através dos estudos realizados até o momento sugere-se que a ocorrência de polisomatia em espécies de Mimosa esta associada ao período logo após a germinação da semente, período de crescimento e alongação celular. Fato este que traz vantagem para as plantas nos estágios iniciais de desenvolvimento, economizando tempo e energia no processo de divisão celular (ZANARDO et al., 2014).

Polisomatia é a ocorrência de células com diferentes níveis de ploidia em um mesmo órgão ou tecido e há registros disso em células da ponta das raízes de algumas espécies de Mimosa. O objetivo do presente trabalho foi verificar a ocorrência, possível causa e significância da polisomatia em uma variedade de espécies deste gênero. Em células da ponta da raiz de 68 acessos de 43 espécies diplóides e tetraploides de Mimosa, a porcentagem de células polisomáticas variou de 5% a 87%. O pré-tratamento com o antimitótico paradiclorobenzeno não causou polisomatia, mas aumentou em alguns acessos. Ao relacionar o tamanho da raiz da plântula e a porcentagem de células polisomáticas, para a maioria das espécies uma maior porcentagem de células polisomáticas foi encontrada nas raízes de 6 a 10 cm de comprimento.





Para Morales (2010), uma análise comparativa de células da ponta da raiz das mudas e células da ponta da raiz de plantas de *Mimosa* L. (bracatinga), bem desenvolvidas mantidas em vasos em casa de vegetação mostrou que a polisomatia ocorreu apenas nas pontas das raízes das mudas. Os dados sugerem que, em *Mimosa*, a polisomatia ocorre apenas por um curto período de desenvolvimento da muda, provavelmente como um mecanismo natural para acelerar seu desenvolvimento e estabelecimento (SILVA et al., 2012).

A endoreduplicação nos vegetais contribui para a adaptação a fatores ambientais variados, aumento no conteúdo de DNA nuclear, proteção contra irradiação UV ou prevenção a segregação cromossômica desigual durante a mitose, adaptação da planta à alta concentração de sais ao déficit hídrico e às baixas temperaturas, é o modo mais comum de poliploidização em muitos tecidos vegetais e estima-se que ocorra em mais de 90% das angiospermas em diferentes tecidos e órgãos (D'Amato 1984), mas relação de endopoliploidização pode variar entre espécies e até mesmo entre indivíduos de a mesma espécie ou ecótipo (YAMASAKI et al., 2010).

A polisomatia pode ser importante para a aceleração do crescimento da planta e também nas funções fisiológicas de uma determinada célula, como células com um maior volume economizaria tempo durante o desenvolvimento do tecido, além de apresentar uma maneira para os organismos aumentarem o número de cópias de genes funcionais dentro de cada célula (QUINTELA et al., 2016).

A endoreduplicação é o modo mais comum de poliploidização em plantas e pode ser encontrada em muitos tipos de células, especialmente naquelas em processo de diferenciação e expansão. Embora os dados acumulados revelem que esse processo é regulado pelo desenvolvimento, ainda é pouco compreendido nas plantas. No nível molecular, o crescente conhecimento sobre os reguladores do ciclo celular da planta permite a aquisição de novas ferramentas e pistas para entender a base do controle da endoreduplicação e, em particular, a troca entre a proliferação e diferenciação celular (PAULA, FARIA E ARAGÃO, 2015).

2.4. Redução somática

O ciclo de vida das plantas com flores é marcado por várias transições de desenvolvimento pós-embrionário durante as quais novos destinos celulares são





estabelecidos. Notavelmente, as linhagens reprodutivas são formadas pela primeira vez durante o desenvolvimento da flor. A diferenciação das células-mãe dos esporos, que são destinadas à meiose, marca a transição do destino somático para reprodutivo (YAMASAKI et al., 2010).

Devido às características únicas de desenvolvimento das plantas superiores, as reduções somáticas podem entrar na linha germinativa e ser transmitidas à descendência. Na presente revisão, o papel das reduções somáticas na evolução superior das plantas é documentado levando-se em consideração os seguintes tópicos: reduções nos genes somáticos e mudanças estruturais dos cromossomos; aneussomata; quimeras periclinais; duplicação de cromossomos somáticos; contágio do vírus; efeitos do meio ambiente; das condições do solo e produtos vegetais mutagênicos (QUINTELA et al., 2016).

A meiose envolve a formação de gametófitos multicelulares haplóides, dos quais os gametas são derivados e durante os quais ocorre a reprogramação epigenética. Mostrando que na célula-mãe do megásporo feminino de *Arabidopsis*, a transição do destino da célula é acompanhada por uma reprogramação da cromatina em grande escala que provavelmente estabelecerá um status epigenético e transcricional distinto daquele do nicho somático circundante. A reprogramação é caracterizada pela descondensação da cromatina, redução da heterocromatina, depleção das histonas ligantes, mudanças nas variantes das histonas centrais e nas paisagens de modificação das histonas (PAULA, FARIA E ARAGÃO, 2015).

A partir da análise de mutantes nos quais o destino do gametófito é expresso ectopicamente ou comprometido, inferimos que a reprogramação da cromatina no MMC provavelmente contribuirá para estabelecer a competência pós-meiótica para o desenvolvimento do gametófito pluripotente. Assim, como nas células germinativas primordiais dos animais, a transição do destino das células somáticas para as reprodutivas nas plantas envolve uma reprogramação epigenética em larga escala

Redução somática é comum em plantas e podem se acumular e ser transmitidas aos gametas. Os determinantes do acúmulo dessas reduções somáticas incluem o efeito seletivo intraorganismo do número de divisões celulares que separam o zigoto da formação de gametas e a estrutura e ramificação do meristema apical do caule. As reduções somáticas podem promover a evolução da diploidia, poliploidia, recombinação





sexual, cruzamento, clonalidade e sexos separados, e podem contribuir para a variabilidade genética em muitas outras (BRICKELL, 2011).

O conhecimento acerca da redução somática pode ser melhorado por meio de estimativas empíricas de taxas de redução e efeitos em linhagens celulares e organismos inteiros, como estimativas da redução na adequação da progênie produzida por cruzamentos intra versus entre flores na mesma planta, estudos de mutação coalescente dentro do dossel e incorporação de redução somática em modelos teóricos de genética evolutiva de plantas características (PAULA, FARIA E ARAGÃO, 2015).

As plantas de culturas celulares apresentam uma alta incidência de redução. As causas dessa variação somaclonal são desconhecidas, mas as consequências genéticas foram analisadas. Uma série de eventos genéticos é responsável, incluindo mudanças de base única; número de cópias do gene alterado; expressão alterada de famílias multigênicas; intercâmbios de fragmentos de cromossomos; e mobilização de elementos transponíveis (QUINTELA et al., 2016).

A amplificação de redução benéficas por meio de seleção intraorganismal pode relaxar a seleção para reduzir a taxa de mutação genômica ou para proteger a linha germinativa em plantas. A taxa total de redução somática, a distribuição de efeitos seletivos e destinos no corpo da planta e o grau em que a linha germinativa é protegida de reduções somáticas ainda são pouco conhecidos (YAMASAKI et al., 2010).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração deste trabalho, notou-se que mesmo com o passar dos anos, poucos são as publicações que relatam sobre a variação na função dos cromossomos, especialmente os trabalhos retratando acerca do mosaicismo e quimerismo genético.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão bibliográfica” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, L.; MACHADO, A. M. N. (Org.). A bússola do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44.

BRICKELL, C. American horticultural society encyclopedia of plants and flowers. American Horticultural Society. DK. 2011, 744 p.





- GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; DE KLERK, G-J. Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. The Background. 3rd Ed., Springer. Dordrecht, 2008, 501 p.
- HARTMAN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. Plant propagation: principles and practice. 8 th. Edition. Pearson New International Edition, Pearson Education Limited, Essex, 2013, 928 p.
- KING, A. M. Q., LEFKOWITZ, E., Adams, M. J., and CARSTENSAND, E. B. Virus taxonomy: Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, 9th ed. Elsevier, San Diego, CA, 2012.
- LIMA, A. T. M., SOBRINHO, R. R., GONZÁLEZ-AGUILERA, J., ROCHA, C. S., SILVA, S. J. C., XAVIER, C. A. D., SILVA, F. N., DUFFY, S., and ZERBINI, F. M. 2013. Synonymous site variation due to recombination explains higher genetic variability in begomovirus populations infecting noncultivated hosts. J. Gen. Virol. 94: p. 418-431.
- MACDONALD, P. T. The manual of plant grafting: practical techniques for ornamentals, vegetables, and fruit. Timber Press. Portland, 2014, 232 p.
- MENEZES, N. L.; MULLER, C.; SAJO, M. G. Um novo e peculiar tipo de sistema subterrâneo em espécies de Vernonia da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil). Boletim Botânica da USP, n. 7, p. 33-38, 1979.
- MORALES, M.; R. H. FORTUNATO. Novedades taxonómicas y nomenclaturales em Mimosa serie Mimosa subserie Mimosa (Leguminosae, Mimosoideae) para Sudamérica Austral. Candollea, v.65, p. 169–184, 2010.
- PAULA, N. T., FARIA, J. C., ARAGÃO, F. J. L. Reduction of viral load in whitefly (*Bemisia tabaci* Gen.) feeding on RNAi-mediated bean golden mosaic virus resistant transgenic bean plants. Virus Res. 210:245-247, 2015.
- QUINTELA, E. D., ABREU, A. G., LIMA, J. F. S., MASCARIN, G. M., SANTOS, J. B., BROWN, J. K. 2016. Reproduction of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) B biotype in maize fields (*Zea mays* L.) in Brazil. Pest Manage. Sci. Doi:10.1002/ps.4259.
- RAMOS, R., XAVIER, C. A., PEREIRA, H. M., LIMA, G. S., ASSUNÇÃO, I. P., MIZUBUTI, E. S., DUFFY, S., ZERBINI, F. M. Contrasting genetic structure between two begomoviruses infecting the same leguminous hosts. J. Gen. Virol. 95:2540-2552, 2014.
- ROCHA, D. C.; MENEZES, N. L. O sistema subterrâneo de *Dioscorea kunthiana* Uline ex R. Knuth (Dioscoreaceae). Boletim Botânica da USP, n. 16, p. 1-13. In TOOGOOD, A. R. The royal horticultural society propagating plants. Series RHS, DK Publisher, London, 2006, 320 p.
- SILVA, S. J. C., CASTILLO-URQUIZA, G. P., HORA, B. T., ASSUNÇÃO, I. P., LIMA, G. S. A., PIO-RIBEIRO, G., MIZUBUTI, E. S. G., ZERBINI, F. M. 2012. Species diversity,



phylogeny and genetic variability of begomovirus populations infecting leguminous weeds in northeastern Brazil. *Plant Pathol.* 61:457-467.

YAMASAKI, S. et al. Continuous UV-B irradiation induces endoreduplication and peroxidase activity in epidermal cells surrounding trichomes on cucumber cotyledons. *Journal of Radiation Research, Oxford*, v. 51, p. 187-196, Jan. 2010.

ZANARDO, L. G., SILVA, F. N., BICALHO, A. A. C., URQUIZA, G. P. C., LIMA, A. T. M., ALMEIDA, A. M. R., ZERBINI, F. M., CARVALHO, C. M. Molecular and biological characterization of Cowpea mild mottle virus isolates infecting soybean in Brazil and evidence of recombination. *Plant Pathol.* 63:456-465, 2014.

VOSGERAU, D. S. A. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Rev. Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014. Doi: 10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08.



CAPÍTULO III

FUNÇÕES DOS CROMOSSOMOS (MECANISMOS DE CROSSING OVER, LIGAÇÃO, FUNÇÃO DOS CROMOSSOMOS X E Y) HIPÓTESE DE INATIVAÇÃO DO CROMOSSOMO X

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-3

Ana Paula Rodrigues da Silva¹
Jean Carlos Silva¹
Marcos Corbellini¹
Melca Juliana Peixoto Rondon¹
Viviane Martins¹
Isane Vera Karsburg²

¹ Mestrando em Programa de Genética e Melhoramento de Plantas - UNEMAT.

² Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Vicosa - UFV

RESUMO

O DNA, uma molécula presente no núcleo da célula dos seres vivos, encarrega de manter as informações genéticas dos organismos, sua constituição é formada basicamente por Bases Nitrogenadas, Pentose e um fosfato, sendo o grupo (A,T,C,G), adenina, timina, citosina e guanina. O conceito de crossing-over presente em alguns livros aponta um contexto histórico que se iniciou a partir do século XX, após retomada aos estudos e feitos realizados por Mendel, direcionando várias características herdadas de forma independente que descreveriam os cruzamentos de variedades de ervilhas. As mutações podem ser gênicas ou cromossômicas, as genicas são caracterizadas por alterações nas bases nitrogenadas do DNA, que darão origem a novos genes, as mutações podem ser cromossômicas, quando modifica o número ou estrutura do cromossomo, podendo ser numérica ou estrutural. Um gene é considerado em linkage ou ligação genica quando se encontra em um mesmo cromossomo e não se segrega de forma independente no momento da formação de um gameta, a variabilidade genética é o resultado do número de locos e alelos envolvidos na expressão de determinado caractere em indivíduos de uma população da mesma espécie. Os cromossomos sexuais são representados pelas letras X e Y são os responsáveis pelas características próprias de cada sexo, um cariótipo formado pelos cromossomos XX indica sexo feminino, enquanto o que apresenta XY indica sexo masculino, a função dos cromossomos é controlar as funções das células, além de carregam as informações genéticas de um indivíduo através dos genes.

Palavras-chave: Citogenética. estudo. ciência. DNA.



1. INTRODUÇÃO

Os organismos são formados de uma complexidade de formas e funções que trabalham em conjunto para desenvolver seus processos de vitalidade, possuindo uma escala de processos de pressupostos que dão origem a vida, cooperam no crescimento, reprodução até findar o ciclo da vida, nestes processos observamos o trabalho de enzimas, proteínas, e moléculas que vão constituir os organismos, sendo assim, o DNA (Ácido Desoxirribonucleico, uma molécula presente no núcleo da célula dos seres vivos e altamente estudada, pois está se encarrega de manter as informações genéticas dos organismos, sua conformação se apresenta em fita dupla em espiral, conhecida como dupla hélice e é composta de nucleotídeos.

Sua constituição é formada basicamente por três substâncias químicas, denominadas Bases Nitrogenadas, Pentose e um fosfato, dentro das bases nitrogenadas temos o famoso grupo (A,T,C,G), adenina, timina, citosina e guanina, a pentose se destaca por ser um açúcar e o fosfato um radical de ácido fosfórico. Posterior a conformação do DNA, os indivíduos possuem Genes, que são responsáveis por determinam as características das espécies e dos indivíduos, e especificam sequências de aminoácidos, que serão a base para síntese das proteínas celulares, os genes são unidades de informações hereditárias que formam os cromossomos, formados por sequências de pares de bases, sendo assim as diferentes sequências de DNA, formam os cromossomos e cada par de cromossomo é composto por inúmeros genes.

Entre meados do século XIX e XX, com uma gama de conhecimentos da citologia e da genética, surge a inclusão da citogenética como ciência, dando início a uma série de estudos que analisariam os cromossomos mais profundamente observando individualmente, podendo conta-los e analisar os aspectos morfológicos de forma mais precisa, a análise cromossômica é classificada como: estudo da morfologia, função, organização, replicação, variação e evolução dos cromossomos, as metodologias de observação no contexto histórico se desenvolve a muitos anos, mas a partir da década de 50, estas foram desenvolvidas com mais precisão utilizando substâncias químicas que bloqueariam as células em metáfase, enzimas e soluções que romperiam as membranas e separariam os cromossomos e utilização de corantes que facilitaríamos a caracterização e identificação de cada cromossomo.





Os estudos de Guerra e Souza (2002), apontaram que as análises realizadas com os recursos da genética molecular auxiliam na observação das características dos indivíduos, porém que a análise cromossômica continua sendo a maneira de observar o genoma em forma de blocos individualizados, podendo mensurar e manipular de diversas formas. Um ponto de extrema importância nessa ciência é a aplicação correta das técnicas, que podem variar de acordo com o indivíduo que se estuda, espécie, ou objetivo da pesquisa, Singh (2000), aponta que estão variações podem variar também de acordo com as preferências do citogeneticista, desde que obtenha uma forma de ação e função dos diferentes processos.

A coleta de tecidos preferências regiões com maior gama de divisão mitótica, como por exemplo o tecido meristemático, em ênfase o meristema radicular pela disposição de células e período de crescimento rápido e com fácil absorção das soluções anti-mitóticas e dos fixadores, melhorando o resultado final das análises, porém pode-se também utilizar outros meristemas, como das folhas, pétalas, anteras, entre outros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo relatos feitos por Durbano (2014), analisando o conceito de crossing-over presente em alguns livros aponta um contexto histórico que se iniciou a partir do século XX, após retomada aos estudos e feitos realizados por Mendel, direcionando várias características herdadas de forma independente que descreveriam os cruzamentos de variedades de ervilhas. Martins (1997), introduz que muitos cientistas da época rejeitavam a hipótese cromossômica que associaria os princípios de Mendel ao comportamento dos cromossomos durante os processos de divisão celular. O que futuramente seria reconhecido como a relação entre os processos de meiose e de variabilidade, ocorrendo o crossing-over, fenômeno este que envolve cromátides homólogas, consistindo na quebra de determinados pontos e troca de pedaços ou matérias correspondentes o que geraria o surgimento de novas sequências de genes ao longo dos cromossomos. Modelo também citado anteriormente por Correns (1902) e Sturtevant (1965), nos primórdios dos estudos com plantas explicando recombinações a partir de trocas de partes de cromossomos, destacando o termo permuta ou crossing-over, este fenômeno ocorre no período da prófase I da meiose, quando eles se associam, o pareamento ocorre na extensão do comprimento do cromossomo, havendo troca de



alelos, o que gera um aumento de variabilidade genética (MUNIZ,2007). A variabilidade genética é popularmente denominada como a diversidade genética das espécies, referindo a diversificação de alelos presentes nos indivíduos, sendo considerada um aspecto evolutivo das espécies, pois permite que os seres respondam a diferentes mudanças do ambiente, segundo Souza (2001), a variabilidade genética é o resultado do número de locos e alelos envolvidos na expressão de determinado caractere em indivíduos de uma população da mesma espécie. Sendo que, alguns fatores influenciam na variabilidade genética, destacando a mutação como maior fator, pois permite o surgimento de novas combinações, fatores ou espécies, mas também pode ser oriunda da deriva genética, fluxo gênico e a reprodução sexuada. Okigbo (1992), aponta que a manifestação da mudança é dependente da natureza dos pares de alelos, se os genes são dominantes ou recessivos, e do grau de interação com os genes em outro locos. A mutação acarreta o surgimento de novos alelos, em função da troca, alternando sua função ou expressão de determinado fenótipo, como fonte de variabilidade genética abrange desde processos naturais de evolução ou alelos potencialmente úteis para o homem, em muitas espécies cultivadas, mutantes excepcionais têm sido preservados e aproveitados (SOUZA,2001). Destacando que as mutações podem ser Gênicas ou cromossômicas, as genicas são caracterizadas por alterações nas bases nitrogenadas do DNA, que darão origem a novos genes, podendo produzir novas características aos portadores, podendo ocorrer substituição (troca de um ou mais pares de bases), inserção (adição de bases ao DNA, modificando a ordem de leitura da molécula) ou eliminação de bases na cadeia de DNA (retirada de bases do DNA, modificando também a ordem da leitura da molécula), também podendo ser silenciosa, não provocando alterações no aminoácido sintetizado. (MAGALHÃES,2017). Ainda segundo Magalhães (2017), as mutações podem ser cromossômicas, quando modifica o número ou estrutura do cromossomo, podendo ser numérica ou estrutural. As numéricas, se destacam por serem classificadas em aneuploidias (quando há perda ou acréscimo de um ou mais cromossomos) podendo causar distúrbios ou doenças em humanos e euploidias (perda ou acréscimo de genomas completos, formando indivíduos triplóides (3n), tetraplóides (4n), entre outros poliploidias). Ou, podem ser Mutações estruturais alterações que afetam a estrutura dos cromossomos, classificada em deleção (falta um pedaço ao cromossomo), duplicação (o cromossomo tem um pedaço repetido), inversão (o



cromossomo tem um pedaço invertido) e translocação (um cromossomo tem um pedaço proveniente de um outro cromossomo). Segundo Muniz (2007) a estimativa da frequência de crossing-over pode ser obtida a partir da descendência de um cruzamento teste ou da geração F₂, o que pode ser observado a partir da construção de um mapa genético. Voltando ao pressuposto inicial dos primórdios realizados, as discussões sobre os eventos e linhas de pesquisa que se seguia na época destacava-se Thomas Hunt Morgan (1866-1945) que até 1910-1911 era um forte opositor das teorias mendeliana e cromossômica, até que, este mudou sua linha de pesquisa e suas defesas quando em suas pesquisas com *Drosophila*, encontrou vários casos em que determinadas características eram herdadas juntas. Eles chamaram o fenômeno de linkage ou ligação, iniciando pesquisas citológicas para poder explicar o ocorrido baseando-se em metodologias que utilizavam análise de cruzamentos experimentais, em associação a este evento Correns, Bateson e Punnett haviam observado em outros organismos e que Bateson havia chamado de coupling associação, se tratando do mesmo fenômeno. Um gene é considerado em linkage ou ligação genica quando se encontra em um mesmo cromossomo e não se segrega de forma independente no momento da formação de um gameta, partindo do ponto que os genes estão no mesmo cromossomo a ligação não acontece e todos são transmitidos durante a meiose, sendo então linkage uma exceção a Segunda Lei de Mendel sendo praticamente o oposto do crossing-over. Santos (2020), destaca que em situações que ocorrem linkage podemos representar de dois modos distintos, sendo CIS ou associação, em que os alelos dominantes de um indivíduo heterozigoto estarão em um cromossomo e os alelos recessivos estarão no outro cromossomo e Trans ou repulsão em que um alelo dominante e um alelo recessivo, em um indivíduo heterozigoto, encontram-se em um cromossomo, e um alelo dominante e um alelo recessivo encontra-se em outro. Morgan (1911), em seus estudos juntamente com sua equipe, realizou diversos experimentos com *Drosophila melanogaster*, a mosca-das-frutas, o uso de *Drosophila melanogaster* é comum por apresentar um ciclo de vida curto e possuir um número de cromossomos reduzidos e as características hereditárias são facilmente identificáveis, neste caso, o resultado da pesquisa resultou em uma porcentagem de frequência ou taxa de permutação ou de recombinação entre os genes é determinada pela porcentagem dos gametas que apresentam novas combinações em relação aos pais. Hoje com o avanço da ciência a grande maioria dos



estudos envolve métodos que utilizam além da análise dos cromossomos a utilização de marcadores moleculares que podem conceituar a conformação dos mapas genéticos, como por exemplo os trabalhos de Queiroz (2000) e Cabral (2007), que apresentaram o mapa parcial de ligação gênica de *Coffea arabica L*, em que foi confeccionado um mapa parcial com marcadores se posicionando em grupos de ligação. Em algumas espécies, como por exemplo a humana os cromossomos se dividem em autossomos e sexuais também conhecidos como heterossomos, sendo estruturas nucleoproteínas são os responsáveis por carregar toda a informação que as células necessitam para suas funções vitais e ciclo de vida, como por exemplo seu crescimento, desenvolvimento e reprodução. Os cromossomos sexuais são representados pelas letras X e Y são os responsáveis pelas características próprias de cada sexo, um cariótipo formado pelos cromossomos XX indica sexo feminino, enquanto o que apresenta XY indica sexo masculino, dizendo que o cromossomo Y é exclusivo do sexo masculino, o cromossomo X existe na mulher em dose dupla, enquanto no homem ele se encontra em dose simples, o cromossomo Y é mais curto e possui menos genes que o cromossomo X, além de conter uma porção encurtada, em que existem genes exclusivos do sexo masculino, a determinação genética do sexo é apontada segundo o seguinte esquema, em algumas espécies animais, incluindo a humana, a constituição genética dos indivíduos do sexo masculino é representada por 2AXY e a dos gametas por eles produzidos, AX e AY, na fêmea a constituição genética é baseada por 2AXX produzindo gametas AX. Apesar de serem diferentes, os cromossomos X e Y possuem algumas regiões homologas em sua constituição, normalmente nas pontas, isto garante o sucesso do emparelhamento dos dois cromossomos e sua distribuição na primeira divisão da meiose. As regiões distintas de cada cromossomo apresentam suas peculiaridades denominadas padrões de herança ligadas ao cromossomo sexual, herança ligada ao cromossomo Y ou herança restrita ao sexo é a que se refere aos genes localizados somente no cromossomo Y e herança ligada ao cromossomo X ou herança ligada ao sexo. Neste mesmo contexto podemos citar o exemplo dos genes holândricos que estão localizados nas regiões do cromossomo Y sem homologia no X, são herdados apenas pelos homens, sendo transmitidos diretamente de pais para filhos como no caso da calvície, que apesar de ser uma característica transmitidos por genes autossômicos, são influenciadas por hormônios masculinos, tornando esta característica mais visível em indivíduos do sexo masculino. O



cromossomo X é submetido a um sistema único de regulação que depende não apenas da genética formal, mas também, da epigenética, os machos possuem o X é mais suscetível à mutações devido ao seu estado hemizigoto possuindo apenas um X, sendo mais vulneráveis a certas doenças ligadas ao X. Sendo o cromossomo Y, muito pequeno, e contendo poucos genes. Quando se trata do cromossomo X em humanos ele é considerado um cromossomo grande, com mais de 700 genes codificantes, algumas doenças ligadas ao cromossomo X são recessivas, dirigindo assim para a Inativação do X, devido as características morfológicas do cromossomo X, e por indivíduos do sexo feminino apresentar XX, algumas hipóteses apontam que os cromossomos sexuais sofrem uma evolução mais rápida que os cromossomos autossômicos, pois o estado hemizigótico em machos leva a uma pressão seletiva que enriquece uma categoria de genes (VICOSO et al. 2006), no contexto histórico dos cromossomos sexuais destaca-se a teoria de Lyon, que em 1960 apontou a hipótese de inativação do X, oriundo do fato de as fêmeas de mamíferos possuem dois cromossomos X, e machos apenas um esta condição levou a um mecanismo especial de evolução conhecido como compensação de dose (LYON, 1961). A inativação de um cromossomo X em fêmeas equaliza a expressão gênica entre os sexos, em mamíferos placentários, a inativação do cromossomo X afeta o cromossomo X paterno ou materno de uma maneira aleatória durante o desenvolvimento embrionário, sendo que o estado inativo é herdado de forma estável, gerando adultos de dois tipos celulares (HEARD E DISTECHE, 2006). De primeiro modo as primeiras pesquisas realizadas sobre a evidencia de compensação de dose em fêmeas de mamíferos surgiram a partir da descrição da estrutura observada no núcleo de neurônios de gatas (*Felis silvestris catus*) (FRAGA,2012). Se uma gata for heterozigota para alelos de pelagem preta e amarela encontrados no cromossomo X, ela irá inativar os dois X, assim os dois alelos do gene para cor de pelo aleatoriamente em diferentes células durante o desenvolvimento. Este evento observado por Bar e Bertram (1949), nomeado como satélite nucleolar comumente conhecido como corpúsculo de Barr, a presença desta estrutura indica o sexo do indivíduo. O apontamento e a ligação do corpúsculo de Barr com o cromossomo X, veio anos depois em pesquisas feitas por Ohno e Hauschka (1960), que trabalhando com camundongos, obtiveram a confirmação que o corpúsculo de Barr era na verdade um cromossomo X, sendo uma característica base para o estudo do dimorfismo sexual de mamíferos





(FRAGA,2012). A Hipótese de Lyon (1961), descreveu a causa de um dos cromossomos X serem inativos, denominado ICX, partindo de algumas evidencias como a cor da pelagem ligada ao cromossomo X, exclusivo de gêmeas, propôs que o cromossomo X, heterocromático está inativo, este silenciamento permite neutralizar o desequilíbrio resultante de produtos gênicos ligados ao X e ao Y, fundamentando assim a hipótese de compensação entre os sexos, partindo de evidencias fenotípicas, clinicas e citogenéticas, sugerindo em seus estudos que o corpúsculo de Barr é um cromossomo X geneticamente inativados em todas as células do mamífero, a ICX ocorre durante o processo embrionário, de maneira aleatória, podendo ser inativo tanto o X paterno como o de origem materna, este permanecerá inativo ao longo das divisões celulares e será denominado Xi, o mecanismo ICX, garante que um dos cromossomos X permaneça ativo por núcleo diploide, mesmo em casos que ocorram polissomia. A hipótese também foi sustentada por evidencias bioquímicas, sendo que o cromossomo X codifica uma enzima específica que está presente tanto em indivíduos do sexo masculino como indivíduos do sexo feminino e está presente em quantidades iguais em ambos os sexos, apontando a compensação de dose. O centro de inativação do X (Xic), organiza o processo de inativação do X, está localizado na região de DNA que se encontra na banda 13q do cromossomo X (Xq13), XIST (*X inactivation specific transcript*) é o gene fundamental no mecanismo de inativação do X foi identificado em mESCs nomeado Tsix, este é região regulatória presente em Xic localizada 3' do gene Xist, com lócus associado a ICX segundo Courtier et al., (1995), o gene XIST é necessário e suficiente para que ocorra a inativação do X, nas primeiras linhagens celulares, o gene XIST é expresso em níveis baixos em ambos os cromossomos X, até que ocorra a escolha do cromossomo X a ser inativado posteriormente o gene XIST induz a inativação do X em células embrionárias, mas não é capaz de induzir o processo de inativação em células somáticas o processo de inativação do X inicia na vida embrionária, por ação do gene XIST, mas deve ser mantido através de mecanismos específicos de manutenção do padrão de inativação nas linhagens celulares subsequentes, logo que estabelecida a inativação de um dos X de uma célula, esta pode ser mantida sem a presença de XIST. Ambos se encontram originando uma sequência antessentido, Tsix sobrepõe completamente a Xist. A metilação também está relacionada à expressão do XIST no cromossomo X ativo o gene XIST encontra-se hipermetilado, o que determina a ausência de sua expressão





neste gene. Esta hipótese trouxe informações importante para o desenvolvimento de estudos referentes ao produto gênico dos cromossomos sexuais x cromossomos autossômicos, segundo um modelo de teoria de Ohno (1969) propondo um modelo evolutivo para explicar a compensação em mamíferos, os cromossomos sexuais evoluíram a partir de um par de autossomos, o que ao longo da evolução houve a perda de um seguimento do proto-Y, oriundo do gene masculino SRY (*sex-determining region Y*), isso desencadeou uma degradação do Y, apontando então uma inativação de um cromossomo X da fêmea, e uma super expressão do X nos machos e do X ativo das fêmeas para compensar a relação aos autossomos, evitando uma haploinsuficiência funcional dos genes localizados no X, o que anos depois começou a ser testado com auxílio de ferramentas biomoleculares (FRAGA,2012). Mas este assunto ainda é debatido, e alguns pesquisadores apontam controvérsias a esta hipótese. Quando um organismo tem uma cópia a mais ou faltando de um cromossomo, é considerado aneuploide, como citado anteriormente aneuploidias dos cromossomos X tendem a ser muito menos danosas, isso se deve em grande parte à inativação do X. Embora o propósito do sistema de inativação do X seja desligar o segundo X de uma fêmea XX, ele também pode desligar mais cromossomos X se estiverem presentes, podendo originar indivíduos portadores de síndromes, como a Síndrome do Triplo X e Síndrome de Klinefelter. No primeiro caso, uma mulher tem um genótipo XXX têm características sexuais femininas e são férteis, a síndrome do triplo X pode estar associada a dificuldades de aprendizado, desenvolvimento tardio de habilidades motoras na criança e problemas com tônus muscular, as características clínicas da síndrome são variáveis, a maioria das pacientes apresenta fenótipo normal entretanto há relatos de distúrbios psicológicos e malformações congênitas múltiplas entre as afetadas (BARR, 1969), descrita inicialmente por Jacobs (1959), é uma das mais frequentes aneuploidias humanas, ocorrendo em cerca de 1 /1000 nascimentos femininos. A Síndrome de Klinefelter, é causada quando o garoto tem um cromossomo X extra, sendo seu cariótipo XXY, segundo Money (1974), é um estado intersexual, determinado geneticamente pela duplicação do cromossomo X, caracterizada por alterações tardias que se tornarão evidentes após a puberdade, consiste em uma das causas mais importantes de infertilidade masculina e hipogonadismo primário, ocorre em aproximadamente um em cada 500 nascidos vivos do sexo masculino. A maioria dos meninos herda o cromossomo



X a mais da mãe, tem inteligência normal ou levemente reduzida, muitos podem ter deficiências da fala e dificuldades para ler e fazer planejamentos, falta de percepção, suas características físicas possam variar consideravelmente, a maioria é alta e tem braços e pernas compridos, quadris mais largos, mas têm de resto uma aparência normal (HAMILTON,2018).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto no decorrer do manuscrito a função dos cromossomos é controlar as funções das células, além de carregam as informações genéticas de um indivíduo através dos genes, apresentando uma unidade estrutural filamentosa de DNA em forma de espiral, sendo envolvido por uma substância proteica denominada matriz e que se dividira anatomicamente, sendo cada estrutura extremamente importante no processo de conhecimento da espécie e tornando assim a Citogenética uma ciência extremamente importante e com um campo abrangente necessitando também de uma interação com outras ciências, como a biologia molecular, e podendo explicar diversos aspectos relacionados a existência de determinadas características nos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, Garland E. (1978). Thomas Hunt Morgan. **The man and his science**. Princeton: Princeton University.
- BARR, M.L; BERTRAM,E.G. A morphological distinction between neurones of the male and female, and the behaviour of the nucleolar satellite during accelerated nucleoprotein synthesis. **Nature**,1949.
- CABRAL, Terezinha Aparecida Teixeira et al. **Mapa parcial de ligação gênica de Coffea arabica L.** 2000.
- CASAGRANDE, Grasiela de Luca et al. **A genética humana no livro didático de biologia.** 2006.
- COURTIER,B. HEARD,E. AVNER,P. XCE haplotypes show modified methylation in a region of the active X chromosome lying 3' to xist. **Programme Natl. Academic Science**, 1995.
- CORRENS, Carl E. Sobre tentativas de hibridização com clãs Mirabilis. In: **Collected Treatises zur Hereditary Science from Periodical Writings 1899–1924**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1924.



Conceitos básicos da genética [recurso eletrônico] / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa (PR): **Atena Editora**, 2019.

Crossing-over em Só Biologia. **Virtuous Tecnologia da Informação**, 2008-2020. Consultado em 30/11/2020 às 18:57. Disponível na Internet em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/nucleo14.php>

DOMINIQUE C. **Bergmann**, **Genetics Lecture Notes** (Stanford: BioSci 41, 2011), 27.

DOMINIQUE C. **Bergmann**, **Genetics Lecture Notes** (Stanford: BioSci 41, 2011), 34.

DURBANO, João P. Di M. A História da Genética clássica nos livros-texto de biologia de nível médio brasileiros: uma análise do crossing-over (permuta). In: **III Conferencia Latinoamericana del International, History and Philosophy of Science Teaching Group IHPST-LA**. 2014.

FRAGA, Ana Maria. **Início e manutenção da inativação do cromossomo X em células humanas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.

FRANZOLIN, Fernanda; BIZZO, Nelio. Conhecimentos básicos de Genética nos livros didáticos e na literatura de referência: Aproximações e Distanciamentos. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 9, p. 1-8.

Genomic DNA Sequencing Project FAQ," **Berkeley Drosophila Genome Project**, última modificação em 8 de outubro de 2015, <http://www.fruitfly.org/sequence/faq.html>.

HAMILTON, Nina N. Powell. **Síndrome de Klinefelter (47,XXY), MD, Sidney Kimmel Medical College at Thomas Jefferson University**, 2018.

HEARD, Edith; DISTECHE, Christine M. Dosage compensation in mammals: fine-tuning the expression of the X chromosome. **Genes & development**, v. 20, n. 14, p. 1848-1867, 2006.

Herança e sexo em Só Biologia. **Virtuous Tecnologia da Informação**, 2008-2020. Consultado em 30/11/2020 às 12:19. Disponível na Internet em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/herancaesexo.php>

JORDE, Lynn B.; CAREY, John C.; BAMSHAD, Michael J. **Genética médica**. Elsevier, 2020.

LOPES, Maria Graciete Carramate - **Cromossomos sexuais e herança genética- Padrões de herança diferentes em homens e mulheres**. Disponível em <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/cromossomos-sexuais-e-heranca-genetica-padroes-de-heranca-diferentes-em-homens-e-mulheres.htm> acesso em 27/11/2020.



- LYON, M.F. Gene action in the X chromosome of the mouse (*Mus musculus* L.), **Nature**,1961.
- LYON, M. F . X-Chromosome inactivation: a repeat hypothesis. **Cytogenet Cell Genet**,1998.
- MAGALHAES, Lana -**Mutação, toda matéria Toda Matéria: conteúdos escolares**. 2017. Disponível em <https://www.todamateria.com.br/mutacao/> acesso em 27/11/2020.
- MARTINS, Lilian A-C. P. (1997) **A Teoria Cromossômica da herança: Proposta, Fundamentação, Crítica e Aceitação**. Tese para obtenção do título de doutor em ciências, área de concentração de genética e evolução na Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. 1997.
- MILTON, John et al. Mejoramiento genético de las cosechas. **EDITORIAL LIMUSA**,1969.
- MIRA, WILLIAM. **Cromossomos, Enem, biologia**, 2018. Disponível em <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/cromossomos> acesso em 27/11/2020.
- MORGAN, Thomas H. (1911). Random Segregation Versus Coupling in Medelian Inheritance. **Science**, XXXIV, 384. 1911.
- MUNIZ, Franco Romero Silva. **Análise de variabilidade genética em populações segregantes de soja**. 2007.
- N QUEIROZ, Telma F. et al. **Mapa parcial de ligação gênica em Coffea arabica L**. 2007.
- NUSSBAUM, Robert. Thompson & Thompson genética médica. **Elsevier Brasil**, 2008.
- RAMALHO, Magno; DOS SANTOS, João Bosco; PINTO, César Brasil. Genética na agropecuária. **FAEPE**, 1990.
- RODRIGUES, Lucas Henrique Nascimento Silva et al. **CNVs de novo no cromossomo x da prole em resposta a exposição parental a baixas doses de radiação ionizante**. 2019.
- SANTOS, Helivania Sardinha dos - **Variabilidade genética, Biologia net**. Disponível em <https://www.biologianet.com/genetica/variabilidade-genetica.htm>. Acesso em 27/11/2020.
- SANTOS, Vanessa Sardinha. **Linkage. Mundo da Educação**. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/linkage.htm>. Acesso em 27/11/2020.



SOUSA, Nelcimar Reis. Processos genético-evolutivos e os recursos fitogenéticos. **Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2001.

STURTEVANT, A. H. [1965] . A History of Genetics. **Electronic Scholarly Publishing Project Cold Spring Harbor Laboratory Press**, New York. 2001.

STURTEVANT, Alfred H. (1913). **The Linear Arrangement of Six Sex-Linked Factors in Drosophila, as Shown by Their Mode of Association Reprinted by author's and publisher's permission from Journal of Experimental Zoology**, XIV, 43-59. 1913.

WHALEN, Karen; FINKEL, Richard; PANAVELIL, Thomas A. Farmacologia Ilustrada-6ª Edição. **Artmed Editora**, 2016.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes; DE SÁ FREIRE, Alexandre; MORAES, Milton Ozório. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.



CAPÍTULO IV

MOVIMENTAÇÃO DOS CROMOSSOMOS NA REPRODUÇÃO SEXUAL DAS PLANTAS MICROSPOROGENESE E ESPERMATOGÊNESE MEGASPOROGENESE E SINGAMIA: REVISÃO LITERÁRIA

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-4

Jean Carlos Silva¹
Ana Paula Rodrigues da Silva¹
Larissa Lemes dos Santos²
Marcos Corbellini¹
Melca Juliana Peixoto Rondon¹
Viviane Martins¹
Isane Vera Karsburg³

¹ Mestrando em Programa de Genética e Melhoramento de Plantas - UNEMAT

² Graduando em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas - UNEMAT

³ Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Vicosa - UFV

RESUMO

O estudo dos cromossomos tem sido utilizado como alicerce na identificação das relações filogenéticas e evolutivas entre os grupos dos seres vivos. Análises citogenéticas são empregadas na identificação vegetal, buscando quantificar o número e a morfologia dos cromossomos mitóticos, o aspecto do núcleo interfásico, o comportamento de cromossomos meióticos, bem como a microsporogênese e megasporogênese. Este estudo como objetivo apresentar uma revisão literária sobre a movimentação dos cromossomos durante o processo de divisão celular. A mitose é o processo pelo qual as células somáticas dos seres vivos se dividem, produzindo duas células idênticas à original. O ciclo reprodutivo sexual envolve a alternância de gerações de células haplóides, com gerações de células diplóides. A combinação de genomas é realizada pela junção de células haplóides que originam células diplóides. Na replicação do DNA ocorre a duplicação dando origem as cromátides que são então separadas durante a anáfase e migram para os polos celulares. Assim, cada célula filha recebe uma cópia do cromossomo paterno e uma cópia do cromossomo materno. Microsporogênese constitui uma seqüência de eventos que ocorre desde a formação dos microsporócitos até a tétrade de micrósporos. No início da microsporogênese, as células esporógenas do interior do saco polínico, podem dar origem diretamente às células-mãe do grão de pólen. A megasporogênese é o procedimento de produção de esporos no aparelho reprodutor feminino da planta, dando origem ao saco embrionário, é um processo efêmero que acontece no início da formação do óvulo.

Palavras-chave: Gametas. Divisão celular. Mitose. Meiose.



1. INTRODUÇÃO

A partir das leis de Mendel, surgiu a teoria da herança cromossômica que relaciona os cromossomos com as leis de herança dos caracteres, constituindo um divisor de águas para o estudo dos cromossomos, no qual a citologia e a genética uniram seus conhecimentos numa área denominada citogenética. A citogenética teve seu maior desenvolvimento a partir do início do século passado, e seu avanço seguiu o aperfeiçoamento de técnicas e equipamentos de microscopia, portanto, citogenética é a ciência que estuda os cromossomos, constituintes celulares portadores da informação genética (BURNS; BOTTINO, 1991).

O estudo dos cromossomos tem sido utilizado como alicerce na identificação das relações filogenéticas e evolutivas entre os grupos dos seres vivos (RAVEN, 1975). Análises citogenéticas são utilizadas de forma rotineira na identificação vegetal, buscando quantificar o número e a morfologia dos cromossomos mitóticos, o aspecto do núcleo interfásico, o comportamento de cromossomos meióticos, bem como a microsporogênese e megasporogênese (VOSA, 1985).

A divisão meiótica tem sido estudada e citada em diferentes grupos de organismos, mostrando alta estabilidade evolutiva. Quando surgem alterações cromossômicas, podem ser barradas pela complexidade de alguns eventos, pela dificuldade no pareamento dos cromossomos, na formação e na manutenção de quiasmas e na co-orientação dos centrômeros (MORAES-FERNANDES et al., 1985).

Estudos mostram que ocorrência de irregularidades meióticas em células-mãe de pólen, podem estar relacionadas com o comportamento e a distribuição dos cromossomos. De acordo com Consolaro et al., (1996) as irregularidades mais apresentadas são: presença de células com alteração de número cromossômico; ocorrência de univalentes por falta de pareamento de alguns pares de homólogo; bivalentes não orientados por problemas de fuso; pontes, terminalização inadequada de quiasmas; micronúcleos resultantes de quebras ou univalentes. A fertilidade dos gametas masculinos e femininos é dependente da normalidade meiótica. Este estudo como objetivo apresentar uma revisão literária sobre a movimentação dos cromossomos durante o processo de divisão celular.





2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma variação cromossômica muito comum no processo evolutivo das plantas é a poliploidia, processo de fundamental interesse para o melhoramento genético vegetal. Algumas células podem sofrer ciclos endomitóticos, bem como erro meiótico, o que resulta em células poliplóides (GUERRA, 1988).

A Biologia Molecular pesquisa genes pertencentes aos indivíduos com técnicas que permitem o sequenciamento das bases nucleotídicas desse gene. É possível conhecer a sequência de bases nucleotídicas do gene de várias plantas agricultáveis como arroz, aveia, soja, bem como de bovinos e até mesmo de humanos. O projeto Genoma Humano possibilitou campo para o conhecimento dos genes de todas as espécies. Isso permite compreender também o que esses genes produzem nas plantas. Genes “estruturais” produzem proteínas que operam no desenvolvimento de todas as etapas do desenvolvimento dos vegetais desde a germinação até a produção de novas sementes (GRIFFITHS et al., 2002).

2.1. Movimentação dos cromossomos na reprodução sexual das plantas

O processo de reprodução é uma propriedade fundamental das células. As células se reproduzem pela duplicação de seus conteúdos, em sequência, divisão em duas células filhas, este processo garante a sucessão contínua das células identicamente dotadas. Em indivíduos unicelulares, ocorre uma pressão seletiva para que essa célula cresça e se divida o mais rápido possível, pois a reprodução celular garante o aumento do número de indivíduos. Nos indivíduos multicelulares, a multiplicação de novas células através da duplicação, permite o compartilhamento do trabalho, no qual grupos de células tornam-se especializados em determinada função (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013).

A reprodução sexual, constitui a mistura de genomas de dois indivíduos, para produzir um indivíduo diferente geneticamente de seus parentais. O ciclo reprodutivo sexual envolve a alternância de gerações de células haplóides, com gerações de células diplóides. A combinação de genomas é realizada pela junção de células haplóides que originam células diplóides. Em sequência novas células diplóides são geradas quando os descendentes de células diplóides se dividem pelo processo de mitose (AMABIS; MARTHO, 2004).





Todos os cromossomos possuem um núcleo de célula diplóide que contém duas versões análogas de cada cromossomo autossomo, um cromossomo paterno e um cromossoma materno, com exceção dos cromossomos sexuais. Essas duas versões são chamadas de homólogos, e na maioria das células possuem existência como cromossomos independentes. Na replicação do DNA ocorre a duplicação, cada um desses cromossomos é duplicado dando origem as cromátides que são então separadas durante a anáfase e migram para os polos celulares. Assim, cada célula filha recebe uma cópia do cromossomo paterno e uma cópia do cromossoma materno (SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010).

As espermatogônias e ovogônias (células diplóides), passam por várias divisões mitóticas, as células-filhas dessas células desenvolvem ciclo celular, e num determinado momento do ciclo celular acontecem inúmeras alterações que levam as células a entrar em meiose e darem origem a células háploides. Então, a meiose é definida como processo pelo qual o número de cromossomos é reduzido à metade em relação a sua célula originária. Assim, ao final da meiose, o gameta apresenta somente um cromossomo no lugar de um par de homólogos. O gameta possui uma cópia do cromossomo materno ou paterno. A meiose é um processo que envolve duas divisões celulares, porém, somente uma duplicação de cromossomas, o que permite a redução do número de cromossomos ao final do processo (AMABIS; MARTHO, 2004).

Na interfase, ocorre uma atividade biossintética intensa, momento em que a célula duplica seu DNA e dobra de tamanho. Nesse período, o núcleo interfásico possui como conteúdo principal, a molécula de DNA, que se encontra da forma desespiralizada com partes ligadas à carioteca. A esse estado do DNA dá-se o nome de cromatina. A partir do uso de corantes específicos como o corante de Feulgen, que coram somente o DNA, é possível realizar a análise de duas regiões diferenciadas da cromatina, a heterocromatina que é densamente corada e a eucromatina que é pouco corada. A posição de grande parte da heterocromatina nos cromossomos é constante, sendo então uma característica hereditária. Na eucromatina se encontra a maioria dos genes, pelo fato de ser menos helicoidizada, é alta a atividade gênica nessa região, devido à transcrição dos genes Guerra (1988).

Os três períodos G1, S e G2 são os que caracterizam o núcleo interfásico, assim, para que a célula tenha material genético (DNA) para dividir entre as células filhas





resultantes da divisão nuclear, é necessário que haja a duplicação, ficando, portanto, com o conteúdo celular dobrado (GUERRA, 1988).

2.2. Mitose

A mitose é o processo pelo qual as células somáticas dos seres vivos se dividem, produzindo, cada uma, duas células idênticas à original. A reprodução de células-filhas iguais à original tem como objetivo repor as células mortas no organismo, ou permitir o aumento do número delas nos processos de crescimento.

A interfase é uma fase que antecede a mitose, nela ocorre a duplicação dos cromossomos. Nesse caso, os filamentos simples de cromossomos passam a ser duplos, nesse momento, recebem o nome de cromátides. Nas células humanas, os 23 cromossomos passam a ser 23 pares, unidos por um ponto denominado centrômero. A divisão da célula realiza-se em quatro diferentes fases: prófase, metáfase, anáfase e telófase (SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010).

- Prófase: é a fase em que se inicia a mitose, observa-se alterações no núcleo e no citoplasma, os cromossomos já duplicados começam a se condensar, tornando-se visíveis. Os cromossomos estão se condensando ao mesmo tempo que o nucléolo começa a se tornar menos evidente, desaparecendo ao final da prófase. No citoplasma ocorre modificações no centro celular e nos microtúbulos do citoesqueleto (PIERCE, 2004).

Quando se inicia a prófase, os microtúbulos do citoesqueleto se desorganizam e as moléculas de tubulina que os compõem ficam livres no citosol, pois posteriormente irão compor o fuso mitótico. As fibras do áster dispõem-se radialmente a partir de cada centro celular. Essas fibras mais longas que se formaram, partem de cada áster em direção à região equatorial da célula recebendo o nome de fibras polares. Ao final da prófase, surgem no centrômero de cada cromossomo duplicado duas estruturas especializadas, denominadas cinetócoros (LOPES; RUSSO, 2010).

- Metáfase: nessa fase, os cromossomos encontram-se emparelhados em um mesmo plano na região equatorial da célula, denominado placa metafásica ou equatorial. Enquanto os cromossomos se encontram estacionários, observa-se no citoplasma movimentação intensa de partículas e organelas, que se dirigem de forma equivalente para polos opostos da célula (PIERCE, 2004).





- Anáfase: notamos seu início quando o centrômero de cada cromossomo duplicado se divide longitudinalmente, separando as cromátides-filhas. Uma vez separados, esses cromossomos são denominados cromossomos-filhos e são puxados para os polos opostos da célula, seguindo orientação das fibras do fuso. A anáfase termina quando os cromossomos-filhos atingem os polos das células. Com isso, cada polo recebe o mesmo material cromossômico, uma vez que cada cromossomo-filho possui a mesma informação genética (LOPES; RUSSO, 2010).

- Telófase: última fase da divisão mitótica, ocorre praticamente o inverso do que ocorreu na prófase, a membrana nuclear se reorganiza, os cromossomos se descondensam, o cinetócoro e as fibras cinetocóricas desaparecem e o nucléolo se reorganiza. Ambos núcleos-filhos adquirem ao final da telófase o mesmo aspecto de um núcleo interfásico. As fibras polares não desaparecem nessa etapa, ficando restritas ao citoplasma (LOPES; RUSSO, 2010).

2.3. Meiose

A meiose é um processo de divisão celular onde células diplóides, ou seja, com dois conjuntos de cromossomos, dão origem a quatro células haplóides, com apenas um desses conjuntos de cromossomos. Essa forma de divisão permite a formação dos gametas (células sexuais). Nas células humanas diplóides existem 46 cromossomos. A partir da meiose, elas passam a possuir 23 cromossomos. No processo de fecundação, ocorre a junção de dois gametas (masculino com feminino), resultando em uma célula ovo com 46 cromossomos. Através da meiose, ocorre a manutenção da diversificação do material genético nas espécies. A reprodução sexuada permite a combinação de genes de dois indivíduos diferentes, da mesma espécie, para produzir descendentes diferentes geneticamente entre si e de seus pais em uma série de características (GRIFFITHS et al., 2002).

Diferente da mitose, a meiose possui duas etapas (meiose I e meiose II) que, por sua vez, se subdividem em prófase, prómetáfase, metáfase, anáfase e telófase. Semelhante à mitose, a fase que antecede a meiose é conhecida como interfase, período em que os cromossomos da célula se duplicam e se apresentam como filamentos duplos, denominados cromátides (AMABIS; MARTHO, 2004).



De forma sintetizada, a meiose é um mecanismo que tem a finalidade de distribuição das unidades hereditárias (genes), possibilitando sua recombinação independente e ao acaso. Com a distribuição aleatória dos cromossomos homólogos maternos e paternos entre as células-filhas na divisão meiótica I, cada gameta recebe uma mistura diferente de cromossomos maternos e paternos (LOPES; RUSSO, 2010).

Com isso, o número de variações genéticas é imenso, devido ao crossing-over, fenômeno que ocorre durante a longa prófase da divisão meiótica I. Este processo possibilita uma combinação da constituição genética de cada um dos cromossomos nos gametas. Através do processo de recombinação genética que ocorre do crossing-over pode, ocasionalmente, traduzir-se numa vantagem evolutiva a uma espécie, ao longo dos anos (PIERCE, 2004).

2.4. As fases da Meiose I

A prófase I da meiose I foi dividida em cinco subfases consecutivas: Leptóteno, Zigóteno, Paquíteno, Diplóteno e Diacinese.

Prófase I:

- Leptóteno: esse período se caracteriza pelo início da condensação de cada cromossomo (já duplicados), formado por duas cromátides, podendo-se notar a presença de regiões mais condensadas, chamadas cromômeros (SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010).

- Zigóteno: A condensação dos cromossomos avança e os cromossomos homólogos pareiam-se. O início do pareamento ocorre no zigóteno e se completa no paquíteno. Na mitose não há pareamento de homólogos (SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010).

- Paquíteno: Os cromossomos homólogos já estão completamente emparelhados, possibilitando melhor visualização. Cada par de cromossomos homólogos possui 4 cromátides, constituindo uma tétrade ou bivalente, formada por cromátides-irmãs originárias de um mesmo cromossomo ou cromátides-homólogas que são originadas a partir de cromossomos homólogos. Duas cromátides homólogas podem sofrer uma ruptura na mesma altura e os dois pedaços podem trocar de lugar, realizando assim, uma Permutação ou Crossing-Over. A partir desse processo ocorre a





recombinação gênica, importante para o aumento da variabilidade gênica da espécie (PIERCE, 2004).

- Diplóteno: aqui, os cromossomos homólogos começam a se distanciar um do outro, mas permanecem ligados por regiões onde ocorreu crossing-over. Essas regiões são denominadas Quiasmas. O número de quiasmas nos mostra, então, o número de permutações ocorridas (SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010).

- Diacinese: permanece ocorrendo a condensação dos cromossomos e a separação dos homólogos. Com isso, os quiasmas vão deslocando para as extremidades das cromátides, processo denominado Terminalização dos Quiasmas (PIERCE, 2004).

Metáfase I:

Os cromossomos duplicados e pareados conservam-se dispostos na região equatorial da célula. Os cromossomos atingem o máximo de condensação e os quiasmas mantêm os cromossomos homólogos unidos (LOPES; RUSSO, 2010).

Anáfase I:

Essa fase é caracterizada pela migração dos cromossomos para os polos. O par de cromossomos homólogos separa-se, indo um cromossomo duplicado de cada par para cada polo da célula, não ocorrendo divisão do centrômero, diferença significativa entre a anáfase da mitose e da meiose (LOPES; RUSSO, 2010).

Telófase I:

Processo bem semelhante ao da mitose, os cromossomos desespiralizam-se, a carioteca e o nucléolo reorganizam-se e ocorre a citocinese (LOPES; RUSSO, 2010).

2.5. As fases da Meiose II

Processo mito semelhante à mitose. Ocorre formação de células haplóides a partir de outras haplóides, durante a meiose II. Todo esse DNA está desespiralizado no núcleo da célula, no entanto, é necessário que haja uma organização de toda essa cromatina para que aconteça a divisão equivalente para as células filhas. Para isso a cromatina se modifica em cromossomos, pelo processo de condensação (GUERRA, 1988).

2.6. Microsporogenese e espermatogênese

A meiose é um evento altamente integrado, caracterizado pelo acontecimento de complexos fenômenos bioquímicos e mecânicos que se processam ordenadamente.





É imprescindível para os indivíduos que apresentam reprodução sexuada, pois garante a formação de células haploides que, após a fecundação, restabelecem o número de cromossomos da espécie (GRIFFITHS et al., 2002).

Anormalidades que por ventura, venham a ocorrer durante a meiose podem levar à formação de gametas com um número de cromossomos não balanceado e, em geral, inviáveis. No caso de plantas, tais anormalidades podem ocasionar baixa produtividade tornando-se seu estudo, assim, atraente do ponto de vista econômico, a meiose é particularmente sensível a estresses ambientais. Os genes mutantes seriam mais sensíveis a flutuações ambientais. Entre os fatores do ambiente capazes de influenciar o processo meiótico destacam-se os climáticos e as condições do solo. Estes estresses podem resultar em grandes perdas para muitas culturas (CAETANO-PEREIRA et al., 2000).

Microsporogênese constitui uma seqüência de eventos que ocorre desde a formação dos microsporócitos até a tétrade de micrósporos. No início da microsporogênese, as células esporógenas do interior do saco polínico, podem dar origem diretamente às células-mãe do grão de pólen (microsporócito). O micrósporo (haploide) sofre uma divisão mitótica da qual resultam duas células, sendo uma célula menor, a geradora, e uma maior, a vegetativa (célula do tubo). A maioria das espécies liberam seus grãos de pólen nesse período, e cada um desses compõe um microgametófito binucleado. Durante esse processo, a segunda mitose acontece após a polinização, no estigma da planta receptora do pólen, antes do desenvolvimento do tubo polínico. Em algumas plantas a célula geradora sofre uma nova mitose, ocasionado a formação dos dois núcleos gaméticos masculinos. Nesse processo, o grão de pólen constitui o microgametófito maduro, trinucleado (GRIFFITHS et al., 2002).

No período embrionária do indivíduo, originam-se células germinativas que, nos testículos maduros (puberdade), vão originar as espermatogônias após passarem pelo processo de mitose. As espermatogônias ocasionalmente podem dividir-se e originar outras espermatogônias (espermatogônias do tipo A) ou se dividirem e tornarem-se espermatogônias do tipo B. As espermatogônias do tipo B dividem-se também por mitose e dão origem ao espermatócito primário (AMABIS; MARTHO, 2004).

Na seqüência, o espermatócito entra no processo de meiose, processo de divisão celular que irá originar as células com metade do número de cromossomos da



célula-mãe. No fim da meiose I, os espermatócitos primários são denominados de espermatócitos secundários e apresentam metade do número de cromossomos. Essas células entram em mitose II e originam novas estruturas denominadas espermatídes. Cada espermatócito primário será responsável, no final da meiose, pela ascendência de quatro espermatídes, cada uma com a metade do número de cromossomos da célula-mãe (AMABIS; MARTHO, 2004).

Todo esse processo pode ser resumido em três etapas: multiplicação, crescimento e maturação. Na multiplicação, ocorre o aumento do número das espermatogônias. No crescimento, acontece a formação dos espermatócitos primários. Na fase de maturação, observamos a ocorrência da meiose e o término da formação das espermatídes. Depois de formadas, as espermatídes começam o processo de espermiogênese, que apresenta como principal característica o surgimento de inúmeras mudanças responsáveis pela diferenciação da célula e pela formação do espermatozoide (AMABIS; MARTHO, 2004).

2.7. Megasporogênese e singamia

Megasporogênese é o procedimento de produção de esporos no aparelho reprodutor feminino da planta, dando origem ao saco embrionário, é um processo efêmero que acontece no início da formação do óvulo, que se encontra preenchido por um tecido chamado nucela. É a partir deste tecido que se caracteriza a célula-mãe do saco embrionário ou megasporócito. Por divisões meióticas formam-se quatro células, das quais três se destrói, o restante forma o megásporo que logo passa para a etapa gametofítica por divisões mitóticas de seu núcleo, gerando o saco embrionário, dentro de um óvulo agora maduro. O saco embrionário é composto por sete células, antípodas, sinérgides, dois núcleos polares em uma grande célula central e a oosfera (OZIAS-AKINS, 2006).

Durante a megasporogênese, uma célula inicial diplóide, o megasporócito ou célula mãe do megásporo, passa por meiose para produzir, primeiramente, quatro células haplóides (os megásporos). As angiospermas possuem três padrões de megasporogênese: monospóricos, bispóricos e tetraspóricos, também chamado de *Polygonum*, tipo *Alisma*, e do tipo *Drusa*, respectivamente. O modelo monospórico ocorre mais frequentemente e é localizado em muitos grupos de maneira econômica e





biologicamente importantes, como Brassicaceae (por exemplo, Arabidopsis, Capsella, Brassica), Gramineae (por exemplo, o milho, o arroz, o trigo), Malvaceae (por exemplo, algodão), Leguminoseae (por exemplo, feijão de soja), e Solanaceae (por exemplo, pimentão, tabaco, tomate, batata, petúnia) (OZIAS-AKINS, 2006).

Singamia é o procedimento em que duas células, um espermatozóide e um ovócito se unem durante a fertilização. Ao contrário da ligação, em que as duas células ou organismos (normalmente uma bactéria ou um protozoário) trocam o material genético conservando a sua individualidade, na singamia, as duas células perdem a sua identidade, unindo, hora o citoplasma (plasmogamia), hora os núcleos (cariogamia). Cariogamia, Singamia ou anfimixia é a síntese no interior do óvulo do seu pronúcleo (pronúcleo feminino, haplóide, oriundo do oócito II) com o pronúcleo masculino (haplóide, oriundo do espermatozóide ou do anterozóide, no caso das plantas), que produzirá à primeira célula do novo indivíduo, o ovo ou zigoto (diplóide – $2n$). Pode dizer-se que esta é a última fase da fecundação, nas práticas de reprodução sexuada (AMABIS; MARTHO, 2004).

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia: Biologia das células**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 175-193.
- BURNS, G.W; BOTTINO, P.J. **Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 6.ed. 1991. p.35-38.
- CAETANO-PEREIRA, C. M., SILVA, P. R., SILVA, N., MEIRELLES, W. F., BRASIL, E. M.; PAGLIARINI, M. S. Avaliação citogenética da microsporogênese de uma nova variedade de milho (BRS 4150). In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia, MG. A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados: resumos expandidos. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Uberlândia: Universidade Federal de Uberlandia, 2000., 2000.
- CONSOLARO, M. E. L.; PAGLIARINI, M. S.; CHAVES, L. J. Meiotic Behavior, Pollen Fertility and Seed Production in Brazilian Populations of *Centella asiatica* (L.) Urban (Umbelliferae). **Cytologia**, v. 61, p. 375-381, 1996.
- GRIFFITHS, A.J.F. et al. **Introdução à Genética**. Ed. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 2002.
- GUERRA, M. S. **Introdução à citogenética geral**. Rio de janeiro: Guanabara, 1988. 142 p.



- LINHARES, S.; GEWANDSZAJDER, F. **Biologia hoje**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013, p. 159-165.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: Volume 1**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 354-373.
- MORAES-FERNANDES, M. I.; ZANETTINI, M. H. B.; GUERRA, M. S.; DEL DUCA, L. J. A.; SERENO, M. J. C.; ZANELLA, C. C. Instabilidade cromossômica e adaptação em trigo. In: AGUIAR-PERECIN, M. L. R.; MARTINS, P. S.; BANDEL, G. **Tópicos de cito genética e evolução de plantas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1985. p. 69-110.
- OZIAS-AKINS, P. Apomixis: developmental characteristics and genetics. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 25, n. 2, p. 199-214, 2006.
- PIERCE, B.A. **Genética: Um Enfoque Conceitual**. Ed. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 2004.
- RAVEN, P. H. The bases of angiosperm phylogeny: cytology. **Ann. Mo. Bot. Gard.** v. 62, p. 724-764, 1975.
- SANTOS, F. S.; AGUILAR, J. B. V.; OLIVEIRA, M. M. A. **Biologia: Ser protagonista**. 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2010, p. 172-185.
- VOSA, C. G. Plant chromosome banding and cytotaxonomy. **Tópicos de citogenética e evolução de plantas**. In: AGUIAR-PERECIN, M. L. R.; MARTINS, P. S.; BANDEL, G. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1985. p. 17-25.



MACHO-ESTERELIDADE: UMA REVISÃO

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-5

Andressa Alves Cabreira dos Santos¹
Pedro Alberto Giovanne Engelberg¹
Suelene Surubi de Melo¹
Vanessa Reniele Souza de Arruda¹
Isane Vera Karsburg²

¹ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

O uso de mecanismos genéticos de cada espécie vegetal, tem contribuído de maneira significativa para melhor desempenho no sistema agrícola, por meio de característica promissoras de cada indivíduo inicia-se o processo de seleção dando abertura a programas de melhoramento genético e por meio disso a possibilidade de obter uma planta superior. A descoberta da macho-esterilidade tanto nuclear como citoplasmática teve grande importância para o sistema de produção, bem como para espécies autógamas que produzem pólen não viáveis (estéreis) afetando diretamente no rendimento produtivo. Dessa maneira a utilização adequada da macho-esterilidade tornou uma ferramenta primordial para aplicação de melhoramento em muitas linhagens, podendo determinar a escolha de progenitores de plantas férteis e plantas estéreis e por meio disso permitir cruzamentos entre os caracteres de interesse garantindo a produção de sementes viável, sendo fator de muita relevância aos produtores.

Palavras-chave: Híbridos. Esterilidade. Melhoramento genético.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, um assunto que vem se destacando nos meios de comunicação, é a expansão populacional em nosso planeta, que conseqüentemente exige uma demanda maior de alimentos, dessa forma, é necessário criar alternativas para se produzir mais de maneira eficiente, segura e sustentável (SAATH, FACHINELLO, 2018).

O progresso tecnológico no setor agrícola, especialmente a tecnologia de melhoramento de plantas, tem promovido o incremento da produção agrícola



(MENEZES et al., 2019, DU ET AL., 2020). Dentre muitos fatores que ajudam na expansão da produtividade, atenção especial tem sido dada para o desenvolvimento de técnicas mais adequadas para o cultivo. Nesse contexto, melhoristas de plantas têm atribuído grande importância em obter sementes híbridas para explorar a sua potência produtiva (CROW, 1998).

As sementes híbridas são adquiridas através da polinização cruzada entre indivíduos geneticamente diferentes, o que garantem maior uniformidade das lavouras, e além de aumentar potencial de produção, também melhora a qualidade e a tolerância ou resistência aos fatores bióticos e abióticos, promovendo o manejo facilitado das lavouras e explorando a potencialidade produtiva (BIUDES, 2012). No entanto, existe um desafio importante para a produção de sementes híbridas em geral, onde há a necessidade de métodos especializados para se produzir de maneira eficaz e precisa. Nesse sentido, os programas de melhoramento têm se utilizado como artifício o uso da macho-esterilidade, visando suprir essa necessidade no processo de cultivo.

Nesse contexto, o capítulo visou tratar o assunto minuciosamente, indicando aos pesquisadores e produtores o emprego de novas técnicas eficientes na produção agrícola como o uso do macho esterilidade, que permite a otimização da cadeia produtiva.

Diante da importância dessa técnica, o presente estudo teve por objetivo apresentar uma revisão sobre macho esterilidade, apresentando as principais informações sobre esse tema.

2. MACHO-ESTERILIDADE

A macho-esterilidade ocorre quando não há se produz pólen viáveis nos indivíduos, mesmo que não haja nenhuma anormalidade nos órgãos florais femininos e na estrutura vegetativa (BELICUAS, GUIMARÃES, 2010). Dessa forma, não ocorre a autofecundação, então a planta só produzirá sementes do pólen oriundo de outras plantas. Essa característica designada macho-esterilidade, e é muito importante porque pode produzir híbridos sem que se faça a emasculação, o que aumenta os custos de produção (RAMALHO et al., 2012).

A primeira menção à macho esterilidade foi no ano de 1763, por Koelreuter, que notou o aborto de anteras em alguns híbridos (BIUDES, 2012). Conforme Kaul (2012),





em mais de 300 espécies ocorre a macho esterilidade, desde sua descoberta. Podendo ser utilizada como ferramenta valiosa para produção de sementes comercial, especificamente em culturas de interesse agrícola, como sorgo, arroz, soja e girassol (BELICUAS, GUIMARÃES, 2010).

Nas últimas décadas, os programas de melhoramento genético aumentaram o interesse pelo domínio da macho-esterilidade e pelo conhecimento, com o objetivo de desenvolver variedades híbridas com mais eficiência e um custo menor (SIMÕES, 2017).

Hoje em dia, vários tipos de macho-esterilidade já foram descritos. Principalmente, nas espécies em que ocorre, como é o caso de milho por exemplo, os melhoristas fazem uso apenas de condicionamento de fatores nucleares e citoplasmáticos (BIUDES, 2012). Segundo Colombo e Galmarini (2017), a macho-esterilidade citoplasmática, afeta os micrósporos, enquanto, a macho esterilidade nuclear, afeta a gametogênese masculina. São respectivamente representadas pelas siglas CMS (Cytoplasmic Male Sterility) e GMS (Genic Male Sterility).

A macho-esterilidade de um indivíduo, independente da origem (citoplasmática ou nuclear), pode apresentar inúmeras interações importantes com o meio ambiente. Variáveis climáticas, disponibilidade de água, entre outros fatores, indicam que há interação com fatores genéticos e fatores ambientais, por estar correlacionados com a reversão parcial da esterilidade de maneira positiva ou negativamente positivamente ou negativamente (MUNCH et al., 2010, WEIDER et al., 2009).

3. MACHO-ESTERILIDADE CITOPLASMÁTICA (CMS)

A produção de grãos no país, estimada em 250,5 milhões de toneladas, ou seja, ou 8,5 milhões de t (3,5%) a mais do que o colhido em 2018/19 (CONAB 2020). Com o passar dos anos podemos observar o aumento da produtividade, com o clima a favor da produção e com uso de tecnologias no campo. As estimativas atuais apontam para uma produção recorde de mais de 108.068 mil toneladas de milho no país, com destaque para o volume previsto na segunda safra, que representa quase 77% desse total (CONAB 2021). Hoje podemos ver recorde de grãos alcançado no país. Alguns anos atrás víamos grandes prejuízos dos grãos por infestação de fungos *Helminthosporium maydis* race T.

O macho-esterilidade citoplasmática é determinada pela forma do ínvido produzir macho estéril, que é envolvido pelo gene mitocondriais, herdado pela mãe,



restaurado pela fertilidade nuclear da natureza. O CMS é descrito em 140 espécies vegetais como; arroz, milho, sorgo, beterraba, feijão, cenoura, petúnia e girassol.

Há várias categorias de macho-esterilidade, conforme o sistema de restauração utilizado, no melhoramento existem três sistemas utilizados, sendo eles: CMS-T; CMS-S; CMS-S.

3.1. CMS – T

Foi o primeiro sistema descoberto, ocorrendo no milho, sendo identificado em 1944, no estado do Texas – EUA, na variedade Golden June (Rogers, 1952). É um sistema caracterizado pelo aborto do pólen e pela falha de protrusão da antera. Este sistema possui um grande número de células binuclear.

Desde a descoberta deste sistema, um grande avanço na área de melhoramento genético, eliminando grandes custos com emasculação manual/mecanizada no campo produtivo de sementes híbridas. Em 1950 e 1970, houve implementação na produção de sementes desse sistema no Estados Unidos e no Brasil. Para o sucesso do CMS –T foram importantes, o fornecimento de uma fonte estável de CMS para a produção de sementes (LEVINGS III, 1990) e a obtenção fácil dos restauradores desse tipo de citoplasma (SIMÕES 2017). Mas em 1970 nos EUA houve uma epidemia pelo fungo Helmintosporiose e acometeu cerca de 85% dos materiais de milho produzidos, extinguindo a produção dessas sementes no campo. Esse fungo é responsável pela produção da patotoxina BmT, que é hospedeiro específico para o sistema de esterilidade citoplasmática, mas não para outros citoplasmas de milho e outras espécies de plantas (LEVINGS III, 1990). Logo após esse prejuízo, a produção dos híbridos foi interrompida, os trabalhos seguiram com a aplicação normal de citoplasma, utilizando C ou S.

3.2. CMS – S

Este é um grupo que consiste em distinguir o gene envolvido na restauração da fertilidade do pólen, no momento é o maior grupo do sistema e possui um numerosas fontes citoplasmática. No entanto, esse sistema é considerado o tipo mais instável de fertilidade e exibindo a incompleta macho-esterilidade em linhas estéreis sobre específicos antecedentes genéticos (GABAY-LAUGHNAN, et al. 1995; WEIDER, et al. 2009). Por conta dessa incompatibilidade o uso desses milhos híbridos não obteve sucesso.



Este citoplasma é um sistema gametofíticos. O CMS-S se caracteriza por pequenos plasmídeos de peso baixo molecular denominado S1 e S2. A improdutividade do pólen durante seu desenvolvimento está associada à região R do genoma mitocondrial, parte em que acontece a expressão da quimera orf355-orf77 e coopera para a esterilidade (WEN et al., 1999; MATERA et al., 2011). A fertilidade desse indivíduo dá-se por meio do gene nuclear rf3 dominante situado no cromossomo 2.

3.3. CMS - C

Este sistema é o mais utilizado e estável entre os dois mencionados acima, descrita por Beckett (1971) em uma cultivar brasileira. Atualmente o CMS – C tem sido o sistema mais utilizado para geração de linhagens macho-estéreis em programas de melhoramento de milho e desenvolvimento de híbridos (BELICUAS; GUIMARÃES, 2009). Este sistema não é utilizado em grande escala, pois há instabilidade climática.

Alterações mitocondriais associadas com a macho esterilidade incluem a produção de novas proteínas a partir de ORFs (Open Reading Frames) quiméricas, alterações na taxa de expressão de genes normais e síntese de proteínas mitocondriais alteradas devido à edição de RNA BELICUAS & GUIMARÃES 2009.

4. MACHO-ESTERILIDADE NUCLEAR (GMS)

Desde a primeira descrição da macho-esterilidade nuclear em milho por Eyster (1921), diversos relatos sobre genes nucleares que influencia a produção normal do pólen ou a morfologia da antera têm contribuído com o avanço do conhecimento da comunidade científica. No momento atual mais de 175 espécies apresentam genes nucleares descritos, dentre elas podemos destacar o arroz, sorgo, soja, pimenta e couve (COLOMBO; GALMARINI, 2017).

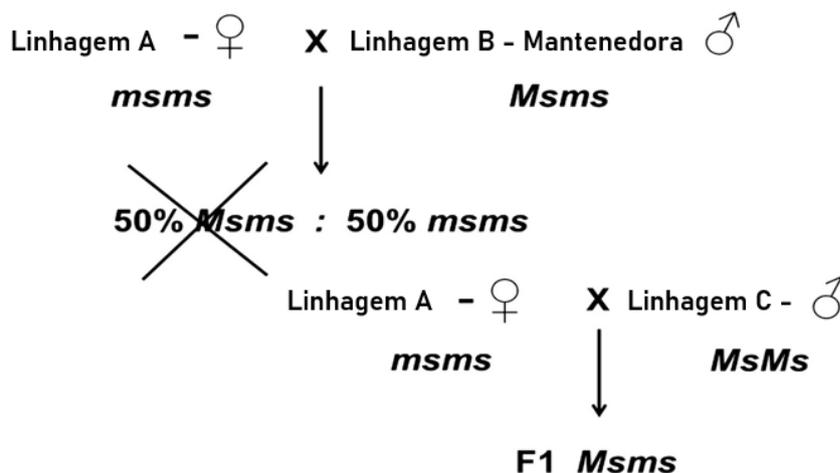
A macho-esterilidade nuclear está envolvida por alelos recessivos (ms/ms) que quando expressos em homozigose são as causas dessa condição no indivíduo, sendo relacionados com à ausência e degeneração dos grãos de pólen e a não abertura da antera quando o estigma está viável ou a não presença de estigmas. A mutações e ou lesões nos genes nucleares responsáveis pela codificação normal do grão de pólen podem causar modificação nos estágios de desenvolvimento das anteras promovendo a macho-esterilidade.





A reparação da fertilidade e a propagação de progenitores macho-estéril dá-se entre o cruzamento de uma linhagem homocigota para restauração da fertilidade (M_s/M_s) e com uma linhagem heterocigota para o alelo (M_s/m_s), denominada de mantenedora. No entanto, a proporção desse cruzamento gerará 50% macho-estéreis (m_s/m_s) e 50% macho-férteis (M_s/m_s). (conforme a Figura 1)

Figura 1- Produção de sementes híbridas usando GMS recessivo (adaptado).



Fonte: (COLOMBO; GALMARINI, 2017).

Entretanto, o genótipo pode oferecer mecanismos de restauração total ou parcial da fertilidade dos pólenes, de acordo com as condições do ambiente, com o fotoperíodo, temperatura, (MENEZES et al., 2019) induzindo a esterilidade gênica sensível ao fotoperíodo (PGMS) e termosensível (TGMS), isso significa que as plantas ora serão macho-estéril a uma determinada temperatura ou fotoperíodo e macho-férteis em outras condições. As linhas TGMS e PGMS foram relatadas em algumas culturas hortícolas tendo sua produção de híbridos em pimenta malagueta, couve, couve-flor e tomate (DHALL 2010, RADKOVA et al. 2009).

5. PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS

Com a demanda para se produzir alimentos, muitos avanços foram alcançados dentro do setor agrícola, as tecnologias implementadas no agronegócio, juntamente com as pesquisas científicas têm contribuído significativamente para auxiliar o produtor e ofertar produtos de melhor qualidade, como o caso das sementes híbridas (SILVA,



2019), que são produzidas com elevado vigor e características genéticas promissoras (CRUZ et al, 2011).

A produção de sementes híbridas está diretamente relacionada com o caráter de macho estéril ou fértil das linhagens escolhida, pois através desse mecanismo possibilita desenvolver-se de sementes viáveis para o sistema de cultivo. Em condições naturais plantas hermafrodita ou monoica, apresentam morfologicamente incompatibilidade na reprodução, produzindo por vez pólen não viáveis interferindo diretamente na autofecundação.

Deste modo o programa de melhoramento genético atua na eliminação de emasculação da planta tornando-a fértil e a partir disso promovendo segregações recombinantes obtendo semente híbrida produtivas (PHOELMANM, 1983).

Entre os aspectos fundamentais para produzir um híbrido, a variabilidade genética de plantas progenitoras é um dos fatores que contribui para o bom desempenho de programas de melhoramento genético (PEGORARO et al, 1999). Outras condições como a escolha das linhagens que sejam segregantes entre si, corresponde uma melhor combinação da progênie (RAMALHO et al, 2012) estabelecendo por fim uma semente comercialmente viável no sistema de produção (BRAGANTINI, 2001).

6. OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DAS PROGÊNIES MACHO-ESTÉRIL E MANTENEDORA

A primeira etapa para se obter um híbrido, é a escolhas das possíveis linhagens, ao qual se deve escolher indivíduos que tenham características de interesse e combinações heterozigóticas entre si, sendo necessário ter conhecimento genético de cada uma das linhagens para a geração de parentais que apresentam segregação (CARVALHO et al, 2003). Desse modo considerando a macho-esterilidade de algumas espécies são determinadas três linhagens, uma Linhagem A (fêmea) com a aspectos de macho-esterilidade citoplasmática e uma linhagem B (Macho) onde possui gene citoplasmático fértil, com alelos nucleares recessivos pela restauração da fertilidade (RAMALHO et al, 2012) e a Linhagem R com característica de macho fértil com alelos dominantes para restaurador da fertilidade.

Entre os principais métodos em programas de melhoramento genético destaca-se o método da população (Bulk), genealógico (Pedigree), SSD (descendentes de uma única semente), retrocruzamento (características quantitativas). Tendo as sementes das





linhagens puras, o método do estudo as sementes serão levadas para o campo, onde serão feitas todas as avaliações agronômicas necessárias, ao ser analisado, caso o resultado se mostre promissor, mostrando viabilidade, o cruzamento final dessa semente será lançado um novo híbrido (BESPALHOK, et al, 2007).

Assim ao cruzar a linhagem A x B obtém-se uma prole totalmente estéril em função de B (mantenedora) não restaurar a fertilidade em A, e ao realizar o retrocruzamento com a linhagem B para transferência do citoplasma de B para A, em torno da 5 geração a proli será de macho-estéril semelhante a B. Quando ocorre o cruzamento entre A e R obtém-se indivíduos férteis, devido o restaurador de fertilidade de R ser dominante e desta maneira tendo um híbrido viável produtivamente.

7. SISTEMA CMS DE PRODUÇÃO

O sistema macho esterilidade citoplasmática está associado ao gene de herança materna, ou seja, o gene citoplasmático o que muito contribuiu para aquisição de sementes híbridas (SILVA et al, 2016). Deste modo, após a obtenção e confirmação de eficácia da linhagem desta condição de esterilidade mantenedora, faz-se o retrocruzamento com a progênie mantenedora para multiplicação dessas sementes. Tendo essas sementes prontas entra na fase para se obter a F1 onde as sementes macho estéreis, são plantadas em fileiras alternadas com a linhagem restauradora, a proporção das fileiras depende da capacidade de polinização da cultura (MENEZES et a., 2019).

8. SISTEMA GMS DE PRODUÇÃO

O sistema macho esterilidade genética (GMS), é bastante utilizada no melhoramento para que se possa adquirir uma população (MENEZES et al 2019). Esse sistema caracteriza por condicionar alelos recessivos em homozigose, está associado com a incompatibilidade ou má produção de pólen. Porém, são usados principalmente na hibridação para facilitar o processo de seleção recorrente (REDDY et al., 2003) ou para utilizado para auxiliar a conversão de plantas de autofecundação para plantas de fecundação cruzada (MENEZES et al 2019).





9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção de híbridos por meio de linhagem que apresentam macho esterilidade é de total impotência para programas de melhoramento genético, bem como, realizar estudo genético das linhagens de interesse para assim determinar as bases genéticas e as metodologias que devem ser aplicadas para a formação de um novo indivíduo.

REFERÊNCIAS

- BELICUAS, Sílvia Neto Jardim; GUIMARÃES, Lauro José Moreira. **Avaliação molecular da macho-esterilidade citoplasmática em milho**. *Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo*. Sete Lagoas-MG. Ano, v. 4, 2009.
- BESPALHOK, J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas**. Disponível em: www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo (2007). Acesso em 17 de março de 2021.
- BIUDES, G. B. **Efficiency ant stability from male-sterile in bred linesin corn**. 2012.
- BRAGANTINI, Claudio; GUIMARÃES, Elcio Perpétuo; CUTRIM, Veridiano dos Anjos. Produção de sementes macho-estéreis em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 273-277, 2001.
- CARVALHO, Luiz Paulo de et al. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.
- COLOMBO, Noemi; GALMARINI, Claudio Romulo. The use of genetic, manual and chemical methods tocontrol pollination in vegetable hybrid seed production: a review. **Plant Breed**, v. 136, n. 3, pág. 287-299, 2017.
- CONAB – **Acompanhamento de safra Brasileira- safra 2020/21**.
- CONAB – **Início da colheita de milho confirma recorde de 250,5 milhões de T na produção total de grãos, 2020**.
- CROW, James F. 90 years ago: the beginning of hybrid maize. **Genetics**, v. 148, n. 3, p. 923-928, 1998.
- CRUZ, José Carlos et al. Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2013.
- DHALL, R. K. Status of male sterility in vegetables for hybrid development. A review. **Advances in Horticultural Science**, p. 263-279, 2010. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/42883525>> Acesso em: 21 de março. 2021.



- DU, Minmin et al. A biotechnology-based male-sterility system for hybrid seed production in tomato. **The Plant Journal**, v. 102, n. 5, p. 1090-1100, 2020.
- GABAY-LAUGHNAN, S; Zabala, G; Laughnan, J.R. (1995). S-type cytoplasmic male sterility in maize. In: Levings CS III, Vasil IK, eds. **The Molecular Biology of Plant Mitochondria**. Dordrecht: Kluwer Academic; 395-432.
- KAUL, Mohan LH. **Male sterility in higher plants**. Springer Science & Business Media, 2012.
- LEVINGS, Charles S. The Texas cytoplasm of maize: cytoplasmic male sterility and disease susceptibility. **Science**, v. 250, n. 4983, p. 942-947, 1990.
- DE MENEZES, Cicero Beserra et al. Uso da macho-esterilidade no melhoramento genético de sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2019. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210291/1/Circ-255.pdf>> Acesso em: 21 de março. 2021.
- MUNSCH, Magali A. et al. Grain yield increase and pollen containment by Plus-Hybrids could improve acceptance of transgenic maize. **Crop Science**, v. 50, n. 3, p. 909-919, 2010.
- PEGORARO, Diego Girardi et al. Indução à macho-esterilidade e formação de sementes em genótipos de trigo. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 219-223, 1999.
- POEHLMAN, John M. **Breeding field crops**. Springer Science & Business Media, 2013.
- RADKOVA, M. et al. Study on the potential of genic male sterility in tomato as a tool for pollen flow restriction. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 23, n. 3, p. 1303-1308, 2009. Disponível em:<
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13102818.2009.10817658>>. Acesso em: 21 de março. 2021.
- RAMALHO, M. A. P., SANTOS, J. B. dos., PINTO, C. A. B. P., SOUZA, E. A. de., GONÇALVES, F. M. A., SOUZA, J. C. de., **Genética na agropecuária**. 5. ed., rev. – Lavras: Ed. UFLA, 2012.
- RAO, M. Krishna; DEVI, K. Uma; ARUNDHATI, A. Applications of genie male sterility in plant breeding. **Plant Breeding**, v. 105, n. 1, p. 1-25, 1990.
- REDDY, B. V. S. et al. Cytoplasmic-nuclear male sterility: origin, evaluation, and utilization in hybrid development. (Ed.). **Plant breeding: mendelian to molecular approaches**. New Delhi: Narosa Publishing House, 2003.
- ROGERS, John S.; EDWARDSON, John R. The utilization of cytoplasmic male-sterile inbreds in the production of corn hybrids. **Agron. J**, v. 44, n. 0952, p. 8-13, 1952.
- SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia**



e **Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032018000200195&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 13 de mar. 2021.

DA SILVA, Ruane Alice; PARRELLA, RA da C.; DA SILVA, Michele Jorge. Desenvolvimento de linhagens macho-estéreis (A) e mantenedoras (B) de sorgo sacarino. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 10., 2016, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

SILVA, R. C. Produção Vegetal, processos técnicas e formas de cultivo, ed. Saraiva, Cap 5. P. 109. 2019

SIMÕES, M. G., **Uso da macho-esterilidade na produção de sementes de milho híbrido**. Trabalho de conclusão de curso para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Viçosa – minas gerais. 32 p. 2017.

WEIDER, Christophe et al. Stability of cytoplasmic male sterility in maize under different environmental conditions. **Crop Science**, v. 49, n. 1, p. 77-84, 2009.



CAPÍTULO VI

DETECÇÃO DA CITOTOXICIDADE E GENOTOXICIDADE DO EXTRATO DE *MYRCIA MULTIFLORA* EM BIOINDICADOR *ALLIUM SATIVUM*

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-6

Pedro Sávio Sousa Nunes da Silva ¹
Jeferson Gonçalves de Jesus ²
Givanildo Rodrigues da Silva ¹
Altacis Junior de Oliveira ²
Taniele Carvalho de Oliveira ³
Isane Vera Karsburg ⁴
Erika Loraine da Silva ¹
Mirian da Silva Almici ¹

¹ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Doutorandos em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede PRO-CENTRO OESTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

³ Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁴ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

A auto ingestão de substâncias não conhecidas presentes em algumas plantas podem trazer riscos à saúde humana, faz necessário a aplicação de estudos sobre a toxicidade e mutagenicidade do uso de plantas medicinais, para que haja uma utilização de forma segura e eficaz. Com isso, objetivou-se avaliar a citotoxicidade e genotoxicidade de extratos da planta medicinal; pedra ume-caá, por meio da análise do ciclo celular em células meristemáticas de *Allium sativum* L. O experimento foi conduzido no laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular, Campus universitário de Alta Floresta da UNEMAT. As folhas de *Myrcia multiflora* foram pesadas e fervidas em água destilada para obtenção dos extratos, para os testes de citotoxicidade e genotoxicidade foi utilizado bulbos de *Allium sativum*. Considerou-se como controle positivo dipirona sódica em 500 mg L⁻¹ e controle negativo somente água destilada. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (desenvolvimento em contato direto e por 48 horas) e quatro concentrações, com cinco repetições por concentração, totalizando 40 bulbos, para as análises microscópicas adotou-se sete meristemas radiculares de cada amostra. Foi avaliado o índice mitótico, porcentagem de células anormais e porcentagem de células em interfase. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As alterações no índice mitótico promovido pelas maiores doses em contato contínuo demonstram que substâncias presentes em extratos de *Myrcia multiflora* interferem na divisão celular e no desenvolvimento do sistema radicular de *Allium sativum*.



Palavras-chave: Citotoxicidade. Divisão celular. Extratos de planta. Índice mitótico.

1. INTRODUÇÃO

A auto ingestão de substâncias não conhecidas presentes em algumas plantas podem trazer riscos à saúde humana. Como mostra o estudo realizado por Maciel (2018) sobre a evolução das intoxicações causadas por plantas entre os anos de 2000 a 2015, com dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas-SINITOX, que a intoxicação por automedicação está em quarto lugar na classificação em relação a circunstância de intoxicação com 292 (1,2%) casos.

Diversas substâncias isoladas de plantas que são tidas como medicinais contém atividade citotóxica e genotóxica que estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento de tumores (VEIGA JUNIOR, 2005).

A família *Myrtaceae* compreende cerca de 140 gêneros, com aproximadamente 3.500 espécies divididas em duas subfamílias *Myrtoideae* e *Leptospermoideae* (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III, 2009; MORAIS, 2014). O gênero *Myrcia* DC. pertence à subtribo *Myrciinae* é um dos maiores gêneros americanos de *Myrtaceae*, com mais de 300 espécies distribuídas do México até o sul do Brasil (LIMBERGER et al., 2004). Há espécies de *Myrcia* que são utilizadas na medicina popular, como é o caso da *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (pedra-ume-caá), aplicada no tratamento da diabetes, como hipogliceminante (AGUIAR, 2000).

Com isso, se faz necessário a aplicação de estudos sobre a toxicidade e mutagenicidade do uso de plantas medicinais, para que haja uma utilização de forma segura e eficaz. O índice mitótico é usado como indicador de proliferação adequada das células, o que pode ser medido através do teste vegetal *Allium cepa*. Esse teste é um excelente bioindicador, devido ao seu baixo custo, confiabilidade (FACHINETTO, 2007; BECAVELLO et al., 2012). Entretanto, cabe também a avaliação por meio de outros bioindicadores.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a citotoxicidade e genotoxicidade de extratos da planta medicinal; pedra ume-caá, por meio da análise do ciclo celular em células meristemáticas de *Allium sativum* L. adquirida no município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.





2. METODOLOGIA

As folhas de *Myrcia multiflora* é popularmente utilizada na medicina caseira e facilmente encontradas desidratadas em supermercados no município de Alta Floresta, sendo obtidas desse modo e posteriormente levado ao laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular, Campus universitário de Alta Floresta da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

As folhas foram pesadas em balança de precisão e fervidas em água destilada por três minutos para obtenção dos extratos, nas concentrações de 0; 0,3; 0,6 e 0,9 g L⁻¹. Para os testes de citotoxicidade e genotoxicidade utilizou-se bulbos de *Allium sativum*, que foram submergidos em água destilada por cinco dias para emissão de radículas e em seguida, expostos às concentrações do extrato por 48 horas. Considerou-se como controle positivo dipirona sódica em 500 mg L⁻¹ e controle negativo somente água destilada.

Em outro tratamento, os bulbos emitiram radículas e se desenvolveram diretamente em contato com as concentrações do extrato por cinco dias. Após este período, com o auxílio de um paquímetro digital foi verificado o comprimento das raízes emitidas.

Em ambos foram coletadas radículas de cada um dos bulbos e fixadas em etanol: ácido acético (3:1) em temperatura ambiente e posteriormente levados à geladeira até o momento da análise.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (desenvolvimento em contato direto e por 48 horas) e quatro concentrações, com cinco repetições por concentração, totalizando 40 bulbos. Para as análises microscópicas adotou-se sete meristemas radiculares de cada amostra, que foram submergidos cuidadosamente por cinco minutos em água destilada em placa de Petri, em seguida, secas em papel absorvente e colocadas na solução de HCl 2N por um período de 10 minutos e recolocadas na água por mais cinco minutos.

O material a ser analisado foi colocado sobre a lâmina com uma pinça e com o auxílio de um bisturi foi seccionado a região meristemática apical, o restante do material foi descartado, deixando sobre a lâmina somente o material em plena atividade celular. Após este procedimento acrescentou-se 10µL de corante orceína acética 2%, e coberta





com uma lamínula seguida de uma leve maceração com o bastão de vidro, através da técnica de esmagamento (GUERRA & SOUZA, 2002) e de acordo com protocolo de BARBÉRIO et al. (2011).

O material foi observado em microscópio óptico binocular com magnitude de 40X. Foram preparadas sete lâminas para cada concentração, em cada uma das lâminas foram contadas 250 células, totalizando 1750 células por concentração. As análises referentes ao potencial citotóxico foram baseadas nos parâmetros: índice mitótico (IM), porcentagem de células em interfase (PCI) e porcentagem de células anormais (PCA), conforme as equações:

$$(1) \text{ IM} = \frac{\text{Número de células em divisão}}{\text{Total de células observadas}} \times 100$$

$$(2) \text{ PCI} = \frac{\text{Número de células em intérfase}}{\text{Total de células observadas}} \times 100$$

$$(3) \text{ PCA} = \frac{\text{Número de células anormais}}{\text{Total de células observadas}} \times 100$$

Os efeitos genotóxicos foram avaliados através da análise das aberrações cromossômicas (AC) segundo a equação proposta por PIRES et al. (2001). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) utilizando-se o recurso computacional Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verifica-se que houve aumento do índice mitótico (IM) de células do meristema radicular de *Allium sativum* em extrato de *Myrcia multiflora* em 0,6 e 0,9 g L⁻¹ quando comparado com o controle negativo (água mineral) e o controle positivo (dipirona sódica), sendo que em contato contínuo com a solução durante todo o desenvolvimento foram as concentrações mais citotóxicas para as células do bioindicador: 2,97 e 2,51% respectivamente, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos.





Tabela 1- Índice mitótico (IM), porcentagem de células anormais (PCA) e porcentagem de células em interfase (PCI) de *Allium sativum* obtido de solução de *Myrcia multiflora* em diferentes concentrações, Alta Floresta/MT.

Tratamentos	IM (%)		PCA (%)		PCI (%)	
	Contínuo	48h	Contínuo	48h	Contínuo	48h
30 g L ⁻¹	0,06 a	0,63 a	1,60 b	1,49 b	98,34 a	97,89 a
60 g L ⁻¹	2,97 b	1,26 a	0,51 a	0,06 a	96,51 a	98,69 a
90 g L ⁻¹	2,51 b	0,63 a	2,00 b	0,06 a	95,49 a	99,31 a
Negativo	0,57 a	0,57 a	1,31 b	1,31 b	98,11 a	98,11 a
Positivo	1,37 a	1,37 a	0,00 a	0,00 a	98,57 a	98,57 a
CV %	143,61		158,71		2,46	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente a Scott-Knott em 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Os resultados encontrados por Iganci et al. (2006) e Fachinetto et al. (2007) demonstram alterações no índice mitótico de *Allium cepa* causado por diversos extratos de plantas, nesse estudo identificou alteração no índice mitótico de *Allium sativum* utilizando extrato de ume-caá. O índice mitótico em solução por 48 horas não diferiu estatisticamente no teste de média, não apresentando efeito citotóxico mesmo quando na maior dose utilizada no estudo.

Entretanto, o percentual de células em interfase nas raízes que foram submetidas aos extratos não diferiu estatisticamente das médias dos tratamentos negativo e positivo, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações no índice mitótico promovido pelas maiores doses em contato contínuo demonstram que substâncias presentes em extratos de *Myrcia multiflora* interferem na divisão celular e no desenvolvimento do sistema radicular de *Allium sativum*.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Jaime PL et al. Foliar anatomy of pedra-hume-caá (*Myrcia sphaerocarpa*, *Myrcia guianensis*, *Eugenia punicifolia*, *Myrtaceae*). **Acta Amazonica**, v. 30, n. 1, p. 49-49, 2000.



- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. Uma atualização da classificação do Angiosperm Phylogeny Group para as ordens e famílias de plantas com flores: APG III. **Jornal Botânico da Sociedade Linnean**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.
- BARBÉRIO, Agnes; VOLTOLINI, Julio Cesar; MELLO, Maria Luiza Silveira. Standardization of bulb and root sample sizes for the *Allium cepa* test. **Ecotoxicology**, v. 20, n. 4, p. 927-935, 2011.
- CRUZ, Cosme Damião. **Programa Genes - Diversidade Genética**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2008.
- FACHINETTO, Juliana M. et al. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 49-54, 2007.
- GUERRA, Marcelo; SOUZA, MJ de. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto: FUNPEC, v. 201, 2002.
- IGANCI, J. R. V. et al. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 79-82, 2006.
- VEIGA JUNIOR, Valdir F.; PINTO, Angelo C.; MACIEL, Maria Aparecida M. Plantas medicinais: cura segura. **Química nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.
- LIMBERGER, Renata P. et al. Óleos voláteis de espécies de *Myrcia* nativas do Rio Grande do Sul. **Química nova**, v. 27, n. 6, p. 916-919, 2004.
- MACIEL, Jefferson Marlon de Medeiros Pereira et al. Análise retrospectiva das intoxicações por plantas no Brasil no período de 2000-2015. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 11, n. 3, 2018.
- MACIEL, Maria Aparecida M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.
- MORAIS, Larissa Maria Fernandes; CONCEIÇÃO, Gonçalo Mendes; NASCIMENTO, Janilde de Melo. Família Myrtaceae: análise morfológica e distribuição geográfica de uma coleção botânica. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 01, p. 317, 2014.
- PIRES, Nádja de Moura et al. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 55-65, 2001.



STEFANELLO, Suzana et al. Levantamento do uso de plantas medicinais na Universidade Federal do Paraná, Palotina–PR, Brasil. **Revista Extensão em Foco**, n. 15, p. 15-27, 2018.

TORO, Aryele Messias et al. Levantamento etnobotânico da planta medicinal *Aloe vera* L. na comunidade São Gonçalo Beira Rio, Cuiabá, MT. **Biodiversidade**, v. 17, n. 1, 2018.



CAPÍTULO VII

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Erythrina velutina* Willd

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-7

Claudinei Felipe Almeida Inô¹
Danilo Silva dos Santos²
Adriano Salviano Lopes³
Carina Seixas Maia Dornelas⁴
Aleksandra Vieira de Lacerda⁵
José George Ferreira Medeiros⁶

^{1,2} Graduando do curso de Tecnologia em Agroecologia. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

³ Mestrando em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UFPB

^{4,5,6} Professor da Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

RESUMO

A *Erythrina velutina* Willd. é uma espécie de grande ocorrência em diversos biomas brasileiros entre eles o Bioma Caatinga. Nesse sentido, é indispensável o conhecimento prévio sobre a dormência de suas sementes. Objetivou-se avaliar a influência de diferentes métodos de superação de dormência em sementes de mulungu. O trabalho foi realizado em casa de vegetação (condições não controladas) do Laboratório de Ecologia e Botânica, localizado no CDSA/UFCG. As sementes utilizadas foram colhidas, de árvores matrizes previamente selecionadas no município de Sumé – PB durante o mês de setembro de 2018. Nos testes de dormência foram utilizados seis tratamentos pré-germinativos: testemunha – sementes intactas (T₁); escarificação mecânica em lixa nº 80 do lado oposto à micrópila (T₂); calor seco à 65°C durante 20 min (T₃); calor seco à 65° durante 15 min (T₄); calor seco à 65° durante 10 min (T₅); calor seco à 65° durante 5 min (T₆); sendo avaliados a qualidade fisiológica. Conforme os dados obtidos verifica-se que a escarificação mecânica do tegumento com lixa nº. 80 oposta à micrópila foi considerado o tratamento mais eficiente para a superação da dormência das sementes promovendo valores de 96% de emergência e 1,47 no IVE. Já o tratamento utilizando o calor seco a 65°C durante 10 min permitiu valores de 29,22 cm no comprimento de plântulas. Portanto, os métodos considerados mais eficientes para superação de dormência nas sementes de *E. velutina* Willd. foi a escarificação mecânica e a utilização do calor seco também pode ser considerado como um método alternativo.

Palavras-chave: Impermeabilidade do tegumento. Sementes nativas. Qualidade fisiológica. Semiárido.



1. INTRODUÇÃO

O mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) é considerada uma espécie de grande ocorrência em diversos biomas brasileiros entre eles o Bioma Caatinga. Pertencente à família Fabaceae é conhecida popularmente como mulungu, suinã, bico-de-papagaio, canivete, dentre outros, é uma espécie secundária, de distribuição irregular e descontínua (GONÇALVES et al., 2014). Apresenta grande importância econômica e medicinal, pois suas sementes e cascas possuem alcaloide, substâncias que atuam no sistema nervoso, podendo ocasionar paralisia, quando a casca é macerada tem ação narcótica e hipnótica (SILVA et al., 2019).

Além das finalidades medicinais, o mulungu, apresenta boa adaptação a regiões semiáridas, apresentando elevado potencial para uso em recuperação de áreas degradadas, assim, são considerados de grande importância conhecimentos práticos e científicos sob a espécie. Segundo Rocha et al. (2014), a busca constante por métodos de recuperação de áreas exige pesquisas sobre a espécie utilizada, a falta de conhecimento de fatores como dormência e germinação de sementes de espécies florestais, podem ocasionar graves problemas no processo de recuperação de áreas degradadas.

Dessa forma, é indispensável o conhecimento prévio sobre a dormência de sementes. A dormência ocasiona o retardamento da germinação das sementes em diversas espécies florestais nativas, assim, necessitam de métodos de superação para que iniciem o processo metabólico, mesmo em ambientes que ofereçam todos os fatores exigidos por elas, os tipos dormência são classificados em: tegumentar, fisiológica e morfológico (ABDO; FABRI, 2015). Segundo Pereira et al. (2015), a utilização de técnicas para quebra de dormência pode influenciar no aumento de parâmetros como, porcentagem de germinação, sobrevivência e uniformidade das plântulas.

De acordo com Abdo & Fabri (2015), a superação de dormência ocorre basicamente de duas maneiras, de forma natural, onde algumas situações eliminam os fatores que influenciam a dormência, como a passagem pelo trato digestivo de aves e animais, exposição a luz através das clareiras e a baixas temperaturas em períodos de inverno. Ainda segundo os autores, para produção de mudas comerciais esses métodos são inviáveis, sendo preciso à utilização de técnicas artificiais que acelerem esse





processo germinativo dentre eles encontra-se: escarificação química, escarificação mecânica, imersão em água quente ou choque térmico, alternância de temperatura entre outras.

É comum a dormência tegumentar em sementes de espécies da família Fabaceae (AZEREDO et al., 2010), isso ocorre devido a impermeabilidade do tegumento impossibilitar a entrada de água e oxigênio, diminuindo a emergência das sementes. De acordo com Bernardinelli (2016), as técnicas para superação de dormência mais utilizadas são: escarificação mecânica, escarificação química, uso de reguladores vegetais e imersão em água quente ou fria.

Porém, alguns trabalhos tem utilizado o calor seco para superação de dormência tegumentar de sementes de muitas espécies, por ser considerado um método rápido e por proporcionar a utilização de sementes em larga escala, contribuindo para a produção de mudas e recuperação de áreas degradadas. A utilização do calor seco consiste em uma alternativa, onde expõe a semente a temperaturas altas, permitindo que ocorra a quebra da impermeabilidade do tegumento e a entrada de água e oxigênio (ALMEIDA et al., 2018).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência da utilização do calor seco para superação de dormência em sementes de *Erythrina velutina* Willd. na região do cariri paraibano. de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, do respectivo título. Na parte inferior, deve ser indicada a fonte, legenda, notas e outras informações necessárias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação (condições não controladas) no Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) e no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (CDSA/UFCG), Campus de Sumé, nas coordenadas 7º 40' 13" S 36º 52' 58" W, altitude de 533 m. As sementes de *E. velutina* Willd. utilizadas no experimento foram provenientes de cinco matrizes adultas, colhidas no mês de setembro/2018, no contorno de riachos no Sítio Jurema, município de Sumé-PB. O método de coleta foi manual num período de quinze dias, sendo em seguidas transportadas para o laboratório.





Logo após a coleta, foi realizado o beneficiamento das sementes, por meio da debulha manual, retirando as sementes dos frutos, em seguida procedeu-se a seleção das mesmas, retirando-se as impróprias (quebradas, trincadas e furadas) para condução do experimento. Posteriormente, as sementes de *E. velutina* Willd. foram acondicionadas em papel alumínio e conduzidas a estufa com circulação de ar forçada, com uma temperatura constante de 60 °C, utilizando diferentes períodos de tempo. Foram utilizados os seguintes tratamentos pré-germinativos (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos pré-germinativos utilizados para superação da dormência de sementes de *Erythrina velutina* Willd.

Caracterização dos Tratamentos Pré-Germinativos

T₁ - Testemunha – sementes intactas.

T₂ - Escarificação mecânica em lixa nº 80 do lado oposto a micrópila.

T₃ - Calor seco à 65 °C durante 20 minutos.

T₄ - Calor seco à 65 °C durante 15 minutos.

T₅ - Calor seco à 65 °C durante 10 minutos.

T₆ - Calor seco à 65 °C durante 5 minutos.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

2.1. Teste de emergência

Os testes de emergência foram realizados em ambiente protegido (condições não controladas), utilizando-se quatro sub-amostras de 25 sementes, totalizando 100 sementes para cada tratamento, onde foram semeadas em bandejas de polietileno tamanho (45 x 29 x 7,5), preenchidas com substrato areia umedecida. A contagem de plântulas imersas ocorreu diariamente durante 21 dias. O método adotado para a contagem foi o de plântulas com os cotilédones acima do substrato, expressando-se os resultados em porcentagem. Conjuntamente com os ensaios de emergência realizou-se testes de vigor: índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento e massa seca das plântulas.

2.2. Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado junto ao teste de emergência, com contagens diárias do número de sementes imersas até que esse permaneça constante, utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).



$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \text{ sendo } G_1, G_2, G_n =$$

Em que;

IVE = índice de velocidade de emergência;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N₁, N₂, N_n = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2.3. Comprimento de plântulas

No término do experimento as plântulas foram coletadas, onde em cada repetição realizou-se a medição do comprimento das plântulas normais, a medição foi feita com uma régua graduada e os resultados expressos em centímetro.

2.4. Massa seca de plântulas

Posteriormente a medição e pesagem as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel (kraft) e submetidas a secagem em estufa de circulação de ar na temperatura de 65 °C durante 24 horas, em seguida o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,001g, determinando o peso da matéria seca da parte aérea e sistema radicular, expressando os resultados em g/repetição.

2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições de 25 sementes para cada teste. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade (efeitos qualitativos). Nas análises estatísticas foi empregado o programa software R v. 3.6.3 (R Core Team, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dormência é uma característica comum das sementes em diversas espécies florestais, sendo esse um dos fatores limitantes na propagação destas por meio da reprodução sexuada (LIMA *et al.*, 2013). Além disso, apresenta como principal





característica a incapacidade de germinação mesmo quando são oferecidos todos os parâmetros ambientais exigidos.

Os resultados referentes à porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), após a submissão nos métodos de superação de dormência nas sementes de mulungu (*Erythrina vellutina* Willd.) podem ser observados na (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios para emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de Mulungu (*Erythrina vellutina* Willd.), 21 dias após a semeadura. Sumé – PB.

Tratamentos	Características avaliadas	
	Emergência (%)	IVE
T ₁	64 b	0,9 ab
T ₂	96 a	1,47 a
T ₃	63 b	1,12 ab
T ₄	64 b	1,25 ab
T ₅	51 b	0,72 b
T ₆	53 b	1,2 ab
CV (%)	12,13	27,56

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T₁) - Testemunha – sementes intactas; (T₂) Escarificação mecânica com lixa d'água nº80 do lado oposto a micrópila; (T₃) calor seco a 65 °C por 20 minutos; (T₄) calor seco a 65 °C por 15 minutos; (T₅) calor seco a 65 °C por 10 minutos; (T₆) calor seco a 65 °C por 5 minutos.

De acordo com os resultados a maior porcentagem de emergência foi alcançada com o tratamento de escarificação mecânica com lixa (T₂), apresentando valores superiores aos demais, com 96% de germinação, resultados semelhantes a escarificarão mecânica foram encontrados por Santos et al., (2019), ao trabalharem com tratamentos pré-germinativos em sementes de *Hymenaea courbaril*. Já a testemunha (T₁) e os tratamentos com calor seco a 65 °C (T₃, T₄, T₅, T₆) apresentaram uma porcentagem de germinação baixa, não havendo diferença significativa entre os mesmos. Desse modo, observa-se que a dormência tegumentar das sementes do mulungu foi superada através do rompimento tegumentar, por meio da escarificação mecânica com lixa d'água nº 80. Silva et al., (2007), ao trabalharem com métodos de superação de dormência em sementes de mulungu, verificaram que a escarificação mecânica é um dos procedimentos mais eficientes, assim, proporcionando melhores resultados. Mas para Santos et al., (2019), o método de superação de dormência através da escarificação mecânica torna-se eficiente e de baixo custo, porém, requer muita mão de obra já que o procedimento é feito em sementes individuais, sendo considerado um problema para produção de mudas em longa escala.



O índice de velocidade de emergência (IVE), assim como na porcentagem de emergência, constatou-se que também a escarificação mecânica (T_2) apresentou os melhores resultados, proporcionando valores de 1,47, havendo diferença significativa quando comparado com o (T_5), utilização de calor seco a 65 °C por 10 minutos com valores de 0,72, sendo esses dois tratamentos os que apresentaram significância entre si, porém não deferiram significativamente dos demais.

Quanto aos tratamentos utilizados, verifica-se que as sementes submetidas ao calor, pode ser considerado como um método alternativo com a finalidade de superação de dormência em sementes de *E. velutina* Willd., porém é necessária uma adequação a temperatura e tempo de exposição. Corte (2008), relata que são considerados de grande importância ao tempo máximo de exposição de temperatura em que as sementes são submetidas, pois altas temperaturas poderá promover a desnaturação da proteína, resultando em baixos valores de qualidade fisiológica.

Em relação aos resultados de comprimento e massa seca total das plântulas, verifica-se que as sementes que apresentaram os maiores valores de comprimento com 29,22 cm foram as submetidas ao tratamento com calor seco a 60 °C durante 10 min (T_5), e os menores resultados obtidos com o tratamento escarificação mecânica com lixa d'água nº 80 (T_2), com valores de 25,02 cm, (Tabela 3).



Tabela 3 – Valores médios para comprimento (cm) e massa seca total de plântulas (MST) de mulungu (*Erythrina vellutina* Willd.), 21 dias após a sementeira. Sumé – PB.

Tratamentos	Características avaliadas	
	Comprimento (cm)	MST
T ₁	26,82 ab	57,75 a
T ₂	25,02 b	78,66 a
T ₃	28,02 ab	67,13 a
T ₄	26,72 ab	69,58 a
T ₅	29,22 a	68,17 a
T ₆	27,8 ab	61,18 a
CV (%)	6,28	34,05

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T₁) - Testemunha – sementes intactas; (T₂) Escarificação mecânica com lixa d'água nº80 do lado oposto a micrópila; (T₃) calor seco a 65 °C por 20 minutos; (T₄) calor seco a 65 °C por 15 minutos; (T₅) calor seco a 65 °C por 10 minutos; (T₆) calor seco a 65 °C por 5 minutos.

Vieira & Barros (2008), trabalhando com sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang. verificaram que a utilização do calor seco a 60 °C durante 24 horas, não foi eficiente para a superação da dormência das sementes. Provavelmente a alta temperatura e o tempo de exposição não conseguiu romper o tegumento para permitir a entrada de água e oxigênio.

Em relação aos teores de massa seca total (Tabela 3) observa-se que os maiores teores foram alcançados por meio da escarificação com lixa d'água nº 80 (T₂), seguido pelos tratamentos com calor seco a 65 °C por 15 minutos (T₄), calor seco a 65 °C por 10 minutos (T₅), calor seco a 65 °C por 20 minutos (T₃), calor seco a 65 °C por 5 minutos (T₆) e testemunha (T₁), com os respectivos valores, 78,66 g, 69,58 g, 68,17 g, 67,13 g, 61,18 g e 57,75 g não havendo diferença significativa entre si.

Silva *et al.*, (2007), ao trabalhar com dormência de sementes de *E. vellutina* Will., verificaram que a escarificação mecânica promoveu os melhores resultados. Nesse sentido, verifica-se em sementes de espécies da família Fabaceae é comum a presença de dormência tegumentar (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), e que a escarificação mecânica permite a ruptura do tegumento de forma mais rápida, permitindo a reativação das atividades metabólicas. Porém, a utilização do calor seco, também pode ser considerado como um método eficiente para promover a quebra da dormência, levando em consideração a temperatura e o tempo de exposição.



4. CONCLUSÕES

A escarificação mecânica foi considerada como um método eficiente para a superação da dormência de sementes de *E. velutina* Will., e a utilização do calor seco também pode ser considerado como um método alternativo, principalmente quando se objetiva empregar o uso de sementes em larga escala.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; FABRI, E. G. Transferência de tecnologia: guia prático para quebra de dormência de sementes de espécies florestais nativas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2015.
- ALMEIDA, D. M.; UCELLA FILHO, J. G. M.; MARQUES, S. R. R.; AZEVÊDO, T. K. B. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Com utilização de calor seco. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 156-159, 2018.
- AZEREDO, G. A. DE.; PAULA, R. C. DE.; VALERI, S. V.; MORO, F.V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 49-58, 2010.
- BERNARDINELLI, Lucas Paes. **Quebra de dormência de sementes de maracujá amarelo através do uso da técnica de hidrocondicionamento**. 2016. 33 f. TCC (Graduação em Engenharia Florestal), Campus Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2016.
- CARVALHO, Nelson Moreira.; NAKAGAWA, João. Sementes, ciência e produção. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. ISBN 978-85-7805-090-0.
- CORTE, Viviana Borges. **Changes physiology and biochemistry of seeds of *Melanoxylon brauna* during deterioration**. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- GONÇALVES, L. O.; PINHEIRO, J. B.; ZUCCHI, M. I.; MANN, R. S. Caracterização genética de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em áreas de baixa ocorrência. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 290-298, 2014.



- LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 104-109, 2013.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection d evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- PEREIRA, D. S.; ARAUJO, D. G.; SIMÕES, P. H. O.; PALHETA, L. F.; CORREIA, R. G. Superação de dormência em sementes de *tachigali myrmecophila* (ducke). **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 22, p. 2576-2588, 2015.
- ROCHA, C. R. M.; COSTA, D. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CRUZ, E. D. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Revista nativa**, v. 2, n. 1, p. 42-47, 2014.
- SANTOS, C. C.; SILVA, D. M. R.; COSTA, R. N.; SANTOS, A. S.; SILVA, L. K. S.; SILVA, J. V. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em sementes de *hymenaea courbaril*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n.3, p. 957-979, 2019.
- SILVA, C. A.; COSTA, J. R. S.; COSTA, P. C. F.; ALCANTARA, M. A. C; SANTOS, C. A; NOGUEIRA, R. J. C. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 63-69, 2019.
- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; BRAZ, M. S. S.; VIANA, J. S. Quebra de dormência em sementes de *Erythryna velutina* Willd. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 180-182, 2007.
- VIEIRA, E. A.; BARROS, A. L. Superação de dormência e profundidade de semente em sementes de *Enterolobium centortisiliquum* (Vell.) Morong. Leguminosae. In: 9º SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO E DO 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS. 2008, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: ParlaMundi, 2008. 1 CD-ROM.



CAPÍTULO VIII

FUNCIONALIDADE DE ILHAS FLORESTAIS NA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-8

Thaís Ribeiro Costa ¹
Cristiane Coelho de Moura ¹
Leovandes Soares Silva ²
Anne Priscila Dias Gonzaga ³
Evandro Luiz Mendonça Machado ⁴

¹ Doutoranda em Ciência Florestal. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

² Doutor em Ciência Florestal. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

³ Professora Adjunta na Faculdade Interdisciplinar de Humanidades. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

⁴ Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

RESUMO

Montanhas tropicais na América do Sul compõem ambientes naturalmente fragmentados formados por ilhas florestais imersas em uma matriz savânica. Infelizmente, pouco se sabe sobre o funcionamento e a diversidade destas florestas. Assim, buscamos descrever os atributos funcionais de espécies arbóreas em ilhas florestais na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. Utilizamos dados de levantamento da comunidade arbórea de 18 ilhas florestais inundáveis, localizadas no Parque Nacional das Sempre-Vivas. A avaliação do perfil das estratégias ecológicas das espécies arbóreas foi classificada em seis tipos de atributos: grupo ecológico, dispersão, polinização, tolerância à dessecação das sementes, densidade da madeira e tipos morfofuncionais das plântulas. A detecção dos grupos funcionais foi realizada pelo método de Gower. A partir do agrupamento funcional das espécies, verificamos que a maioria dos grupos representa ilhas em estágio seral de sucessão mais avançado, formados principalmente por espécies secundárias iniciais e tardias, zoocóricas, zoófilas, densidade média da madeira, sementes recalcitrantes e plântulas do tipo faneroepígeo-foliáceo. Nossos resultados sugerem que cada ilha florestal é única devido as particularidades funcionais.

Palavras-chave: Atributos funcionais. Status de conservação. Sucessão ecológica.

1. INTRODUÇÃO

Estudos com enfoque na preservação das florestas se tornam cada vez mais direcionados para a relação das características funcionais (morfológicas e fisiológicas)



das espécies arbóreas e suas condições de adaptação à heterogeneidade ambiental (RICOTTA et al., 2014), permitindo, assim, melhor entendimento sobre a montagem das comunidades florestais (MISSIO et al., 2017). Nesse sentido, avaliar o funcionamento e comportamento das comunidades contribui com informações que permitem uma análise da vulnerabilidade e adaptabilidade, face às questões de ocupação na paisagem (SOBRAL; CIANCIARUSO, 2012). Paisagens fragmentadas, em particular, são compostas por pequenas manchas ou unidades de vegetação (OLDEMAN, 1983), que podem responder de forma diferente à composição de espécies e atributos funcionais (MAGNAGO et al., 2014) e, portanto, requerem práticas de manejo e conservação diferenciadas.

A Cadeia do Espinhaço, maior cordilheira do Brasil, constitui ambientes naturalmente fragmentados formados por ilhas de floresta imersas em uma matriz de savana (COELHO et al., 2016). Essas ilhas (popularmente conhecidas como “*capões de mata*”) estão associadas às florestas úmidas do Domínio Atlântico (SILVEIRA et al., 2016; COELHO et al., 2017; COELHO et al., 2018) e requerem clima e solo específicos para se estabelecerem. Em geral, são encontradas em áreas deprimidas da paisagem fortemente associadas às áreas de nascentes e sob a superfície do lençol freático (FONTES; WALTER, 2011; COELHO et al., 2016; COELHO et al. 2017). Devido à condição do regime de inundação do solo, as plantas dessa vegetação apresentam inúmeras adaptações para sobreviver (FONTES; WALTER, 2011), o que as torna fisionomias com funções ecológicas potencialmente únicas (COSTA et al., 2017).

Por estarem relacionados a nichos de espécies (MISSIO et al., 2017), a variabilidade das funções ecológicas exercidas pelas espécies possibilita um maior entendimento das estratégias de desenvolvimento das mesmas em escala local, e suas relações com os fatores abióticos (restrições físicas do ambiente) e interações bióticas (positivas e negativas) (MASON et al., 2013).

Diante disto, este estudo teve como objetivos: i) descrever os atributos funcionais de espécies arbóreas em ilhas florestais na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço; e ii) agrupá-las funcionalmente, para fins de melhor compreensão sobre as estratégias de vida das mesmas e sobre o funcionamento da comunidade arbórea.





2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Reconhecida pela UNESCO como Reserva da Biosfera, a Serra do Espinhaço (RBSE) é uma das mais importantes regiões biogeográficas brasileiras e centros de endemismo de espécies na América do Sul (UNESCO, 2020). Localizada no estado de Minas Gerais (sudeste do Brasil), a RBSE estende-se por 10,2 milhões de hectares, 54% dos quais são mantidos por Unidades de Conservação estaduais e federais (ANDRADE et al., 2018).

Este estudo foi realizado no Parque Nacional Sempre Vivas (PNSV), localizado na porção central da RBSE, na divisa entre dois grandes domínios fitogeográficos brasileiros - Cerrado e Mata Atlântica. O parque foi criado pelo Decreto Federal N.º 50.744 de 13 de dezembro de 2002, cobrindo uma área de 124,156 hectares (ALMEIDA et al., 2007).

O clima da região é classificado como Köppen Cwb (subtropical úmido). A temperatura média anual é de 20 °C, com invernos frios e secos e verões amenos e úmidos, e a precipitação média anual é de 1500 mm (INMET, 2021). O relevo da área mostra uma superfície bastante irregular com uma altitude que varia entre 650 a 1350 m.

O Parque apresenta um padrão de vegetação em mosaico, com fisionomias de floresta, savana e campo (MMA, 2015). Dentre as formações florestais, as ilhas de mata inundáveis têm forma circular e limite natural bem definido com a formação de campo adjacente. Esta vegetação apresenta composições florísticas muito semelhantes às Florestas Estacionais Semidecíduais do Domínio da Mata Atlântica, mas com um sistema climático associado às Florestas Nebulares (COELHO et al., 2017). No Parque, essas ilhas se estabelecem em manchas de Organossolos hidromórficos, permanecendo com trechos alagados mesmo durante a estação seca.

2.2. Atributos Funcionais

Para a caracterização dos atributos funcionais, foram consideradas todas as espécies arbóreas (72) em estudo realizado pelos autores na mesma área (COSTA, 2017). Neste estudo, a amostragem da flora arbórea foi realizada em 18 ilhas florestais inundáveis de tamanho variável entre 0,02 e 3,0 ha, que se encontram em diferentes





status de conservação, devido especialmente aos impactos causados pelo fogo (Figura 1).

Figura 1 - *Status* de conservação das ilhas florestais do Parque Nacional Sempre Vivas (PNSV), Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço – Brasil. Onde a, c: Fragmento bem preservado, com alta densidade de epífitas; b,d: Fragmento com abertura de clareiras devido a incêndios na área.



Fonte: Costa (2017)

A avaliação do perfil das estratégias ecológicas das espécies arbóreas foi classificada em seis tipos de atributos, a fim de formar grupos funcionais. Os atributos funcionais considerados foram: grupo ecológico, dispersão, polinização, tolerância à dessecação das sementes, densidade da madeira e tipos morfofuncionais das plântulas (Tabela 1).



Tabela 1 - Atributos funcionais utilizados na classificação das espécies e sua implicação ecológica nas funções da comunidade de estudo

Atributos	Descrição das espécies	Implicação ecológica
Grupo ecológico ¹	a) Pioneira b) Secundárias, iniciais e tardias c) Clímax	Competição por luz, estratificação, tempo de regeneração, recobrimento do solo, sucessão florestal.
Dispersão ²	a) Anemocóricas b) Autocóricas c) Zoocóricas	Fecundidade, distribuição espacial, estruturação genética, viabilidade de populações, manutenção da fauna dispersora.
Polinização ²	a) Anemófilas b) Zoófilas	Propagação, estrutura trófica e fenodinâmica, manutenção da fauna local.
Tolerância à dessecação das sementes ³	a) Ortodoxas b) Intermediárias c) Recalcitrantes	Viabilidade do banco de sementes ou plântulas, processo germinativo, sucessão florestal, seleção ambiental.
Densidade da madeira ⁴	a) Madeira leve b) Madeira média c) Madeira pesada	Altura máxima, longevidade, taxa de crescimento relativo, resistência a danos, armazenamento de carbono.
Morfotipo da plântula ⁵	a) Faneroepígeo-foliáceo b) Faneroepígeo-armazenador c) Fanerohipógeo-armazenador d) Criptohipógeo-armazenador e) Criptoepígeo-armazenado	Captura de recursos ambientais; predação; <i>fitness</i> .

Sistema de classificação proposto por: ¹ = Budowski (1965); ² = van der Pijl (1982); ³ = Davide & Silva (2008), ⁴ = Borchert (1994). ⁵ = Miquel (1987).

Fonte: Autoria própria.

Para a classificação das espécies nos seis tipos de atributos, foram utilizadas informações sobre a biologia das espécies na literatura (RESSEL et al., 2004; PINTO et al., 2005; LEITE; RODRIGUES, 2008; OLIVEIRA FILHO; SCOLFORO, 2008; CANEDO et al., 2009; SILVA, 2009; SOUZA, 2010; LOPES et al., 2011; FONSECA; CARVALHO, 2012; PRADO JÚNIOR et al., 2012.; OLIVEIRA et al., 2015) e acrescidas do conhecimento do próprio autor. Quando não encontradas as informações necessárias para classificação dentro dos atributos, as espécies foram categorizadas como não classificadas.

Como os atributos analisados não são numéricos (foi utilizada a distância de Gower (GOWER, 1971) para a construção de uma matriz de dissimilaridade entre as espécies, que posteriormente foi transformada em distância Euclidiana por meio do método de Cailliez (CAILLIEZ, 1983). Em seguida, as espécies foram agrupadas por meio de um dendrograma, com o algoritmo de Ward com método de ligação. Foram consideradas na análise de agrupamento, apenas as espécies classificadas em todos os



atributos (58 espécies). Todas as análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2014), utilizando as bibliotecas Vegan (OKSANEN et al., 2009) e FD (LALIBERTÉ; SHIPLEY, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que as espécies analisadas apresentam diferentes estratégias de investimento para alocação de recursos (Tabela 2). Esses padrões podem ser o resultado das interações de competição por recursos, como, por exemplo, a luz, e as estratégias para sobrevivência durante os períodos desfavoráveis ao desenvolvimento, como na época de chuva, devido à saturação hídrica do solo.

Tabela 2 – Atributos funcionais das 72 espécies arbóreas amostradas nas 18 ilhas florestais inundáveis do Parque Nacional das Sempre Vivas (PNSV), Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, apresentadas em ordem alfabética de família. Onde: Ni = Número de indivíduos. GE = Grupo Ecológico, PI = Pioneira, SI = Secundária Inicial, ST = Secundária Tardia, CL = Climax., SD = Síndrome de Dispersão, Ane = Anemocórica, Zoo = Zoocórica, Aut = Autocórica. SP = Síndrome de Polinização, Zoof = Zoófila, Anemo = Anemófila. TD = Tolerância a Dessecação, Out = Ortodoxa, Int = Intermediária, Rec = Recalcitrante. ME = Massa Específica da Madeira. Sc= Sem classificação. Voucher: número de registro no HDJF

Famílias/Espécies	Ni	GE	SD	SP	TD	ME	Voucher
ANACARDIACEAE							
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	78	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF1060
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF4132
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	80	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5208
ANNONACEAE							
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	165	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5221
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	5	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5319
APOCYNACEAE							
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	6	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF6025
ARALIACEAE							
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	6	CL	Zoo	Zoof.	Sc	Pesada	HDJF5212
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	10	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF2101
ASTERACEAE							
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	17	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF645
ARECACEAE							
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	37	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	BHCB23581
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	1	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	SP343762
BIGNONIACEAE							
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF3009
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	1	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF4484
BURSERACEAE							
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	24	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5213
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	149	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5222
CALOPHYLACEAE							



Famílias/Espécies	Ni	GE	SD	SP	TD	ME	Voucher
URTICACEAE							
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	21	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF5232
CELASTRACEAE							
<i>Maytenus</i> sp.	3	ST	Zoo	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF5236
CHLORANTACEAE							
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	5	ST	Zoo	Anemof.	Sc	Média	HDJF5207
CLETHRACEAE							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	18	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF5216
ERYTHROXYLACEAE							
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	9	Si	Zoo	Zoof.	Int.	Leve	HDJF5226
EUPHORBIACEAE							
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	12	Pi	Zoo	Zoof.	Rec.	Leve	HDJF5224
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1	Si	Auto	Anemof.	Int.	Média	HDJF6067
FABACEAE							
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	3	Si	Auto	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF1968
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	6	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF5428
<i>Copaiba langsdorfii</i> (Desf.) Kuntze	8	ST	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF5234
<i>Inga marginata</i> Kunth	2	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Leve	HDJF5206
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	2	ST	Anemo	Zoof.	Ort.	Pesada	HDJF5453
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	1	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Sc	HDJF5238
LAMIACEAE							
<i>Vitex polygama</i> Cham.	1	Si	Zoo	Zoof.	Sc	Média	HDJF5453
LAURACEAE							
<i>Aniba heringeri</i> Vattimo-Gil	2	ST	Zoo	Zoof.	Sc	Pesada	BHBC51423
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	1	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5219
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	10	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5239
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	4	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5239
<i>Nectandra warmingii</i> Meisn.	2	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5239
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	1	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF963
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1	ST	Zoo	Zoof.	Int.	Média	HDJF5229
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	2	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5942
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	3	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF1441
MAGNOLIACEAE							
<i>Magnolia ovata</i> A. St.-Hil.	2	Pi	Auto	Zoof.	Rec.	Leve	HDJD6006
MALPIGHIACEAE							
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	2	Sc	Anemo	Zoof.	Sc	Média	HDJF5233
MELASTOMATAACEAE							
<i>Miconia elegans</i> Cogn.	9	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF5231
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	22	Pi	Zoo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF5220
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	8	Sc	Zoo	Zoof.	Sc	Média	HDJF442
<i>Pleoroma candolleianum</i> (Mart. ex. DC.)	14	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Leve	HDJF5472
<i>Trembleya parviflora</i> (D. Don) Cogn.	53	Pi	Anemo	Zoof.	Ort.	Leve	HDJF297
MELIACEAE							
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	3	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5218
MONIMIACEAE							
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	4	ST	Zoo	Zoof.	Sc	Leve	RBR8895
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	26	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF5228
<i>Ficus</i> sp.	4	ST	Zoo	Zoof.	Sc	Leve	
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	11	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Sc	HDJF624
MYRTACEAE							
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF4625
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	2	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Sc	HDJF2289
<i>Myrcia pubescens</i> (DC.) D. Legrand	10	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Sc	UB175522
<i>Myrcia ferrugenia</i> Glaz.	10	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Sc	



<i>Psidium guineense</i> Sw.	2	ST	Zoo	Zoof.	Ort.	Sc	HDJF4335
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	14	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF5223
Famílias/Espécies	Ni	GE	SD	SP	TD	ME	Voucher
NYCTAGINACEAE							
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	1	ST	Zoo	Zoof.	Int.	Sc	HDJF5217
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	3	Si	Zoo	Zoof.	Int.	Leve	HDJF5214
PHYLLANTHACEAE							
<i>Richeria grandis</i> Vahl	192	ST	Zoo	Zoof.	Rec.	Leve	HDJF1565
PRIMULACEAE							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	Pi	Zoo	Anemo	Ort.	Leve	HDJF5225
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	4	Pi	Zoo	Anemo	Ort.	Média	HDJF5210
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	4	Pi	Zoo	Anemo	Ort.	Sc	HDJF5917
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3	Si	Zoo	Anemo	Ort.	Média	HDJF5476
RUBIACEAE							
<i>Amaioua guianensis</i> Hemsl.	3	ST	Zoo	Zoof.	Sc	Pesada	HDJF5215
<i>Amaioua intermedia</i> Mart.	1	Si	Zoo	Zoof.	Sc	Média	HDJF5240
<i>Cordia macrophylla</i> (K. Schum.) Kuntze	7	ST	Zoo	Zoof.	Sc	Pesada	HDJF1670
<i>Faramea cyanea</i> Müll. Arg.	18	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF681
<i>Faramea nigrensens</i> Mart.	4	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5121
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	13	Si	Anemo	Zoof.	Sc	Sc	HDJF6049
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	21	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF5209
SAPINDACEAE							
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	Si	Zoo	Zoof.	Rec.	Média	HDJF2150
VOCHYSIACEAE							
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	6	Si	Anemo	Zoof.	Sc	Média	HDJF5230
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	2	Si	Anemo	Zoof.	Ort.	Média	HDJF1622
WINTERACEAE							
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	12	CL	Zoo	Zoof.	Rec.	Pesada	HDJF5237

Fonte: Autoria própria.

Analisando o número de espécies de cada grupo sucessional, as ilhas florestais do PNSV podem ser classificadas em estágio médio a avançado de sucessão. Esta suposição parte da constatação de que houve um equilíbrio na quantidade de espécies secundárias iniciais e secundárias tardias, com 38 % das espécies amostradas para cada grupo. Os demais grupos foram representados pelas pioneiras (16%), clímax (5%) e espécies que não tiveram classificação sucessional indentificada (3%) (Tabela 2). Em relação ao número de indivíduos, houve aumento da expressividade do grupo das secundárias tardias (55%).

A concentração de espécies secundárias iniciais e tardias, aliada à baixa densidade de espécies pioneiras, indica elevada regeneração na área e, conseqüentemente, um promissor avanço para estágios sucessionais maduros (CARVALHO et al., 2009). Além disso, a abundância de espécies em estágios mais avançados sugere que perturbações naturais sofridas pela vegetação, como a abertura



de clareiras naturais e presença de fogo, não são suficientes para causar grandes variações na estrutura geral da comunidade arbórea.

A síndrome de dispersão predominante foi a zoocoria, identificada em 61 espécies (80%). A anemocoria representou 16% das espécies, seguida da autocoria com 4%. O mesmo padrão foi observado para as estratégias de polinização, com dominância da síndrome zoofilia, tanto para riqueza de espécie (92%) e para o número de indivíduos (99%) (Tabela 2).

De fato, estudos demonstram que a zoocoria é o mecanismo de dispersão mais importante em formações florestais (STEFANELLO, 2010). Em florestas úmidas, a propagação de sementes anemocóricas é baixa, pois o porte da vegetação destas áreas representa uma barreira à ação do vento (MASSI, 2016). O sucesso reprodutivo em ambientes florestais, como no caso das florestas em estudo, parece requerer sementes de maior tamanho e peso e vetores bióticos que possam dispersar as sementes de maneira mais previsível entre as ilhas de vegetação.

Esses números reforçam a importância da fauna na garantia do fluxo gênico e conectividade dentro da paisagem fragmentada. Coelho et al. (2017) ressaltam a importância dos grupos responsáveis pelas funções dos ambientes de ilhas florestais do Espinhaço, especialmente os polinizadores, devido à existência de um intercâmbio entre a fauna dessas ilhas florestas e da matriz campestre adjacente.

A tolerância à dessecação em termos de riqueza de espécies foi de 72% para recalcitrantes, 22% ortodoxas e 5% para as espécies sem classificação (Tabela 2). Por dependerem de elevado grau de umidade por ocasião da era esperada a expressividade de indivíduos recalcitrantes na comunidade em estudo. A alta sensibilidade à dessecação, como apresentada pelas sementes da comunidade em estudo, pode ser um fator limitante à colonização de ambientes sujeitos a altos níveis de estresse hídrico e a grandes flutuações de temperatura e umidade relativa. Portanto, alterações climáticas e/ou distúrbios que alterem o nível do lençol freático nessas matas, podem vir a comprometer a regeneração e estabelecimento dessas espécies.

Quanto à massa específica da madeira da riqueza de espécies foi de 49% para madeira média, 25% madeira pesada e 14% para madeira leve (Tabela 2). Quanto ao número de indivíduos observamos o mesmo padrão, com dominância de indivíduos de madeira média (55%). Conforme observado por Nogueira (2007), ambientes favoráveis





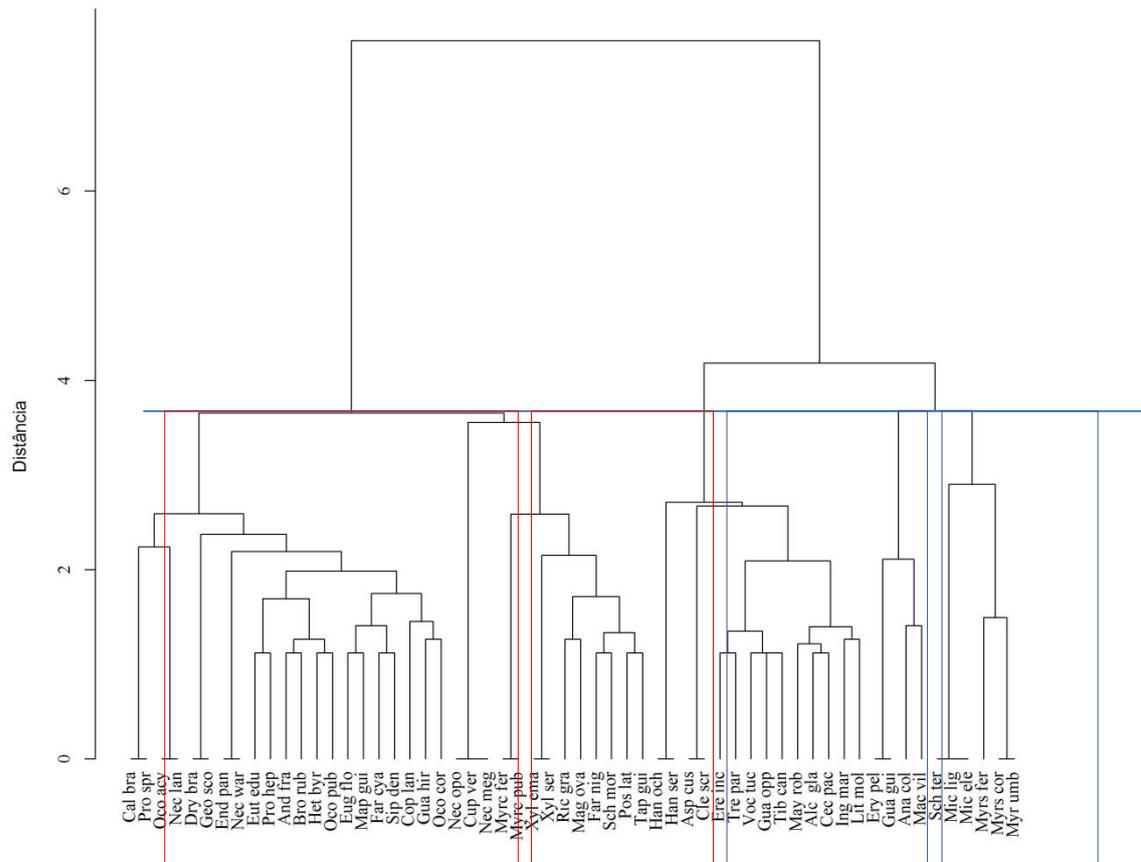
ao crescimento, nos quais a atividade fisiológica e cambial das plantas é mais plena, resulta em divisão celular mais intensa acompanhada por um menor espessamento da parede interna, conferindo uma densidade da madeira mais baixa. Portanto, a maior distribuição de indivíduos entre as classes leve e média da densidade da madeira (55% e 23%, respectivamente), pode ser atrelada ao fato da sazonalidade hídrica não ser um fator limitante na área de estudo.

No que tange à morfologia das plântulas, o tipo PEF foi mais frequente para as espécies (41%), CHR (29%) e PER (12%) foram intermediários e CER (3%) foi menos comum (Tabela 2). Ressel et al. (2004) sugerem uma relação entre atributos morfofuncionais e o estágio sucessional. Espécies secundárias tardias, que formam banco de plântulas e desenvolvem nas condições de sub-bosque, geralmente possuem tipo CHR, mantendo as substâncias nutritivas armazenadas por um longo período. Por outro lado, o tipo PEF é frequente em espécies de estágios iniciais de sucessão, as quais investem em uma grande quantidade de sementes de pouca biomassa, com pouca ou nenhuma capacidade de armazenamento. Sob esse aspecto, esperava-se uma maior frequência de espécies CHR para a comunidade em estudo.

No entanto, os resultados alcançados estão de acordo com aqueles encontrados por Mota (2012), que observou uma maior proporção de plântulas do tipo faneroepígeo-foliáceo para espécies de áreas inundáveis, como Florestas de Galeria. Hladik; Miquel (1990), também relataram distribuição semelhante nas florestas tropicais, nas quais o tipo morfofuncional PEF foi sempre o mais frequente.

A análise de agrupamento permitiu a identificação de quatro grupos funcionais, formados em função da tolerância a dessecação das sementes (Figura 2).

Figura 2 - Dendrograma construído a partir dos atributos funcionais de 58 espécies arbóreas classificadas nas ilhas florestais inundáveis no Parque Nacional das Sempre Vivas, Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.



Fonte: Autoria própria.

O grupo das espécies recalcitrantes subdividiu-se em função do grupo ecológico e morfologia das plântulas: o primeiro grupo formado por espécies secundárias tardias do tipo CHR. E o segundo grupo formado corresponde às espécies ortodoxas, secundárias iniciais e PEF. O outro agrupamento correspondeu às espécies secundárias iniciais, intermediárias, zoocóricas e PER e a última subdivisão foi formada por espécies pioneiras, ortodoxas, zoocóricas e PEF (Figura 2).

Em síntese encontram-se de um lado espécies que não suportam condições de plena exposição à altas intensidades de luz e temperatura, necessitando germinar e desenvolver à sombra de outros indivíduos e no extremo oposto situam-se espécies que dependem dessas condições no sítio para seu estabelecimento e reprodução. Desse modo, as preferências ecológicas das espécies para cada grupo funcional permitem inferir que os três primeiros grupos constituíram as comunidades mais equilibradas



devido às características de um estágio seral mais avançado, quando comparados aos três últimos grupos.

Outra questão importante a ser considerada, é que a existência de um elevado número de espécies dentro de um mesmo grupo funcional compõe essencial atributo na conservação da diversidade biológica (COELHO et al., 2018), pois caso ocorra declínio populacional ou desaparecimento de uma espécie devido a efeitos específicos (efeitos de alelopatia, ataque de pragas, processos de fragmentação, respostas a variações climáticas, dentre outros), a equivalência ecológica permitirá a compensação funcional por outra espécie que não foi prejudicada. Inversamente, quando um grupo funcional contém apenas uma ou poucas espécies, tal equilíbrio não é possível, logo a importância no reconhecimento dos grupos monoespecíficos como potenciais alvos prioritários para a conservação (RODRIGUES 2007).

Em espaços ecológicos mais restritos, como no caso das ilhas em estudo, maior é o risco de extinção local de espécies pertencentes a distintas funções. As perturbações naturais e/ ou antrópicas, com efeitos principalmente em relação aos processos de dinâmica da água no solo (LOPES; SHIAVINI, 2007), podem provocar alterações vegetacionais em nível de riqueza, estrutura e funcionalidade dessas florestas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que as espécies das ilhas florestais do Parque Nacional das Sempre-Vivas (Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço) apresentaram variações dos atributos funcionais avaliados, sugerindo diferentes estratégias de vida. Desta forma, infere-se que as diferenças funcionais entre as espécies avaliadas sejam importantes para a organização florístico-estrutural do componente arbóreo, uma vez que estratégias de vida distintas são relevantes para a partição de nichos ecológicos em ecossistemas florestais.

Os diferentes grupos funcionais encontrados preconizam que estas ilhas de vegetação espalhadas na paisagem podem conter comunidades muito distintas, não devendo ser tratadas como amostras similares, sendo fundamentais para a complementaridade e conectividade da flora regional.





AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pelo suporte.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. E.; SOUZA, D.T., SALINO A.; TELES, A.M. **Levantamento florístico e caracterização das formações vegetacionais, Parque Nacional das Sempre Vivas**. Relatório Técnico não publicado, 2007.
- ANDRADE, M. A.; DRUMMOND, G. M.; DOMINGUES, A. S.; MARTINS, C. S.; FRANCO, A. R. (Org.) et al. **Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço Fase 2**. Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, Mab-Unesco. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 20/02/2021.
- CAILLIEZ F. **The analytical solution of the additive constant problem**. Psychometrika, Lisboa, vol. 48, n. 2, p. 305-308, 1983.
- CANEDO, S. C.; FREITAS, M. M.; SOUZA, C. A. M; AMARAL, A. F. **Síndromes de dispersão em mata de galeria no Parque Municipal do Mocambo, em Patos de Minas-MG**. Perquirere: Patos de Minas: UNIPAM , vol 6, p. 17-25, 2009.
- CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. **Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de Floresta Atlântica Ombrófila Submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil**. Rodriguésia, vol. 60, n. 3, p. 695-710., 2009.
- COELHO, M. S.; CARLOS, P. P., PINTO, V. D.; MEIRELES A.; NEGREIROS D.; MORELLATO, L. P. C.; FERNANDES, G. W. **Connection between tree functional traits and environmental parameters in an archipelago of montane forests surrounded by rupestrian grasslands**. Flora v. 238, p. 51–59, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.04.003>
- COELHO, M. S.; FERNANDES, G. W.; Pacheco, P.; Diniz, V.; Meireles, A.; Santos, R.M.; Carvalho, F. C.; Negreiros, D. **Archipelago of montane forests surrounded by rupestrian grasslands: new insights and perspectives**. In: Fernandes, G.W. (Eds.), Ecology and Conservation of mountain-top grasslands in Brazil, Springer, New York, pp. 129-153, 2016.



- COELHO, M. S.; SIQUEIRA, F. N.; PERILLO, L. N.; MORELLATO, L. P. C., FERNANDES, G. W. **Forest archipelagos: A natural model of metacommunity under the threat of fire.** *Flora* v. 238, p. 244–249, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.013>
- COSTA, T. R. **Análise florístico-estrutural, relação vegetação-ambiente e transição floresta-campo das matas de galeria do Parque Nacional das Sempre-Vivas (PNSV), MG.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 135 p, 2017.
- FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. **Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil).** *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832, 2012.
- FONTES, C. G.; WALTER, B. M. T. **Dinâmica do componente arbóreo de uma mata de galeria inundável (Brasília, Distrito Federal) em um período de oito anos.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 34, p. 145-158 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000200002>
- GOWER, J. C. **A general coefficient of similarity and some of its properties.** *Biometrics*, Washington v. 27, n. 4, p. 857-871, 1971.
- HLADIK, A. S.; MIQUEL, S. **Seedling types and plant establishment in an African rain forest.** In K. S. Bawa and M. Hadley [eds.], *Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the Biosphere series.* Unesco, Paris and Parthenon, Paris, France, v. 7, p. 261–282, 1990.
- LALIBERTÉ, E.; SHIPLEY, B. **FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology.** R package version 1.0-11. [s. l.: s. n.], 2011.
- LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. **Dinâmica da comunidade arbórea de Mata de Galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica* v. 21, p. 249-261, 2007.
- LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; PRADO JÚNIOR, J. A.; GUSSON, A. E.; SOUZA NETO, A. R.; VALE, V. S.; DIAS NETO, O. C. **Caracterização Ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, na fazenda experimental do Glória, Uberlândia, MG.** *Bioscience Journal*, Uberlândia p. 322-335., 2011.
- MASON, N.W.; DE BELLO, F.; MOUILLOT, D.; PAVOINE, S.; DRAY, S. **A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients.** *Journal of Vegetation Science*, v. 24, n. 5, p. 794-806, 2013
- MÍQUEL, S. **Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestères du Garbon.** *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle* v. 1, p. 101– 121, 1987.



- MISSIO, F. F., et al. **Atributos funcionais de espécies arbóreas em um Fragmento De Floresta Ombrófila Mista Em Lages - SC.** *Ciência Florestal*, v. 27, n. 1, p. 215-224, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509826460>
- MMA - Ministério do Meio Ambiente - **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.** Relatório Técnico, 2015.
- MOTA, E. D. F. **Diásporos e plântulas de espécies lenhosas de mata de galeria: biometria, morfologia e aspectos da germinação e do desenvolvimento inicial.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília 114 p, 2012.
- NOGUEIRA, E. M. **Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia.** *Forest Ecology and Management*, Amsterdam v. 248, n. 3, p. 119-135, 2007.
- OKSANEN, J. et al. **Vegan: community ecology package.** R package version. [s. l. : s. n.], v. 1, 2009.
- OLIVEIRA, M. C.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Comparação florístico-estrutural dos estratos adulto e de regeneração em Mata de Galeria perturbada no Distrito Federal, Brasil.** *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 142-154, 2015.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. (Eds.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa.** Lavras: Editora UFLA. 576 p, 2008.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E CULTURA – UNESCO, 2020. **O Programa Mab: Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.** Disponível em: <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+06&mode=all> Acessado em dez/2020.
- PINTO, L. V. A.; DAVIDE, A. C.; ALVARENGA, S. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M. **Distribuição das espécies arbóreo-arbustiva ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.** *Cerne*, v. 11, n. 3, p. 294-305, 2005.
- PRADO JÚNIOR, J.; LOPES, S. F.; VALE, V. S.; DIAS NETO, O. C.; SCHIAVINI, I. **Comparação florística, estrutural e ecológica da vegetação arbórea das fitofisionomias de um remanescente urbano de Cerrado.** *Biosci. J*, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 456-471, 2012.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.
- RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G., SCHIAVINI, I. **Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais.** *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 311 – 323, 2004.



- RICOTTA, C.; BACARO, G.; MORETTI, M. **A New measure of functional evenness and some of its properties.** PloS one, v.9, n.8, p. e104060, 2014.
- RODRIGUES, V. H. T. **Composição, estrutura e aspectos ecológicos da mata ciliar do Rio Araguari no Triângulo Mineiro.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 94 p., 2007.
- SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; BARBOSA, N. P. U.; BUISSON, E.; CARMO, F. F.; CARSTENSEN, D. W.; LAMBERS, H. **Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority.** Plant and Soil, v. 403, p. 129–152, 2015. <https://doi:10.1007/s11104-015-2637-8>
- SOBRAL, F.L.; CIANCIARUSO, M.V. **Estrutura filogenética e funcional de assembléias:(re) montando a ecologia de comunidades em diferentes escalas espaciais.** Bioscience Journal, v. 28, n. 4, p. 617-631, 2012.
- SOUZA, L. M. **Análise do potencial de regeneração natural no entorno de nascentes em processo de recuperação.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Lavras , MG. 164 p, 2010.
- STEFANELLO, D. **Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência - MT.** Acta Amazônica. [online]., v. 40, n. 1, p. 141-150, 2010.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 402 p., 1982.
- VIEIRA, D. L. M.; AQUINO, F. G.; BRITO, M. A.; BULHÃO, C. F.; HENRIQUES, R. P. B. **Síndrome de dispersão de espécies aburstivo-arbóreas em Cerrado sensu strictu do Brasil Central e savanas amazônicas.** Revista Brasileira de Botânica, v. 25, n. 2, p. 215-220, 2002.



1º LEI DE MENDEL: O LÚDICO COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA NO ENSINO DE GENÉTICA

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-9

Mirian da Silva Almici¹
Heitor Antônio da Silva¹
Junior Antônio Martins de Melo¹
Isane Vera Karsburg²
Altacis Junior de Oliveira³
Taniele Carvalho de Oliveira⁴
Crislei Ferreira Alves¹
Ana Paula Rodrigues da Silva¹

¹ Mestrandos do curso de Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

³ Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede PRO-CENTRO OESTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁴ Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

A utilização de jogos didáticos pode ser uma ferramenta estratégica no processo de ensino-aprendizagem para o ensino de genética. Os jogos são algumas das alternativas lúdicas favoráveis para o ensino dessa disciplina, utilizados como complemento do conteúdo teórico, possibilitando maior interação entre o conhecimento professor-aluno. O jogo lúdico ocupa esse papel como ferramenta nesse processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para construção de conhecimentos e aquisição de conceitos de Biologia de forma dinâmica, interativa, motivadora e atraente, propiciando desse modo, a aproximação do aluno com o conteúdo. A proposta deste jogo é fazer com que o aluno aprofunde-se no conhecimento de Genética, especificamente em 1º Lei de Mendel.

Palavras-chave: Lúdico. Ensino-aprendizagem. Biologia. Genética.

1. INTRODUÇÃO

A genética é um ramo de estudo pertencente a biologia, voltada para a natureza química do material hereditário, isto é, o mecanismo de transferência das informações contidas nos genes, compartilhados de geração em geração (dos Genitores para as Progênes). O ensino desta disciplina frequentemente é considerado complexo por



alguns alunos e professores, que por esse motivo enfrentam dificuldades pela maneira como tem sido conduzido o ensino, através da memorização, da transmissão e recepção de conhecimentos, marcantes no ensino tradicional (AGAMME, 2010). Pierce (2004) relata que Mendel apresentou o princípio da Segregação através dos estudos com fenótipos de ervilha, avaliando a transmissão de caracteres.

Devido à numerosos conceitos teóricos existentes nesta especialidade e a carência de um processo voltado para o ensino lúdico e motivador, embaraça a assimilação destes conceitos, levando os alunos a memorização e não ao aprendizado. Kishimoto (1996) aponta que atuar nos componentes internos da aprendizagem é importante para haja absorção de conhecimentos por parte do aluno, sendo necessário que o educador adote práticas em sala de aula. Quando o aluno se depara com o novo, pode-se despertar a atenção e a curiosidade do mesmo, de forma que possa vir a estimular a cognição, a afeição, a socialização, a motivação e a criatividade (Miranda, 2001; Ferreira et al., 2010).

Visando desenvolver uma forma de colaborar para estes processos de ensino e aprendizagem, surgiu o conceito de um jogo didático que promova a captação por parte dos alunos sobre conceitos importantes de Genética, as Leis de Mendel e os respectivos cruzamentos das características da ervilha. Martins et al (2008) enaltece a necessidade de atividades práticas no ensino da genética que auxiliem no aprendizado dos alunos como complementação dos conceitos teóricos. Entende-se que o processo de ensino e aprendizagem desta disciplina necessita de novas estratégias motivacionais, dinâmicas e atrativas, isso pode ser sanado com uso de jogos educacionais.

O uso de jogos educativos torna se de grande valia para o processo de ensino e aprendizagem, pois frequentemente, esses conteúdos são trabalhados de forma muito abstrata, sem qualquer correspondência com situações concretas (FERREIRA & PEREIRA, 2013). O jogo lúdico na educação escolar não deve ser visto apenas como um jogo, mas como um recurso pedagógico que traz inúmeros benefícios para a prática pedagógica, além de oportunizar a aquisição de diversos conteúdos científicos, de modo a potencializar a sua aprendizagem e o seu desenvolvimento.

Para tanto, faz-se necessário tirar os alunos da zona da passividade, desconstruindo a ideia que o professor é o único agente transmissor do conhecimento, reformulando

o



ensino tradicional, de modo que o professor seja o mediador do ensino e aprendizagem, possibilitando ao aluno construir seu próprio conhecimento.

Nessa perspectiva, espera-se que o jogo educativo sobre a 1ª lei de Mendel (Cruzamentos mendelianos) contribua para a compreensão dos mecanismos envolvidos na transmissão e segregação dos genes alelos transmitidos através das gerações e possibilite o ensino e a aprendizagem de forma significativa e prazerosa.

2. SUBSÍDIOS TEÓRICO – PRÁTICOS

2.1. 1ª Lei de Mendel

Mendel publicou em 1866 nos *Proceedings of the Natural History Society of Brunn* a teoria da herança particulada, seu trabalho chamou a atenção e até foi lido por alguns biólogos, no entanto, sua importância foi subestimada por mais de 30 anos.

Os experimentos mais famosos de Mendel foram realizados com ervilhas de jardim no monastério onde vivia, na cidade de Brunn, Áustria. Gregor Mendel, um monge austríaco, trabalhava para compreender as regras que controlam a transmissão de traços dos genitores para a descendência após a hibridização entre diferentes variedades de ervilha.

De acordo com Griffiths (2016), Mendel realizou a polinização cruzada de diferentes variedades de ervilha no período de 1856 a 1863. Em um de seus experimentos, realizou o cruzamento entre uma variedade com flores roxas e outra com flores brancas, o qual pode registrar que toda a primeira geração híbrida da descendência desse cruzamento apresentava flores roxas, bem como um dos genitores. Não havia mistura. Em seguida, Mendel realizou a autopolinização das plantas híbridas de primeira geração e cultivou uma segunda geração da descendência. Entre a progênie, ele observou plantas com flores roxas e plantas com flores brancas, sendo aproximadamente três plantas com flores roxas para cada planta com flores brancas.

Mendel propôs algumas conclusões baseadas em suas observações: que os genes se comportavam como partículas que não se misturam em conjunto e de que um alelo é dominante em relação ao outro. Desse modo, com essas observações ele pode explicar a ausência de mistura nos híbridos da primeira geração e o reaparecimento das



plantas com flores brancas nos híbridos da segunda geração, com uma proporção de 3:1 de plantas com flores roxas e brancas (Griffiths, 2016).

2.2. O Jogo – Cruzamento Mendeliano (1º Lei de Mendel)

O cruzamento de Mendeliano é uma atividade lúdica que contribui para o aprendizado de forma simples e significativa, de modo que, possibilita ao aluno simular o experimento proposto por Mendel, ao realizar o cruzamento entre ervilhas. Além disso, esta atividade lúdica contribuiu de forma conceitual para realização do Bingo das Ervilhas, pois através do simulado de cruzamentos de Mendel, os alunos poderão esclarecer e aprimorar vários conceitos, tais como, a Meiose, formação do zigoto, genes homocigotos e heterocigotos, características dominantes e recessivas, entre outros, de modo descontraído, porém eficiente.

2.2.1. Construção do material didático

Para a construção dos materiais didáticos, há a preocupação de utilizar materiais de fácil acesso, manuseio e com baixo valor econômico, de forma a facilitar o acesso à atividade.

Os materiais necessários para confecção do bingo são:

- Computador.
- Impressora (colorida).
- Papel sulfite.
- Tesoura.
- Ou E.V.A

Estes materiais são facilmente encontrados nas escolas, tanto estaduais como municipais em nosso país.

2.2.2. Condução metodológica

Para representar os cruzamentos feitos por Mendel serão utilizados 64 quadradinhos impressos (ou E.V.A) de 2 cm² na cor amarela com a letra (C) e na cor verde com a letra (c).

Informações para realizar os cruzamentos:

- Cada peça representa um gene para a cor da semente da planta de ervilha, sendo que, a cor amarela carrega o gene dominante (C) e o verde o gene recessivo (c).





- Cada junção de duas peças corresponde aos dois genes presentes no zigoto que originará uma nova planta.
- Durante a formação dos gametas, esses genes se separam (Meiose) para se combinarem novamente durante a fecundação.
- O gene para sementes amarelas é dominante sobre o gene para sementes verdes, desse modo, um zigoto formado por um gene de cada tipo, resultará em ervilha amarela.

Cruzamentos - Geração F1. (Figura 1)

Todas as peças amarelas e verdes deverão ser colocadas separadamente, cada uma em um recipiente.

Deve-se retirar simultaneamente uma peça de cada recipiente, colocando-as sobre a mesa ou papel, de modo que represente o zigoto, (repetir até terminar as peças).

Registrar o número e o tipo de plantas de ervilha resultantes do cruzamento (amarelas ou verdes).

Cruzamentos - Geração F2. (Figura 2)

Deve-se dividir os descendentes obtidos do cruzamento anterior (F1) de forma igualitária nos dois recipientes e misturar bem as peças. Retirar simultaneamente uma peça de cada recipiente sem olhar, de modo que o zigoto será formado pela escolha aleatória dos genes, colocando-as sobre a mesa ou papel lado a lado. (Repetir até terminar as peças). O resultado obtido corresponde a geração F2.

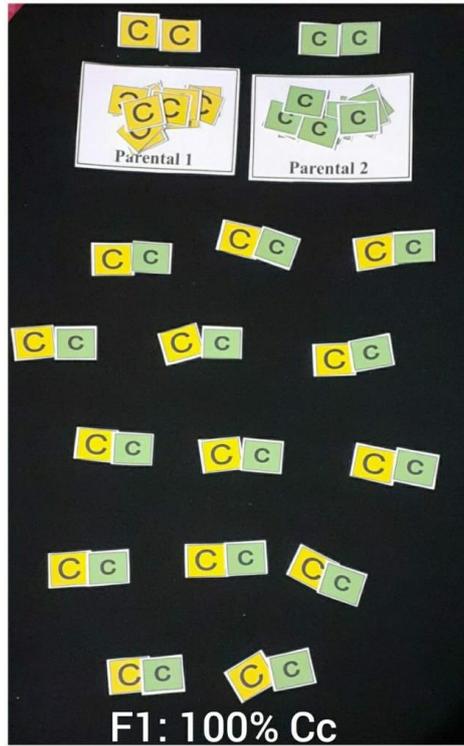
Para registrar o tipo de plantas obtidas os alunos deverão considerar que:

- 02 peças verdes = ervilhas verdes;
- 02 peças amarelas = ervilhas amarelas;
- 01 peça verde e 01 amarela = ervilhas amarelas (o gene amarelo é dominante sobre o verde).

Obs. As peças também poderão ser confeccionadas com E.V.A.

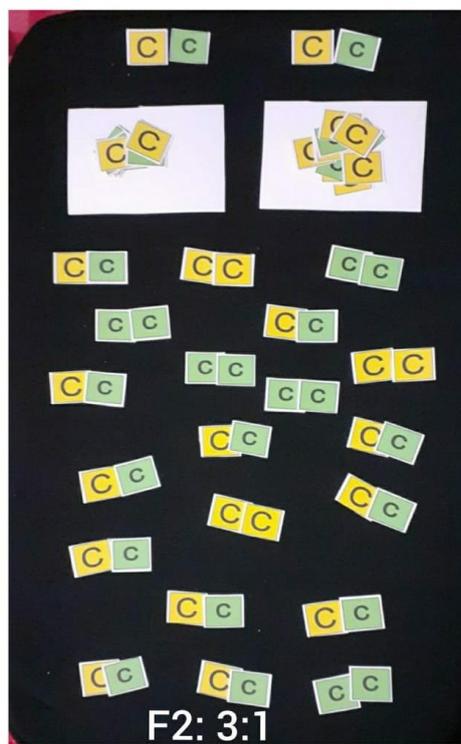


Figura 1 – Cruzamentos Mendelianos (F1).



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 2 – Cruzamentos Mendelianos (F2).



Fonte: Autoria própria (2021).



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dessa estratégia de ensino, é proposta uma abordagem prática para o conteúdo de genética, especificamente sobre 1ª Lei de Mendel, capaz de propiciar momentos de afetividade no processo de ensino-aprendizagem, promovendo um ensino mais prazeroso e momentos dinâmicos entre o docente e os alunos.

Atividades dinâmicas como o uso de jogos didáticos são uma estratégia para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e devem ser incentivadas, especialmente para o ensino de Biologia, por se tratar de um método eficaz que auxilia no processo de construção do conteúdo científico. Ao abordar temáticas relacionadas à 1ª Lei de Mendel, o professor forma os alunos para compreender os mecanismos envolvidos na transmissão das características através das gerações.

REFERÊNCIAS

- AGAME, A. L. D. A.; O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose. 2010.
- FERREIRA, G. R. A. M.; PEREIRA, S. L. P. O.; Jogos digitais no ensino formal em escolas da rede pública: possibilidades e interações. In Sim Social, Salvador-BA, 2013.
- FERREIRA, F. E. et al. Cruzamentos mendelianos”: o bingo das ervilhas. Genética na escola, v. 5, n. 1, p. 5-12, 2010. Disponível em <<http://experimentoteca.com/biologia/wp-content/uploads/2014/08/cruzamentos-mendelianos-bingo-das-ervilhas.pdf>>.
- GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. Introdução à genética. 11. ed. ed., reimp.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016 / 2017. 2017 v, xviii, 760 . p.
- MARTINS, C. et al.; Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. In Sociedade Brasileira de Genética (SBG) - Revista Genética na escola, vol. III, nº2, p. 24, 2008.
- MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. In: Ciência Hoje, v.28, 2001.
- KISHIMOTO, T. M.; Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação. Cortez, São Paulo, 1996.
- PIERCE, B. A.; Genética - Um Enfoque Conceitual - 1ª ed. - Traduzido por Paulo A. Mota, Ex-Professor Adjunto do Departamento de Genética da UFRJ e do Instituto de Biologia da UFF. Editora Guanabara Koogan, 2004.



SCHWARTZ, G. M.; O Processo Educacional em Jogo: Algumas Reflexões Sobre a Sublimação do Lúdico. Revista Licere/ Centro de Estudos de Lazer e Recreação/ EEF/ UFMG. V.1, n.1. Belo Horizonte, 1998.



CAPÍTULO X

“COMPLETE O CROMOSSOMO”: ATIVIDADE PSICOMOTORA PARA APRENDIZADO DA ESTRUTURA CROMOSSÔMICA

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-10

Altacis Junior de Oliveira ¹

Taniele Carvalho de Oliveira ²

Isane Vera Karsburg ³

Erika Loraine da Silva ⁴

Mirian da Silva Almici ⁴

Pedro Sávio Sousa Nunes da Silva ⁴

Andressa Alves Cabreira dos Santos ⁴

Jeferson Gonçalves de Jesus ¹

¹ Doutorandos em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede PRO-CENTRO OESTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

³ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁴ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

Uma grande parte dos estudantes não compreende o ensino de conteúdos de genética, e muitas vezes, são considerados difíceis e desinteressantes, não permitindo que o mesmo faça a assimilação da importância dos organismos na transmissão das características de uma espécie, que são passados de uma geração para outra, além das transformações que ocorrem nestas transmissões, do funcionamento da molécula de DNA, entre outros conteúdos que são abordados em sala de aula, então, há uma necessidade de práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos, como métodos inovadores de ensino que possam envolver arte, jogos e dinâmicas que serão promissoras para serem aplicados durante práticas pedagógicas. A atividade proposta foi na forma de um jogo psicomotor, onde em uma caixa de pizza contendo um desenho de um cromossomo e bolas de gude, deve-se montar as referidas partes cromossômicas (braços, centrômero e satélite). Assim, o jogo favorece a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento e desenvolvimento de estratégias sobre o ensino da genética. Com isso, a atividade proposta deste capítulo apresentou como uma alternativa de ensino, pois propõem um modo interativo e dinâmico, onde através da brincadeira os alunos não somente podem imaginar um cromossomo, mas podem aprender a constituição de sua estrutura de forma descontraída.

Palavras-chave: Atividade psicomotora. Cromossomo. Genética.



1. INTRODUÇÃO

Embora as inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas, atualmente, no Brasil uma grande parte dos estudantes não compreendem o ensino de conteúdos de genética, e muitas vezes, são considerados difíceis e desinteressantes, não permitindo que o mesmo faça a assimilação da importância dos organismos na transmissão das características de uma espécie, que são passados de uma geração para outra, além das transformações que ocorrem nestas transmissões, do funcionamento da molécula de DNA, entre outros conteúdos que são abordados em sala de aula (MOURA, et al, 2013).

O entendimento dos conceitos abordados no ensino de genética geralmente é de difícil adsorção, então há uma necessidade de práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos, como métodos inovadores de ensino que possam envolver arte, jogos e dinâmicas que possam ser promissoras para serem aplicados durante práticas pedagógicas (BARROS; RIBEIRO; SILVA, 2017).

Portanto o presente trabalho teve como objetivo demonstrar uma estratégia metodológica para a elucidação de conteúdos relacionados a genética - cromossomos, utilizando materiais recicláveis, com intuito de impulsionar o aluno a desenvolver o raciocínio prático e cognitivo para uma melhor assimilação do conteúdo abordado em sala de aula.

2. CROMOSSOMOS

Cromossomos são encontrados no interior do núcleo de uma célula em diferentes graus de compactação, é constituído por uma única molécula de DNA que está conectada a proteínas. Os cromossomos são geralmente interpretados, em seu estado de maior compactação, o que acontece durante a metáfase, pois neste período podem ser visualizados com maior facilidade. Cada cromossomo é formado por duas cromátides-irmãs que são unidas por seus centrômeros, região que indica uma construção denominada primária. As cromátides-irmãs são idênticas entre si e resultantes da duplicação cromossômica que ocorre na fase de interfase, antes da divisão celular (VALADARES; PEREIRA; ALMEIDA, 2014).





2.1. Propriedades dos cromossomos

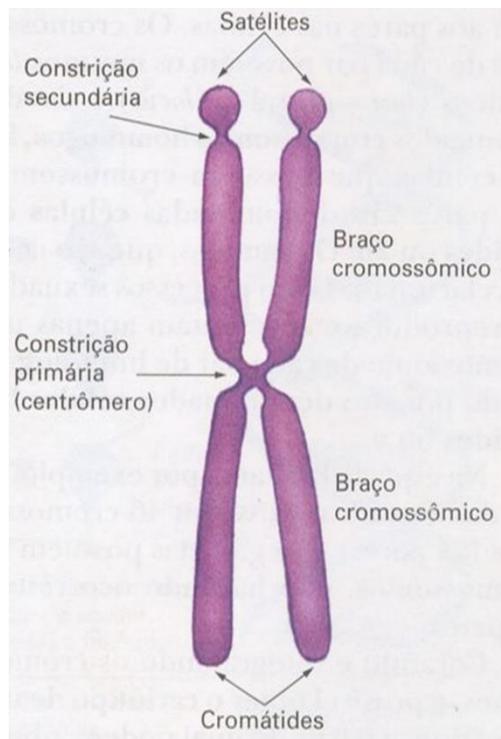
Os cromossomos se auto reproduzem durante as divisões nucleares conservando suas propriedades morfológicas e fisiológicas. São entidades permanentes no núcleo, e as células em condições de inanição apresenta número de cromossomos constante. Nos indivíduos diploides, cada cromossomo tem seu homólogo. O DNA fica presente no seu núcleo e nas mitocôndrias e arranjado na forma de pares cromossômicos, sendo que cada célula possui o conjunto de cromossomos da espécie em duplicata ($2n = \text{diplóide}$), portanto 2 alelos para cada gene, locus ou marcador.

Os cromossomos contêm longas cadeias de DNA, onde se distribuem os genes, as cadeias de DNA possuem fitas duplas paralelas, que permanecem unidas pela interação fraca entre os nucleotídeos ($A=T$ e $G=C$).

2.2. Estrutura dos cromossomos

Um cromossomo apresenta unidade estrutural filamentosa de DNA que se dispõe em forma de espiral, sendo envolvido por uma substância protéica denominada matriz (Figura 1).

Figura 1: Estruturas do cromossomo



Nos cromossomos destacam-se as seguintes partes:



- **Cromômeros** - A cromatina não é um filamento uniforme, mas apresenta em toda sua extensão engrossamentos bastante irregulares com aspectos de granulações (Cromômeros). Seu tamanho e localização são constantes para cada cromossomo.

- **Cromátídeos ou cromátides** - É o resultado da divisão longitudinal do cromossomo durante a divisão celular.

- **Centrômero** - Região que divide o cromossomo em dois braços e influi no movimento durante a divisão celular. Comumente há um centrômero por cromossomo, mas existem organismos dicêntricos ou policêntricos.

- **Satélite** - Porção terminal de material cromossômico separado do cromossomo por uma constrição secundária.

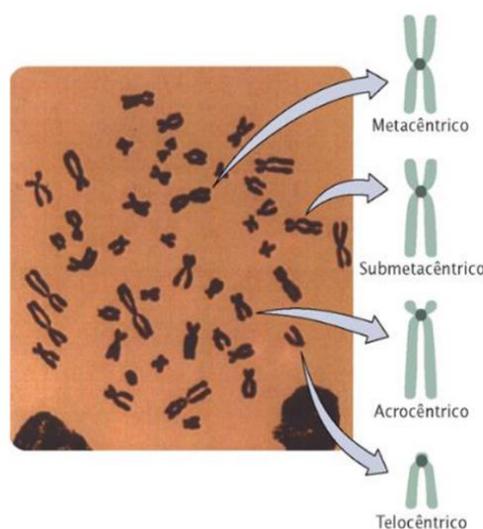
- **Zona SAT** - Região relacionada com a formação do nucléolo durante a telófase.

2.3. Estudo e classificação dos cromossomos

A morfologia dos cromossomos é estudada por fixação e coloração básica. Ocorre durante a metáfase e anáfase da divisão celular, pois os filamentos apresentam-se mais compactos e condensados, o que facilita sua visualização à microscopia óptica.

Existem quatro tipos básicos de cromossomos, sendo eles: metacêntrico; submetacêntrico; acrocêntrico e telocêntrico (Figura 2). Ambos são estudados e classificados pelo tamanho e pela posição do centrômero.

Figura 2- Tipos de cromossomos





O cromossomo metacêntrico o centrômero está situado bem no meio do cromossomo, como o próprio nome sugere em sua metade, deixando-o num formato exato de X.

Cromossomo submetacêntrico o centrômero está apenas um pouco afastado do meio do cromossomo.

No cromossomo acrocêntrico, seu centrômero localiza-se próximo a uma das extremidades, mas não totalmente nela. Este efeito faz com que um braço seja bem maior que o outro.

Já o cromossomo telocêntrico, o centrômero encontra-se na extremidade do cromossomo, em sua região terminal, fazendo com que se pareça uma espécie de pinça.

3. COMO PREPARAR O MATERIAL

Para confeccionar o jogo é preciso os seguintes materiais (figura 3):

- Tesoura;
- Caixas de pizza recicladas;
- Bolas de gude coloridas;
- Estilete;
- Cola;
- Canetinhas coloridas;
- Impressão do material de apoio (figuras 4-5-6-7-8).
-

Figura 3 – Materiais utilizados na fabricação da atividade

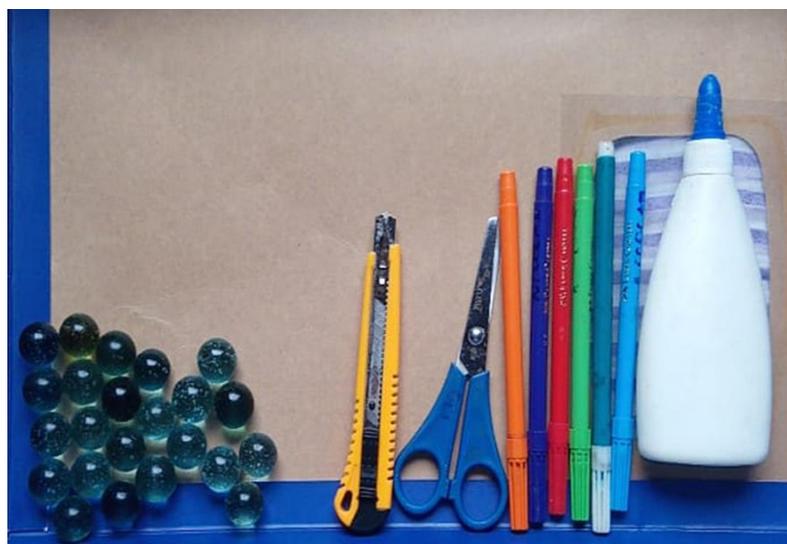
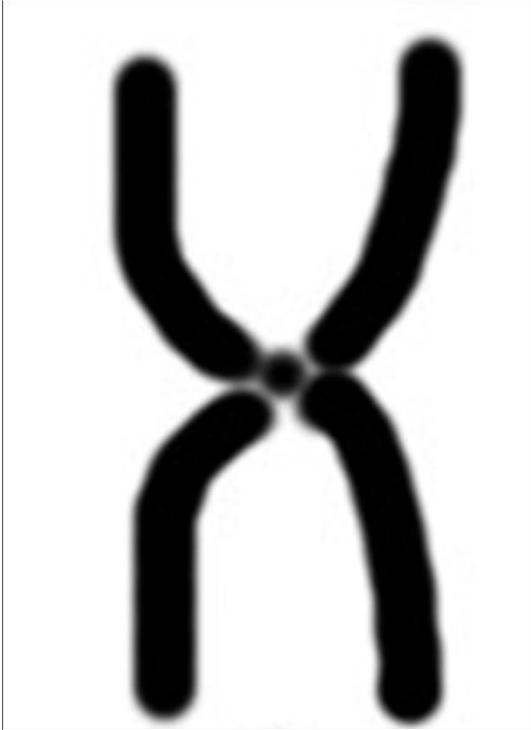


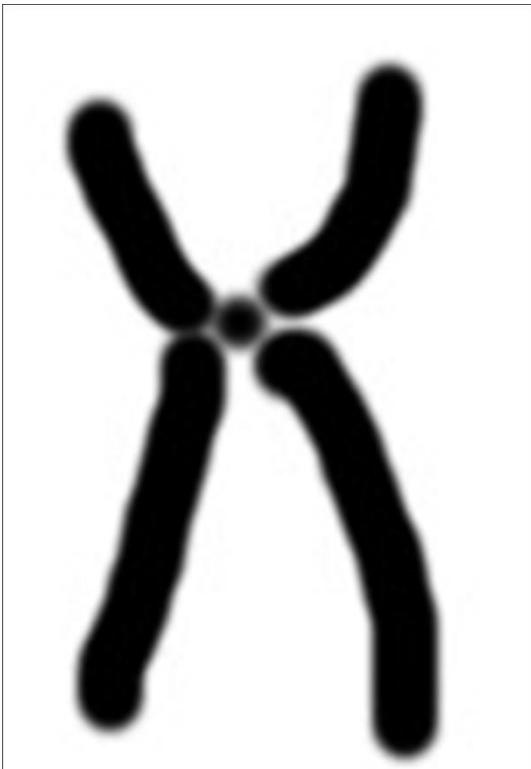


Figura 4 – Cromossomo para impressão, e colagem na caixa de pizza



METACÊNTRICO

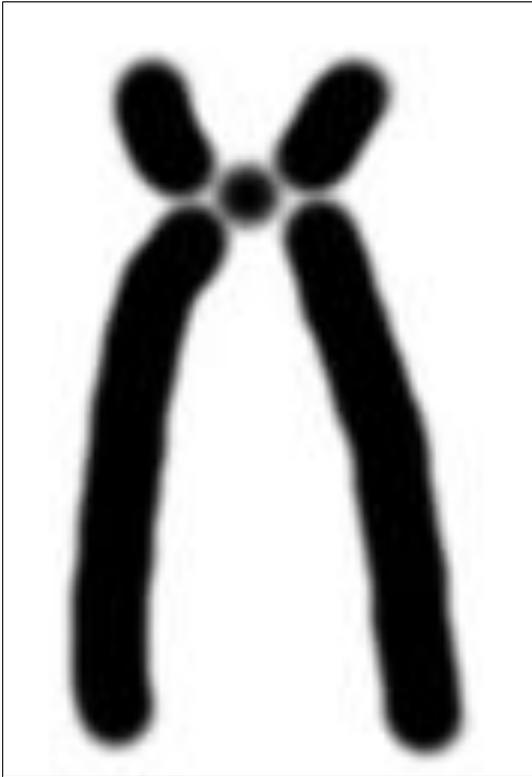
Figura 5 – Cromossomo para impressão, e colagem na caixa e pizza



SUBMETACÊNTRICO



Figura 6 – Cromossomo para impressão, e colagem na caixa e pizza



ACROCÊNTRICO

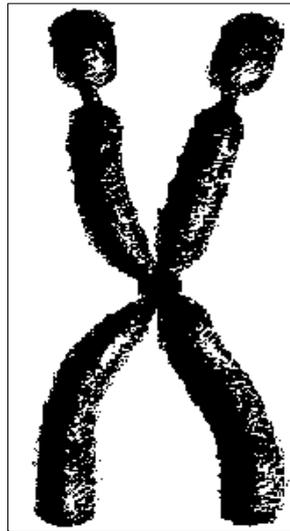
Figura 7 – Cromossomo para impressão, e colagem na caixa e pizza



TELOCÊNTRICO



Figura 8 – Cromossomo para impressão, e colagem na caixa e pizza



**METACÊNTRICO
COM SATÉLITE**

Após a impressão do material de apoio, deve-se recortar e colar o desenho do cromossomo no centro da caixa de pizza, para cada parte do cromossomo deverá ser escolhido uma cor de bola de gude (Figura 9).

Figura 9 – Cromossomos montados e completados com as referidas bolas de gude



É necessário fazer furos redondos com o estilete, nas referidas partes onde as bolas de gude possam se encaixar como mostra a figura 10 e com a canetinha colorida criar as legendas explicando onde se deve encaixar cada cor de bola de gude.



Figura 10 – Cromossomo montado, completado com as referidas bolas de gude e legendas



4. COMO JOGAR

Inicialmente é preciso que os jogadores misturarem as bolas de gude. Em seguida deve-se tentar encaixá-las nos lugares onde mostra a legenda (Figura 11).



Figura 11 – Misturando as bolas de gude para o início do jogo



O primeiro jogador que conseguir completar o cromossomo corretamente será o vencedor (Figura 12).

Figura 12 – cromossomo completado corretamente





5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conteúdos abordados nas escolas sobre genética especificamente sobre cromossomos, é uma questão onde há uma grande dificuldade dos alunos de fixação do conhecimento. Com isso, a atividade proposta deste capítulo apresentou-se como uma alternativa de estudo, pois propõem um modo interativo e dinâmico, onde através da brincadeira os alunos não somente podem imaginar um cromossomo, mas pode aprender a constituição de sua estrutura de forma descontraída.

REFERÊNCIAS

BARROS, Gabrieli Dutra; RIBEIRO, Alice Melo; SILVA, Delano Moody Simões. **O uso de Recursos Didáticos no Ensino de Genética: Investigando as Produções Acadêmicas Nacionais.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

MOURA, Joseane et al. *Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil—breve relato e reflexão.* **Semina: ciências biológicas e da saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

VALADARES, Bruno Lassmar Bueno; PEREIRA, Andreza de Oliveira; ALMEIDA, Camilla Silen. *Morfologia cromossômica e alterações estruturais: um modelo didático.* **Genética na Escola**, Vol. 9, Nº 1, 2014.



CAPÍTULO XI

JOGO DA MEMÓRIA CROMOSSÔMICA: METODOLOGIA LÚDICA NO APRENDIZADO DE MAPEAMENTO CROMOSSÔMICO

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-11

Pedro Sávio Sousa Nunes da Silva ¹
Givanildo Rodrigues da Silva ¹
Jeferson Gonçalves de Jesus ²
Altacis Junior de Oliveira ²
Taniele Carvalho de Oliveira ³
Isane Vera Karsburg ⁴
Erika Loraine da Silva ¹
Mirian da Silva Almici ¹

¹ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Doutorandos em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede PRO-CENTRO OESTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

³ Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁴ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

A existência de dificuldades em ensinar genética é bem relevante, principalmente em despertar o interesse do aluno a esse conteúdo, com isso, fazê-lo entender processos que envolvem conceitos abstratos e descobrir formas de ajudar o aluno a perceber a relação que existe entre os conhecimentos científicos e o cotidiano. Desse modo, existe a necessidade de diversificar os métodos de ensino, propondo variadas e encantadoras atividades, com o intuito de possibilitar uma melhor aprendizagem sobre determinado conteúdo aplicado em sala de aula. Diante disso, o objetivo do trabalho foi criar um Jogo da Memória Cromossômica, sendo desenvolvido com o intuito de possibilitar maiores questionamentos em torno do assunto de mapeamento cromossômico, possibilitando maiores interações e permitindo questionamentos dos alunos. O jogo é jogado por duas pessoas ou dois grupos que jogam de modo independente com a intenção de estimular os alunos do Ensino Médio como também dá graduação a entender o princípio do mapeamento cromossômico de forma fácil e descontraída, de modo a determinar a localização do gene questionado por meio das informações fornecidas no decorrer do jogo. Com isso, espera-se com a aplicação do jogo desenvolver o caráter questionador dos estudantes como também facilitar o ensino desse conteúdo tão complexa, além de contribuir como uma ferramenta didática para os docentes, associando a teoria com a atividade prática.



Palavras-chave: Jogo da memória cromossômica. Metodologia lúdica. Mapeamento cromossômico.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as dificuldades no ensino da genética, algumas são conseguir despertar o interesse do aluno, fazê-lo entender processos que envolvem conceitos abstratos e descobrir formas de ajudar o aluno a perceber a relação que existe entre os conhecimentos científicos e o cotidiano. Em muitas instituições de ensino, as aulas teóricas têm prevalecido em quase todo o momento, o que impede um maior progresso do processo de ensino-aprendizagem. Diante disso, existe a necessidade de diversificar os métodos de ensino, propondo variadas e encantadoras atividades, com o intuito de possibilitar uma melhor aprendizagem sobre determinado conteúdo aplicado em sala de aula (MORATORI, 2003).

Segundo Krasilchik (2004), o tipo de aula expositiva é comumente adotada por ser um método econômico, permitindo que o professor atenda um grande número de alunos e ao mesmo tempo, o domínio da classe, que é mantida apática e sem oportunidade de manifestar-se. Ainda segundo a autora, a passividade dos alunos pode representar grandes desvantagens, uma vez que a retenção de informação reduz conforme o desenvolvimento da aula; o assunto é polido de tal forma que o estudante não possui oportunidade para identificar suas dúvidas ou as incongruências no raciocínio do professor e as omissões que só serão perceptíveis na hora em que, recebendo a nota, conseguirá pensar no assunto.

Tomando como base que, as aulas expositivas são importantes, mas assim como qualquer outra ferramenta de educação, possuiu suas limitações, o uso de dinâmicas possibilitará uma maior integração entre os alunos. Cabendo lembrar ainda, que nenhum modo educacional substituirá o outro, mas complementam-se. Desse modo, o Jogo da Memória Cromossômica, foi desenvolvido com o intuito de possibilitar maiores questionamentos em torno do assunto de mapeamento cromossômico, possibilitando maiores interações e permitindo questionamentos dos alunos.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Baseado no jogo-da-memória comum, onde o objetivo é encontrar os pares de cartas iguais o “Jogo da memória cromossômica” é jogado por duas pessoas ou dois grupos que jogam de modo independentes. Diferencia-se principalmente por haver outros dois objetivos: determinar a localização do gene no cromossomo linear e em seguida encontrar todos os genes que correspondem às características do indivíduo (genes e características lúdicas) antes do oponente as encontrar e finalizar o jogo.

A intenção é estimular os alunos do Ensino Médio como também dá graduação a entender o princípio do mapeamento cromossômico de forma fácil e descontraída, de modo a determinar a localização do gene questionado por meio das informações fornecidas no decorrer do jogo.

A complexidade foi outro fator levado em conta, sendo que dinâmicas muito complexas ou materiais difíceis de encontrar para elaborar o jogo, impedem na maioria das vezes que sejam executadas. Pensando nisso, para elaborar a dinâmica foram utilizados materiais comuns e relativamente fáceis de serem encontrados - um baralho comum ou papel cartão, os desenhos e perguntas sugeridas, tesoura e cola branca.

É importante que o professor antes de iniciar o jogo, faça a introdução do conteúdo de mapeamento cromossômico afim de facilitar o dinamismo do jogo e a partir disso, faça a entrega do material, explique e acompanhe o desenvolvimento dos jogadores.

2.1. Preparando as cartas do jogo

Imprima os tipos de cartas propostas denominadas “Cartas-características”, recorte e cole na face das cartas de baralho ou das cartas que forem recortadas em papel cartão, consequentes as respostas devem estar coladas nas costas de uma das cartas-características. As cartas denominadas “Cartas-questões” também poderão ser recortadas e coladas em cartas remanescentes, a fim de que possibilite que todo o jogo seja guardado agrupado e evite perdas ao fim das atividades.

2.2. Como jogar

Sugere-se que as questões fiquem individualizadas em cartas (denominadas cartas-questões), em um montante próximo aos participantes.



As cartas-características são postas com a face virada para baixo, como em um jogo-da-memória comum.

Inicia com um dos participantes pegando uma das cartas-questões, resolve o problema, pega a carta com o número correspondente à resposta e conseqüentemente se estiver correto, a carta apanhada indicará por meio da imagem a próxima carta que deverá pegar para continuar jogando e repetir, retirando outra carta-questão e repetindo o processo.

Caso apanhe a carta-característica que não corresponde, a carta-questão deverá retornar ao monte, e a vez passa para o oponente, repetindo o processo.

O participante que conseguir encontrar o par correspondente à carta-questão a entrega ao adversário e até que consiga finalizar as características que o adversário já fez, não pega novas cartas-questões do monte.

Vence o participante que conseguir completar todos os pares das características do indivíduo descrito nas cartas-questões.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de modelos didáticos é uma importante estratégia integradora que desperta o interesse e a discussão, facilitando a assimilação de assuntos relacionados à genética por parte dos estudantes.

O modelo permitirá o melhor entendimento sobre o mapeamento cromossômico, a fim de entender como ocorre a permutação ao acaso dos cromossomos durante a meiose e a origem da variabilidade genética das espécies, que para grande parte dos estudantes, é um assunto bastante difícil de compreender.

Espera-se com a aplicação do jogo desenvolver o caráter questionador dos estudantes como também facilitar o ensino dessa disciplina tão complexa. Além de contribuir como ferramenta didática para os docentes, associando a teoria com a atividade prática.

REFERÊNCIAS

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. Ed. São Paulo: USP, 2004. 197p.



MORATORI, P. B. **Por Que Utilizar Jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem?** UFRJ. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em <<https://www.scribd.com/document/63671094/Por-Que-Utilizar-Jogos-Educativos-No-Processo-de-Ensino-Aprendizagem>> Acesso em 3 de fevereiro de 2021.

ANEXOS

Anexo 1 – Cartas-questões

<table border="1"><tr><td>Característica 1, cor dos olhos, qual a distância entre os genes A e B?</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td>20</td><td>15</td><td>2</td></tr></table>	Característica 1, cor dos olhos, qual a distância entre os genes A e B?	A	B	C		20	15	2	<table border="1"><tr><td>Característica 2, cor da pele, qual a distância entre os genes B e S?</td><td>C</td><td>B</td><td>S</td></tr><tr><td></td><td>14</td><td>42</td><td>45</td></tr></table>	Característica 2, cor da pele, qual a distância entre os genes B e S?	C	B	S		14	42	45
Característica 1, cor dos olhos, qual a distância entre os genes A e B?	A	B	C														
	20	15	2														
Característica 2, cor da pele, qual a distância entre os genes B e S?	C	B	S														
	14	42	45														
<table border="1"><tr><td>Característica 3, Cor do cabelo, qual a distância entre os genes B e C?</td><td>Z</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td>7</td><td>8</td><td>18</td></tr></table>	Característica 3, Cor do cabelo, qual a distância entre os genes B e C?	Z	B	C		7	8	18	<table border="1"><tr><td>Característica 4, estatura, qual a distância entre os genes C e L?</td><td>C</td><td>O</td><td>L</td></tr><tr><td></td><td>3</td><td>14</td><td>24</td></tr></table>	Característica 4, estatura, qual a distância entre os genes C e L?	C	O	L		3	14	24
Característica 3, Cor do cabelo, qual a distância entre os genes B e C?	Z	B	C														
	7	8	18														
Característica 4, estatura, qual a distância entre os genes C e L?	C	O	L														
	3	14	24														
<table border="1"><tr><td>Característica 5, tipo de cabelo, qual a distância entre os genes B e E?</td><td>O</td><td>B</td><td>E</td></tr><tr><td></td><td>1</td><td>3</td><td>42</td></tr></table>	Característica 5, tipo de cabelo, qual a distância entre os genes B e E?	O	B	E		1	3	42	<table border="1"><tr><td>Característica 6, porte físico, qual a distância entre os genes T e N?</td><td>T</td><td>C</td><td>N</td></tr><tr><td></td><td>31</td><td>15</td><td>12</td></tr></table>	Característica 6, porte físico, qual a distância entre os genes T e N?	T	C	N		31	15	12
Característica 5, tipo de cabelo, qual a distância entre os genes B e E?	O	B	E														
	1	3	42														
Característica 6, porte físico, qual a distância entre os genes T e N?	T	C	N														
	31	15	12														
<table border="1"><tr><td>Característica 7, pelo no corpo, qual a distância entre os genes Q e R?</td><td>Q</td><td>H</td><td>R</td></tr><tr><td></td><td>1</td><td>3</td><td>24</td></tr></table>	Característica 7, pelo no corpo, qual a distância entre os genes Q e R?	Q	H	R		1	3	24	<table border="1"><tr><td>Característica 8, sexo, qual a distância entre os genes X e Y?</td><td>X</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td></td><td>3</td><td>22</td><td>54</td></tr></table>	Característica 8, sexo, qual a distância entre os genes X e Y?	X	B	Y		3	22	54
Característica 7, pelo no corpo, qual a distância entre os genes Q e R?	Q	H	R														
	1	3	24														
Característica 8, sexo, qual a distância entre os genes X e Y?	X	B	Y														
	3	22	54														



<p>Característica 9, barba, qual a distância entre os genes F e G?</p> <table border="1"><tr><td>X</td><td>F</td><td>G</td></tr><tr><td>80</td><td>50</td><td>21</td></tr></table>	X	F	G	80	50	21	<p>Característica 10, tamanho do pé, qual a distância entre os genes H e I?</p> <table border="1"><tr><td>H</td><td>I</td><td>K</td></tr><tr><td>1</td><td>4</td><td>6</td></tr></table>	H	I	K	1	4	6
X	F	G											
80	50	21											
H	I	K											
1	4	6											

<p>Característica 12, calvície, qual a distância entre os genes V e I?</p> <table border="1"><tr><td>V</td><td>E</td><td>I</td></tr><tr><td>50</td><td>13</td><td>5</td></tr></table>	V	E	I	50	13	5	<p>Característica 11, sarda, qual a distância entre os genes R e J?</p> <table border="1"><tr><td>R</td><td>J</td><td>Z</td></tr><tr><td>6</td><td>17</td><td>20</td></tr></table>	R	J	Z	6	17	20
V	E	I											
50	13	5											
R	J	Z											
6	17	20											

<p>Característica 13, daltonismo, qual a distância entre os genes A e D?</p> <table border="1"><tr><td>D</td><td>A</td><td>O</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	D	A	O	4	3	2	<p>Característica 14, polidactilia, qual a distância entre os genes Y e U?</p> <table border="1"><tr><td>B</td><td>Y</td><td>U</td></tr><tr><td>6</td><td>9</td><td>15</td></tr></table>	B	Y	U	6	9	15
D	A	O											
4	3	2											
B	Y	U											
6	9	15											

<p>Característica 15, formato do rosto, qual a distância entre os genes U e V?</p> <table border="1"><tr><td>U</td><td>G</td><td>V</td></tr><tr><td>22</td><td>28</td><td>34</td></tr></table>	U	G	V	22	28	34
U	G	V				
22	28	34				



Anexo 2 – Cartas-caraterísticas

<p>a</p>  <p>OLHO AZUL</p>	<p>a</p>  <p>OLHO AZUL</p>	<p>5</p>
<p>A</p>  <p>OLHO PRETO</p>	<p>A</p>  <p>OLHO PRETO</p>	<p>5</p>
<p>B</p>  <p>CABELO PRETO</p>	<p>B</p>  <p>CABELO PRETO</p>	<p>10</p>



<p>b</p>  <p>CABELO LOIRO</p>	<p>b</p>  <p>CABELO LOIRO</p>	<p>10</p>
<p><u>C</u></p>  <p>ESTATURA ALTA</p>	<p><u>C</u></p>  <p>ESTATURA ALTA</p>	<p>21</p>
<p><u>C</u></p>  <p>ESTATURA BAIXA</p>	<p><u>C</u></p>  <p>ESTATURA BAIXA</p>	<p>21</p>
<p>E</p>  <p>CABELO CRESPO</p>	<p>E</p>  <p>CABELO CRESPO</p>	<p>39</p>



<p>e</p>  <p>CABELO LISO</p>	<p>e</p>  <p>CABELO LISO</p>	<p>39</p>
<p>X</p>  <p>SEXO MASCULINO</p>	<p>X</p>  <p>SEXO MASCULINO</p>	<p>51</p>
<p>Y</p>  <p>SEXO FEMININO</p>	<p>Y</p>  <p>SEXO FEMININO</p>	<p>51</p>
<p>G</p>  <p>PRESENÇA DE BARBA</p>	<p>G</p>  <p>PRESENÇA DE BARBA</p>	<p>29</p>





<p>q</p>  <p>AUSÊNCIA DE BARBA</p>	<p>g</p>  <p>AUSÊNCIA DE BARBA</p>	<p>29</p>
<p>H</p>  <p>PÉS PEQUENOS</p>	<p>H</p>  <p>PÉS PEQUENOS</p>	<p>3</p>
<p>h</p>  <p>PÉS GRANDES</p>	<p>h</p>  <p>PÉS GRANDES</p>	<p>3</p>
<p>j</p>  <p>PRESENÇA DE SARDAS</p>	<p>j</p>  <p>PRESENÇA DE SARDAS</p>	<p>11</p>





J  AUSÊNCIA DE SARDAS	J  AUSÊNCIA DE SARDAS	11
L  CALVO	L  CALVO	45
I  NÃO CALVO	I  NÃO CALVO	45
S  COR DA PELE BRANCA	S  COR DA PELE BRANCA	3



S  COR DA PELE NEGRA	S  COR DA PELE NEGRA	3
T  MAGRO	T  MAGRO	19
t  GORDO	t  GORDO	19
D VISÃO NORMAL 	D VISÃO NORMAL 	1





d DALTONISMO 	d DALTONISMO 	1
U POLIDACTILIA 	U POLIDACTILIA 	6
U NÃO POLIDACTILIA 	U NÃO POLIDACTILIA 	6





<p>V</p>  <p>redondo</p>	<p>V</p>  <p>redondo</p>	<p>12</p>
<p>V</p>  <p>quadrado</p>	<p>V</p>  <p>quadrado</p>	<p>12</p>
<p>R</p> 	<p>R</p> 	<p>23</p>



A IMPORTÂNCIA DA BOTÂNICA NO DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-12

João Igo Araruna Nascimento ¹
João Junior Faustino Soares ²

¹ Graduando do curso de Farmácia. Faculdade Santa Maria - FSM

² Graduando do curso de Farmácia. Faculdade Santa Maria - FSM

RESUMO

A botânica é um dos maiores campos do ensino de ciências e biologia, sendo também considerada a área que têm uma dificuldade maior de compreensão nos seus conteúdos. O conhecimento básico é diverso, mas podemos enfatizar que o tema é bastante diverso, especialmente pela falta de cursos práticos e materiais didáticos, que são projetados para promover este tipo de aprendizagem, embora diferentes métodos de ensino sejam importantes nas escolas. No ensino de ciências, geralmente, o ensino em sala de aula continua pelos métodos de padronização, focando principalmente em resumir fórmulas, definições e exercícios do livro didático. Desde o início, os humanos mantiveram uma relação direta e indireta com o mundo vegetal, seja na alimentação, na fabricação de utensílios, ou na fabricação de alimentos para medicamentos. Portanto, a botânica pode ser considerada como a ciência mais compreendida e aceita em ambiente escolar, no entanto, é considerada uma das áreas mais difícil de absorver o conteúdo. Uma das principais causas é o desinteresse dos alunos pelo assunto e a falta de cursos práticos e materiais didáticos para facilitar a compreensão dos alunos. O ensino da botânica é muito importante para o processo de vida na terra, e também na importância das plantas na sua composição e manutenção do nosso planeta. É importante salientar que as aulas ministradas, sejam sempre relacionadas ao conteúdo da morfologia vegetal, e sempre que possível sejam intercaladas com atividades experimentais reais e com informações contextualizadas relacionadas ao cotidiano dos alunos para estimular um maior interesse no assunto ministrado.

Palavras-chave: Ensino de Botânica. Aprendizagem. Aulas Práticas. Recursos Didáticos. Metodologias de Ensino.

1. INTRODUÇÃO

A biologia existe em quase tudo que nos rodeia, seja em uma escala maior, ou em uma escala com menor complexidade. Como ciência, ao longo da história humana, tem construído modelos com o objetivo de explicar e compreender este fenômeno da vida (SANTOS et al., 2007). Segundo Faustino (2013), um dos objetivos que se consegue



por meio da biologia é a interação entre o conhecimento científico e a prática, que faz com que a vida diária do aprendiz seja de conhecimento pelos estudos, e pela participação da sua aprendizagem.

Ensinar botânica é muito importante para entendê-la, pois ela existe no nosso dia a dia, embora seja um desafio para o professor ensinar botânica de uma forma que agrade aos alunos. (NASCERMOS et al., 2017). A botânica fornece conhecimento para diversas áreas, e contribui especialmente para os temas do nosso dia a dia, que são algumas das matérias-primas, por exemplo. Produção humana, como comida, produção de medicamentos que são importantes para a manutenção da nossa vida, entre outros (LIMA, 2004).

A botânica juntamente com outras disciplinas da biologia, pode fornecer algumas dificuldades em relação ao seu conteúdo para os alunos (NASCIMENTO et al., 2017). Portanto, os professores encontram alguns obstáculos, como, por exemplo. Os alunos não tendo interesse nos assuntos e nos conteúdos dos cursos, como também a falta de cursos práticos voltados para o melhor aproveitamento desse estudo, isso pode provar que o desânimo proposto pelo aluno é razoável. (MELO et al., 2012).

Considerando a importância das plantas nos mais diversos ambientes das atividades humanas, é necessário introduzir o conhecimento da botânica em um ambiente escolar, para que os alunos possam desenvolver habilidades e compreenda sua responsabilidade para com a natureza. Por outro lado, a botânica pode ser considerada a ciência mais compreendida e aceita no ambiente escolar (SILVA, 2015). No entanto, o ensino nesta área possui vários obstáculos, sendo que o mais óbvio é que os alunos não têm interesse neste conteúdo, a falta de atividades práticas e dos materiais didáticos, são outros fatores que contribuem para a falta de interesse dos alunos nessa área (MELO et al., 2012).

Segundo Krasilchik (2005), é necessário que tenha aulas práticas para que o conteúdo da botânica seja compreendido de uma forma mais fácil, pois fará com que os alunos vivenciem o conteúdo teórico aplicado pelo professor. Para Araújo (2011), os temas abordados na botânica podem ser relacionados à teoria e prática, pode usar o conhecimento prévio, tornando o conteúdo real acessível e de fácil compreensão. Porém, o mesmo autor comprovou que a recusa do professor em adotar as aulas práticas se deve pelo fato de ter um grande número de educadores, que também





acredita que se trata de um atraso nas aulas teóricas, devido ao tempo que está relacionado à falta de recursos necessários para praticar e realizar as atividades. Ao adotar estratégias educacionais, a construção do conhecimento da planta torna-se eficiente e dinâmico, permitindo que os alunos exerçam ao conteúdo com suas vias diárias enquanto procuram exercitar o seu conhecimento prévio para construir o pensamento lógico e coerente. Por este motivo, é necessário que o aluno tenha contacto direto com o objeto a estudar, pois, isso vai despertar a curiosidade das pessoas e motivá-las a estabelecer suas próprias idéias sobre o assunto (SILVA et al., 2016).

Para que o ensino e a aprendizagem aconteçam de forma satisfatória, a utilização de métodos diversificados não é suficiente, pois os alunos devem estar interessados na utilização das propostas apresentadas (SANTANNA; AOYAMA, 2018). Visto que a aprendizagem significativa requer a mobilização de conhecimento obtido, por meio da experiência e da cultura relacionada a muitas coisas na situação de aprendizagem na escola. Uma melhoria no ensino e na aprendizagem da botânica pode ser no aumento das atividades para aumentar o número de aulas, um aumento também nos cursos práticos e materiais auxiliares, visando promover a diversidade de características, funções e formas de ensino, compreensão e a relação com o dia a dia dos alunos (AMARAL et al., 2003; MOUL et al., 2017).

Diante da importância de se ter um conhecimento sobre a botânica, o presente trabalho consiste em uma revisão de literatura, limitada a pesquisa de alternativas para as aulas de botânica, com base no seu ensino, na importância das suas aulas práticas, no uso de modelos didáticos, nas estratégias para ministrar uma aula agradável, e também, nas atividades investigativas para proporcionar um melhor conteúdo para os alunos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ensino De Botânica

A situação atual da educação vem passando por várias inovações e essas modificações requerem que as escolas estejam sempre atualizando suas práticas pedagógicas. É de grande importância para a comunidade escolar, está sempre alerta



para as transformações da sociedade para garantir uma melhor política pedagógica de ensino (MARTINS; GOULART; DINARDI, 2020).

No século XIX, o ensino de botânica obteve ênfase na educação básica, na qual a sua temática nas escolas foi resultante de uma inovadora forma sistematizada para o aprendizado dos seres vivos (FONSECA; RAMOS, 2018).

Aristóteles e Theophrastus classificaram a botânica e zoologia como importantes áreas de conhecimento. Os séculos XX e XXI são conhecidos como “Era da Biologia” graças aos inúmeros avanços da ciência relacionado à biologia. O projeto de Watson e Crick (1953), tratando sobre a estrutura do DNA, tornou-se um dos projetos de maior relevância, pois contribuiu de forma significativa para torna possível a manipulação genética (URSI *et al.*, 2018).

A definição do modelo de organização da biodiversidade com base na convenção se voltou para Aristóteles em busca de ajuda, mesmo antes dele. Mas isso foi durante há renascença nos séculos 15 e 16, o estudo de animais e plantas, por isso a iniciativa de classificá-los. Diferentes fatores explicam isso, mas incluindo a apuração nos interesses de aprendizagem direta e na contribuição de espécies exóticas coletadas em viagens naturais no leste da Europa para o novo mundo. Com o advento do século XVIII, os conhecimentos já eram derivados de pesquisas de história natural conduzidas por naturalistas, sendo realizadas pesquisas com minerais, plantas e animais. (PRESTS; OLIVEIRA; JENSEN, 2009).

Segundo Pereira e Putzke (2006), a botânica é a ciência das plantas e de tudo que está relacionado a elas. Portanto, é claro que a biologia e as disciplinas da biologia são importantes para o conteúdo da botânica, pois se torna muito importante para os aprendizados dos alunos, sendo que o conteúdo deve ser feito de uma forma que seja significativa para os alunos, porque eles irão se relacionar a diversas plantas em muitas situações (seus conceitos, morfologia e fisiologia) e também no decorrer da sua vida.

Na disciplina de botânica, os professores terão a oportunidade de explorar o conhecimento do aluno sobre a vegetação encontrada na área, estado, região e países, para que possam desenvolver conhecimentos sobre plantas e outras espécies, portanto é compreensível que o meio ambiente só possa ser protegido, se o meio ambiente for conhecido e organizado para que todos possam se identificar como parte integrante a ele (PUTZKE, 2006).





2.2. Importância das Aulas Práticas na Disciplina de Botânica

As aulas de botânica quando somente teóricas o assunto torna-se menos atrativo e mais difícil de esclarecer algumas ideias, levando alguns alunos a perder o interesse da disciplina. A metodologia tradicional e sistemática que vem sendo utilizada pelos docentes que ministram a disciplina de botânica reflete no desinteresse dos alunos, em outras palavras o conteúdo deve ser ministrado de forma diversificada para que desperte o interesse dos alunos em aprender botânica (CRUZ, 2009; ALBUQUERQUE; ZÁRATE, 2017).

Os docentes de Ciências demonstram algumas dificuldades na sua metodologia de ensino para torna o conteúdo ministrado compreensível para os alunos na maioria das vezes. O problema pode estar correlacionado a falta alteração metodológica utilizada em salas de aula, devido às dificuldades de aplicar aulas práticas os docentes acabam recorrendo a livros didáticos como único recurso para auxiliar a sua prática (CONCEIÇÃO, 2020).

O ensino de botânica através de aulas práticas se torna cada vez mais eficaz no progresso de competências, habilidades e definições de botânica. Já as aulas expositivas e dialogadas, não são necessárias um grande investimento de recursos como as excursões, e nem ocupam muito tempo, como os planos e orientações individualizadas que frequentemente colaboram a aplicações de exercícios inviáveis para a maioria dos professores de ensino médio. Alguns motivos que impedem os professores de aplicar aulas práticas são falta de material, equipamentos e instalações adequadas nas escolas (NORMANDES, 2019).

Os alunos precisam de estímulo para aprender de uma forma significativa, ou seja, relacionar os conceitos entre si e compreender sua importância para a vida futura, caso contrário, eles podem achar mais fácil para lembrar-se de alguns fatos e fórmulas, podendo esquecê-los logo em seguida (PRIGOL; GIANNOTTI, 2008).

2.3. Ensinando Botânica Através de Atividades Investigativas

O ensino por investigação trata-se de uma abordagem pedagógica que utiliza o método de investigação, na prática, induzindo o aluno a pensar, indagar e discutir. Através desta metodologia, são realizados exercícios que estimulam o diálogo entre professor e aluno, por meio de engajamentos da turma em discussões, resolução





de problemas, análise e comparação de raciocínio (MONTANINI; MIRANDA; CARVALHO, 2018)

O método de ensinar através da investigação como estratégia pedagógica ao procurar, propicia aos alunos a aprendizagem dos conhecimentos científicos, estimulando o início do método de alfabetização científica, através do uso de indicadores para verificar se os alunos estão sendo alfabetizados cientificamente (CONCEIÇÃO, 2020).

O professor deve primeiro mudar sua compreensão do conteúdo da botânica. Procurar recursos e estudar as recomendações metodológicas que estão sendo feitas, e modificar ou criar novas propostas para promover o ensino deste conteúdo. O ensino da botânica não deve se basear apenas na distinção de grupos, nomeando-os e caracterizá-los, mas isso deve levar os alunos a perceber a necessidade de preservar e conservar vegetais. É importante formar as opiniões dos alunos sobre a importância de manipular os recursos vegetais disponíveis em benefício da humanidade, podendo assim desenvolver a sociedade de forma responsável e sustentável. O ensino de botânica deve promover a interação entre plantas e animais e permitir que os alunos treinem como cidadão. Os professores devem orientar os alunos a compreender que o conhecimento permite o desenvolvimento da consciência sobre a proteção e conservação da gestão sustentável (WIGGERS; STANGE, 2010; MENEZES, et al., 2008; SILVA, 2008; SILVA; CAVALLET; ALQUINI, 2006; SILVA; CAVASSAN, 2007.)

2.4. A importância da Botânica

A natureza já foi explorada e continua sendo alvo de pessoas que têm pouco entendimento do assunto, ou pior, conhecem, mas não apresentam nenhuma apreciação pelo bem do meio ambiente. O surgimento das indústrias ocasionou uma imensa destruição de recursos naturais, afetando diretamente o desenvolvimento da biodiversidade, por conta dos desmatamentos, queimadas, dejetos jogados em rios pelas empresas, ocasionando um aumento drástico de poluição ambiental e degradação do meio ambiente (AZEVEDO, 2017).

Com o surgimento da botânica tornou-se possível um melhor entendimento das plantas terrestres e aquáticas, visto que através do estudo de sua morfologia, fisiologia, anatomia, bioquímica entre outros componentes, podemos identificar substâncias e



suas funções, como, por exemplo, para usos medicinais ou consumo como forma de alimentos (DUQUE, 2020).

Entre os muitos campos proeminentes da biologia, a botânica vale ter um destaque, pois conquistou seu espaço próprio, especialmente para as universidades que profissionalizam suas pesquisas (RAVEN et al., 2007). Esta palavra Botânica vem da palavra grega botané, que significa “planta”, derivada do verbo Boskein, “dieta” é o campo da biologia que estuda as plantas (MINHOTO, 2002). Como todos sabem, os seres humanos têm certo grau de dependência de vegetais, especialmente na alimentação, ou na fabricação de produtos farmacêuticos, etc. Somente no século XX, o estudo da botânica se tornou tão diverso e especializado como todos os campos científicos. No final do ano do século XIX, a botânica era um ramo da medicina. Mas hoje, a biologia vegetal é um assunto científico importante com muitas subdivisões (RAVEN et al., 2007)

Depois da filosofia, a botânica estabeleceu sua própria ciência na Grécia antiga, porque antes disso o conhecimento biológico era misturado por possuir conhecimento misterioso (TOLKE, 2014). GULLICH (2003) descreve a botânica em quatro fases. Botânica Erudita, Botânica Clássica, Botânica Moderna e Botânica contemporânea. A interação entre humanos e plantas ocorre na botânica contemporânea, é nesse período que a educação se compromete com a redução da proteção a Terra, permitindo a interação entre as pessoas e o meio ambiente, tendo uma perda das questões ambientais. A botânica em movimento despertou a curiosidade e levou alguns estudiosos a entrarem na pesquisa científica, que por sua vez, leva os pesquisadores a fazerem perguntas, onde as perguntas e hipóteses possíveis estimulam o raciocínio lógico que proporciona a divulgação de conceitos científicos, pedagógicos e curriculares (GULLICH, 2003)

Da fotossíntese à botânica, a botânica está em toda parte, principalmente na comida, mas a falta ou a ganância segundo Faria (2012) tem afetado diretamente o ecossistema, por meio do pastoreio, das queimadas, e o desmatamento está se tornando cada vez mais difícil de monitorar a cada dia, fazendo com que um desaparecimento de várias espécies, e até as espécies que ainda não foram descritas (LEITE, 2008). Portanto, a importância do ensino do estudante de botânica, é avaliada desde o ensino fundamental, pois ela abrange o estudo das plantas e da sua pesquisa, tendo uma grande parcela de contribuição para o bem-estar do planeta (BRASIL, 2006).



2.5. O uso de modelos didáticos no ensino de Botânica

Sobre o ensino da botânica, é importante ter recursos de ensino que estimulem o interesse dos alunos na vida diária e no cotidiano, reconhecendo a importância da botânica para o meio ambiente (LIBÂNEO, 2004). É inegável demonstrar a necessidade de conhecimento da botânica por meio de estratégias mais dinâmicas e interativas, para que os alunos possam se relacionar com os temas, abordando sua vida cotidiana, e construindo seu entendimento (COSTA, 2011).

Para facilitar o processo de ensino, alguns professores utilizam alguns modelos de ensino como forma de facilitar o entendimento dos alunos sobre a botânica. Esses modelos podem ser feitos de material de concreto, parte da estrutura ou processos biológicos (JUSTINA; PERLA, 2006). De acordo com Krasilchik (2011), usar esses modelos no ensino da botânica pode fazer com que os alunos tenham uma visão sobre as estruturas vegetais, sendo que as imagens disponíveis nos livros didáticos, não são suficientes para que os alunos tenham uma visão tridimensional sobre a botânica.

O modelo de ensino é um recurso educacional que mesmo sendo materiais simples de apoio ao professor, podem mediar às relações com os professores, alunos e conhecimento (PEREIRA-JÚNIOR et al., 2010). Ao escolher o modo de ensino como contribuição de ensino, o professor tem a possibilidade de se envolver na interação, criatividade e raciocínio lógico dos alunos, contribuindo para uma construção de novos conhecimentos e reconstrução conceitual, de forma que a atitude do aluno seja em relação à realidade (SILVA et al., 2017).

As aplicações dos modelos biológicos como tridimensionais ou semi-planos (alto-relevo) e estruturas coloridas são utilizadas para facilitar o aprendizado, complementar o conteúdo escrito e os gráficos, geralmente, esbranquiçados nos livros. Esses modelos permitem que os alunos manipulem os materiais, veja-o de todos os ângulos para melhorar sua compreensão em relação ao conteúdo e à estrutura do modelo. Os alunos se preocupam com os detalhes internos do modelo e para ter um bom entendimento, é importante revisar o conteúdo abordado pelos professores, desenvolvendo assim às suas próprias habilidades artísticas (ORLANDO et al., 2009).





2.6. Estratégias de Sensibilização no Ensino de Botânica

Segundo DUARTE (2002): “Os professores de botânica dotados de uma grande vulnerabilidade devem ser protagonistas de um ensino relevante, colaborando para uma aprendizagem dos alunos sobre o metabolismo dos vegetais, motivando os alunos a buscar estudos sobre as plantas, as flores, e a sensibilidade das frutas, favorecendo uma estabilidade do ecossistema, e da importância que têm o ser humano de pertencer a um sistema planetário vivo”.

É importante acreditar na conexão emocional das pessoas com as plantas, aumentando a conscientização sobre elas. Para este fim, eles desenvolveram um projeto chamado “Plant Love Stories” no qual eles coletam e compartilham histórias de amor das pessoas com plantas, porque acreditam que todo mundo tem uma história sobre vegetais, por isso tem implicações para os humanos alcançarem efeitos induzidos por plantas”. Enfatizar o lado sensível é fundamental, então, na escola, os alunos começam a ter idéias pessoais sobre as plantas na vida, porque apreciá-los não só conseguem vê-los, mas também inclui sentidos e emoções principalmente na botânica (MACKENZIE et al., 2019).

Para ter um ensino de botânica através de uma forma mais emocionante, investigativa e sensível, é interessante ter práticas de ensino que podem estimular o interesse dos alunos (às vezes muito simples). Talvez muitos professores completamente intuitivos, já utilizaram métodos alternativos para as suas aulas. Ex: professor que começou a aula mostrando as espécies de plantas conhecidas dos alunos. É uma forma simples de melhorar a relação entre ensino e aprendizagem. Vale à pena enfatizar que os materiais bio-vegetais são muito adequados para várias práticas educacionais, pois são de fácil acesso (SANTOS et al., 2012).

2.7. Desafios do ensino e aprendizagem em Botânica

Segundo Amaral, Teixeira e Senra (2006), a botânica é considerada uma das áreas mais difíceis na elaboração e identificação dos conteúdos. Também é diagnosticada por vários autores que acreditam que a dificuldade está diretamente relacionada ao professor, por não terem um treinamento adequado, eles acabam por trabalhar em um conteúdo superficial, ocorrendo até uma falta de afinidade por não terem conhecimento necessário para repassar para os alunos.





Em relação aos problemas encontrados na compreensão e percepção das plantas, o ambiente natural, seja em casa, ou na escola, tornou-se parte da vida diária do ser humano. Ceccantini (2006), Arruda e Laburú (2014) apontaram que para obter e adquirir conhecimentos de botânica deve-se ter uma interação com plantas e instabilidade de equipamentos, métodos e tecnologias, que venham colaborar para alcançar este aprendizado.

A botânica também é diagnosticada como obstáculo por diversos professores, dentre os motivos podemos mencionar, a adaptação dos métodos de ensino para os conteúdos. Ceccantini (2006) aponta que muitos professores de biologia evitam dar aulas, justificando que a botânica apresenta dificuldades em realizar atividades práticas que visam estimular a curiosidade dos alunos em relação ao seu estudo.

Amadeu e Maciel (2014) pensam que a experiência de ensino de conteúdos se torna irrelevante para alguns alunos. Portanto, a prática pedagógica adotada resultou em uma aprendizagem mecânica e com baixo desempenho acadêmico. Embora a biologia tenha se desenvolvido e ganhado mais espaço, o tempo está à altura de sua importância para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados à vida, a existência de vida vegetal ainda é superficial, principalmente quando se trata de botânica e sua aplicação, e difusão.

Como a educação é um processo de construção e melhoria contínua, De Melo Moul e Da Silva (2017), relatam que os seguintes conceitos alternativos podem ser usados pelos alunos para diagnosticar o método de ensino de forma a encontrar as deficiências e lacuna, ou seja, por meio de intervenções de ensino, o direcionamento da prática poderá ser reajustado, ensinando de forma a contribuir para um processo de ensino e aprendizagem significativo e produtivo.

Os indivíduos precisam entender o mundo ao seu redor e como as plantas existem em um vasto espaço, seja individual ou coletivo, o ensino está além do que foi proposto por Chassot (2003), quando o conteúdo é apenas um conjunto de símbolos e conceitos distantes da realidade, o ensino não pode cumprir a função de compreensão e com isso, deve mudar a realidade sem ter uma mesma educação cívica. Então o professor é aquele que possui os atributos que despertam a aparência mais eficaz dos alunos, acerca das plantas, do desenvolvimento da curiosidade, e da aquisição de conhecimentos e compreensão.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas recentes mostram que muitas mudanças são necessárias para aprimorar o ensino da botânica. A qualificação para os professores e a pesquisa por novos recursos de ensino, são algumas medidas que podem ser utilizadas para atingir este objetivo para que ocorram melhorias de ensino. O tema mais diverso de incentivo é o processo de ensino para alunos e professores. O conhecimento é o primeiro subsídio que deve ser dado a cada cidadão para proteger as espécies em maior medida e manter nosso cenário de biodiversidade.

É importante que o professor de botânica busque um ensino equilibrado unindo teoria e prática, porque a maior parte do conteúdo dos livros na internet, já foi fruto de uma pesquisa realizada para a natureza. Entender a adaptação, curiosidade, são algumas das recomendações para a interação entre as plantas e a natureza, para que os professores possam fornecer atividades de ensino mais atraente e significativa para os alunos.

O ensino de botânica relacionado ao contato direto com as plantas tem chamado a atenção dos alunos, mas seu conteúdo não tem chamado a atenção. O ambiente de ensino proporciona esse conhecimento ao público que a visita, pois esses locais nada têm a ver com procedimentos escolares, podem utilizar conhecimentos sem os requisitos legais exigidos pelas atividades de ensino escolar, pois possuem grande potencial de desenvolvimento. Para isso, é necessário fazer um bom planejamento para que os professores decidam quais conteúdos programáticos estão relacionados aos recursos e / ou atividades do espaço.

Usar oficinas de ensino pode ser um dos métodos usados pelos professores para ter um método fundamental para seus alunos, pois esta abordagem possibilita a formação de vários métodos de ensino, no entanto, deve ser considerado um planejamento adequado para as atividades com precisão para evitar eventos imprevistos. É preciso desconstruir a idéia de que aprender botânica é chato, e de que esse assunto não apresenta nenhuma importância. Precisamos encontrar métodos de ensino combinando com a situação real, descrevendo o conteúdo da área de forma mais clara, agradável e contextualizada para os alunos, para que os professores não utilizem



apenas os livros didáticos como uma ferramenta para orientar os alunos, através do conteúdo teórico e prático.

O desenvolvimento de aprendizagem significativa tanto na botânica, como na biologia geral, pode dar uma grande contribuição para o desenvolvimento dessa ciência para o nosso país, porque a sociedade é primeira exposta a essas matérias na escola. Por isso, é importante atrair a atenção dos alunos ao abordar o assunto da botânica, com perguntas que eles nunca fizeram, mostrando também que a botânica não se limita a nome e estrutura da planta, podemos mudar a personalidade dos alunos através das principais mudanças comportamentais no reino vegetal.

A partir da construção de atividades pedagógicas contextualizadas, incluindo as plantas no dia a dia dos alunos, podemos ver uma contribuição para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, tornando os alunos uns agentes de seu próprio conhecimento e compreensão, analisando e pensando sobre temas que podem ser aplicados a temas nos seus cotidianos, na sua realidade local, apresentando hipóteses e idéias sobre o conteúdo da pesquisa, isso leva à construção de uma aprendizagem significativa. Espera-se que o desenvolvimento da prática de ensino seja visto como ferramentas que todos os educadores podem usar em cursos futuros, e também nas suas futuras aulas de biologia, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

AGRADECIMENTOS

João Igo. Agradeço a Deus, por ter me dado conhecimento e sabedoria na elaboração desse trabalho. Agradeço a meus pais, por sempre estarem comigo me apoiando e contribuindo para a minha vida profissional.

REFERÊNCIAS

SILVA, Márcia Maria Da. **UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO-FORMAIS COMO AUXÍLIO NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM DE BOTÂNICA.** 2018. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018.

BATISTA, Maria Lucivania Azevedo. **PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NUMA ESCOLA PÚBLICA DE BARRA DE SANTA ROSA-PB.** 2018. 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – PB, 2018.



- MOREIRA, Luiz Henrique Liberato; FEITOSA, Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar; QUEIROZ, Rubens Teixeira de. **ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**. Experiências em Ensino de Ciências, [s. l], v. 14, n. 2, p. 368-384, abr. 2019.
- FERREIRA, Amadeu dos Santos. **A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE PRÁTICAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NATURAIS COM ÊNFASE NA MORFOLOGIA VEGETAL**. 2019. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2019.
- MENDES, João Henrique Leite. **ESTRATÉGIAS DE SENSIBILIZAÇÃO PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO**. 2019. 75 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- Profbio, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- PINTO, Andressa Vial. **IMPORTÂNCIA DAS AULAS PRÁTICAS NA DISCIPLINA DE BOTÂNICA**. 2009. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel- FAG, 2009.
- NASCIMENTO, Beatriz Miguez. **Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de Ciências: diminuindo entraves**. 2014. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- SILVA, Bethayne. **ENSINANDO BOTÂNICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**. 2011. 26 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização Enci-Uab do Cemig FAE/UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- FIGUEIREDO, José Arimatéa. **O ENSINO DE BOTÂNICA EM UMA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de ciências biológicas**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FONSECA, Liliane Ramos da; RAMOS, Paula. Ensino de botânica na licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública do Rio de Janeiro: contribuições dos professores do ensino superior. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 20, 2018.
- URSI, Suzana *et al.* Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 32, n. 94, p. 7-24, dez. 2018. FAPUNIFESP (SCIELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0002>.
- MARTINS, Janine Lima; GOULART, Aline da Silva; DINARDI, Ailton Jesus. O Ensino de Botânica no ensino fundamental: percepções e análise de uma estratégia de





ensino. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 1-32, 30 mar. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3173>.

PINTO, ANDRESSA VIAL. Importância das aulas práticas na disciplina de botânica. **Faculdade Assis Gurgacz-FAG, Cascavel**, 2009.

ALBUQUERQUE, Janaína Vital de; ZÁRATE, Eliete Lima de Paula. Materiais didáticos de botânica criptogâmica muito além dos livros: entrelaçando os saberes na graduação. **Experiências em Ensino de Ciências, Porto Alegre**, v. 12, n. 8, p. 239-249, 2017.

NORMANDES, Edvaldo Bento et al. **Práticas para o ensino de botânica: recursos para o ensino médio**. 2019.

CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues da et al. **Ensino de botânica: a importância do ensino por investigação como estratégia para alfabetização científica**. 2020.

MONTANINI, Sílvia Matias Pereira; MIRANDA, S. do C.; CARVALHO, PS de. O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. **Rev. Sapiência**, v. 7, n. 2, p. 288-304, 2018.

MILWARD-DE-AZEVEDO, Michaele Alvim. A botânica na gestão ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, n. 1, p. 33-50, 2017.

DUQUE, Nathalia. **Botânica: O que é o estudo das plantas**. 2020. Disponível em: <HTTPS://www.estudopratico.com.br/botanica/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

VIANA, Giovana Cristina Santana. **O ENSINO DE BOTÂNICA EM AMBIENTES NÃO FORMAIS**. 2017. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-Pb, 2017.

COSTA, Natalia Rodrigues. **Estado da arte da Botânica no perfil dos alunos de Anatomia Vegetal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica, 2016.

REIS, Lanna Janyne Souza. **O ENSINO DE BOTÂNICA NAS ESCOLAS ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DO MUNICÍPIO DE LARANJAL DO JARI-AP**. 2019. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapáifap Campus Laranjal do Jarí. Laranjal do Jari–Ap, 2019.



A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA APRENDIZAGEM DE MORFOLOGIA FLORAL EM TURMAS DO ENSINO FUNDAMENTAL

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-13

Maria Luara Sousa e Silva ¹
Nilda Masciel Neiva Gonçalves ²
Ana Carolina Landim Pacheco ³
Maria Carolina de Abreu ³

¹ Graduanda do Curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

² Professora Adjunto do Curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

³ Professoras Associadas do Curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

RESUMO

Na história da educação brasileira o ensino de Ciências, bem como todo o cenário escolar, esteve dominado pelo modelo tradicionalista o qual objetivava a transmissão dos conhecimentos produzidos pela Ciência ao longo da história da humanidade. Fazer uso de abordagens metodológicas que criem situações que estimulem e despertem o interesse em estudar Botânica é uma necessidade que deve ser pensada pelos professores. Visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem alguns professores propõem a utilização de uma nova tendência no ensino em desenvolver trabalhos que visam à utilização de modelos didático-pedagógicos que é vista como estratégia de ensino inovadora. Com o intuito de analisar a eficiência do uso de modelos didáticos de morfologia floral no aprendizado do conteúdo de Botânica nas aulas de Ciências em escolas da rede pública de ensino, foram realizadas intervenções e aplicações de questionários em oito escolas da rede pública de ensino, seis no município de Pio IX-PI e mais duas no município de Picos-PI. Entretanto ocorreu a Pandemia da Covid-19, modificando a forma das intervenções que teve de ser de forma remota. Este estudo propôs às escolas a utilização de modelos didáticos durante as aulas de morfologia em flor. Os resultados obtidos demonstraram que o uso de modelos didáticos para esse conteúdo foi eficaz, amenizando as dificuldades encontradas pelos alunos. A utilização desses modelos alternativos despertou o interesse dos discentes, possibilitando a intensa participação dos mesmos na aula.

Palavras-chave: Modelos didáticos. Morfologia floral. Ensino de Botânica.

1. INTRODUÇÃO

O estudo das plantas exerce vasta influência na vida da humanidade, seja do ponto de vista alimentar, saúde, economia, ambiental, dentre outros aspectos, mas, boa



parte da espécie humana, ainda não percebeu quão essenciais são para a manutenção da vida no planeta (ANJOS; FLORES, 2016).

Apesar da sua importância e da variedade de temas que envolvem, a Botânica no Ensino Fundamental e no Ensino Médio não está em evidência como temas de Zoologia e Genética, sendo muitas vezes, considerada de difícil compreensão. O fato dos alunos não gostarem dos conteúdos relacionados a Botânica, segundo estudos de Silva *et al.* (2017), ocorre devido a sua complexidade teórica que inclui termos técnicos que dificultam sua assimilação.

Associado a complexidade teórica dos conteúdos da área em questão, tem-se por vezes, a utilização de processos metodológicos centrados em modelos tradicionais de ensino que não operam a favor de aprendizagens significativas, desconsiderando conhecimentos espontâneos advindos de vivências cotidianas com o meio ambiente. Nesse contexto, a pesquisa de Anjos e Flores (2016), alerta para a necessidade de abordagens metodológicas que criem situações que estimulem e despertem o interesse de alunos em estudar conteúdos de Botânica.

Frente a esse cenário, as diretrizes apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1998) para o ensino de Ciências, orientam a seleção de estratégias que promovam o aprendizado significativo, apresentando aos professores possibilidades de tornar suas aulas mais chamativas e participativas com a inclusão de atividades que gerem a contextualização de conteúdos.

Visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem, alguns professores propõem a utilização de modelos didático-pedagógicos como estratégia de ensino (NARIANE *et al.*, 2010). O desenvolvimento de modelos didáticos pedagógicos, é uma prática docente que alicerça a aprendizagem de conteúdos de difícil compreensão e com um nível de abstração, sua confecção envolve materiais diversos (MATOS *et al.*, 2009).

Os modelos didáticos já possuem um papel de destaque no ensino de Química e Física. Entretanto, o emprego dessa ferramenta ainda é pouco explorado no ensino de Ciências (SILVA *et al.*, 2016), fato que deve ser revertido, por se tratar de um material pedagógico que trabalha de forma figurada a realidade concreta, tornando mais compreensível o entendimento dos conteúdos trabalhados (JUSTINA *et al.*, 2005).

A utilização de uma ampla variedade de materiais pedagógicos, ressalta Almeida *et al.*, (2015), contribui sensitivamente para o aumento da frequência escolar, e





consequentemente do rendimento escolar. Portanto, os modelos didáticos, vistos como alternativas de apoio ao trabalho docente podem ajudar na compreensão de conteúdos de ensino e tornar as aulas mais atrativas.

Para a produção dos “modelos didáticos”, Matos, *et al* (2009), recomendam a massa de biscoito como mais adequadas para sua fabricação, pois apresenta grande durabilidade e pouca possibilidade de deformidade. O modelo confeccionado com esse material pode ser manuseado várias vezes se bem acondicionado e possui baixo custo diante da sua possibilidade de uso por tempo indeterminado.

No ensino de Botânica especificamente, não são encontrados muitos relatos sobre a produção e utilização dos modelos didáticos, sendo assim, pouco se sabe sobre a produção de modelos florais e sua eficiência na aprendizagem de conceitos. Diante dessa fato, surge o interesse das pesquisadoras em desvelar a eficácia do uso de modelos didáticos de morfologia floral no aprendizado de conteúdos de Botânica em aulas de Ciências nas escolas da rede pública de ensino, a partir da compreensão de que os modelos didáticos podem substituir o uso de flores naturais nas aulas práticas, principalmente nos períodos onde o estágio reprodutivo da flora local não é evidenciado, para estudo no meio escolar, bem como, propiciando momentos envolventes para aprendizagens relativas a morfologia e fisiologia das plantas e seu habitat.

Desse modo, esse capítulo apresenta informes sobre o ensino de Botânica e materiais didáticos pedagógicos, sobre a metodologia utilizada pelas pesquisadoras para a realização da pesquisa, os resultados da pesquisa e considerações finais sobre o trabalho realizado.

Trabalhamos com a perspectiva de que o ensino de Ciências ocorre com excelência, quando apresenta múltiplas e variadas formas de perceber o mundo e os seres que nele se encontram. Dessa forma, não desconsideramos as concepções de mundo de professores e alunos e as vivências que lhes proporcionam ampliar aprendizagens com práticas de ensino prazerosas e questionadoras. Quanto a utilização e produção de materiais didáticos pedagógicos, acreditamos na sua eficiência diante de práticas docentes bem planejadas e orientadas.

Assim, como Setúval e Bejarano (2009), acreditamos que para que ocorra um ensino de Ciências que promova relações com as visões de mundo dos estudantes, é





essencial que o professor tome consciência de suas próprias concepções sobre o ensino das Ciências, bem como de suas concepções sobre os processos de aprendizagem (SETÚVAL; BEJARANO, 2009).

2. NO ENSINO DE BOTÂNICA, ALGUNS DESAFIOS

A aprendizagem significativa de conceitos botânicos pelos estudantes é motivo de preocupação para professores de Ciências, Biologia e pesquisadores da área, haja vista, que esse campo (Botânica) do conhecimento tem se mostrado por meio de pesquisas, que há um nível de desinteresse em estudar e também em ensinar Botânica (ANJOS E FLORES, 2016).

Durante a Educação Básica, o ensino de Botânica é proporcionado com baixa carga horária e o conteúdo programático abarca prioritariamente a biodiversidade vegetal e o estudo morfológico de flores e frutos, e eventualmente discussões sobre espécies de interesse econômico (BARBAN; FERNANDES, 2010). O ensino nesse nível, ocorre predominantemente de forma teórica e acaba desestimulando os alunos, por conta de suas nomenclaturas complexas.

Com uma carga horária resumida para sua abordagem na Educação Básica, os ramos da Botânica tornam-se desconhecidos por discentes, fator que causa preocupação para Raven (2011), Judd *et al.*, (2009), Carvalho (2011), Nabors (2012), por compreender ser cada uma de suas subdivisões relevante para compreensão de fatores ambientais, sociais, culturais e econômicos. Dessa forma, convém apresentar como a Botânica está subdividida, segundo Raven, Evert e Eichhorn (2011): Anatomia vegetal, que é o estudo das estruturas internas das plantas; Botânica econômica, o estudo dos usos passados, presentes e futuros das plantas pela humanidade; Citologia vegetal, que é o estudo da estrutura, função e história de vida das células dos vegetais; Ecologia vegetal, que é o estudo das relações entre organismos e seu ambiente.

A Etnobotânica, também é uma subdivisão da Botânica, estuda o uso das plantas com propósitos medicinais; Fisiologia vegetal, que é o estudo de como funciona as plantas, isto é, como elas capturam e transformam a energia e como elas crescem e se desenvolvem; Genômica e Engenharia genética vegetal, que é a manipulação de genes para melhoramento de certas características dos vegetais; Biologia molecular vegetal, que é o estudo da estrutura e função das moléculas biológicas; Morfologia vegetal, que





é o estudo da forma das plantas; Paleobotânica, que é o estudo da Biologia e evolução de plantas fósseis e a Taxonomia e Sistemática vegetal, estudo que envolve a nomenclatura e a classificação das plantas e o estudo de suas relações entre si (RAVEN, EVERT, EICHHORN, 2011).

A resumida carga horária de ensino de Botânica na Educação Básica requer dos professores ainda mais diversificação de sua prática, para que o pouco trabalhado nesse nível de ensino seja significativo, desse modo aulas apenas conceituais não conseguem atender a essa demanda. O professor deve elaborar recursos complementares para melhor aproveitamento da disciplina (BARROS *et al.*, 2009; CANTO, 2012).

A ausência de laboratórios ou espaços adequados para realização de algumas práticas em ambiente escolar, também, torna-se entrave para compreensão de alguns conteúdos de Botânica, ficando a cargo do professor a adequação dos conteúdos a realidade vivenciada, fator esse, que não exclui dos docentes a responsabilidade por gerar aprendizagens significativas (ROTHE, 2014). Nesse contexto, a criatividade do professor tem peso determinante no processo de ensino aprendizagem.

Segundo estudos de Rothe (2014), diante dos entraves burocráticos, éticos e financeiros que envolvem a prática de ensino, faz-se necessário estudar, avaliar e aplicar metodologias alternativas que possam substituir de forma satisfatória as aulas práticas que necessitam de laboratórios com equipamentos e materiais especializados, sendo uma realidade não existente na maioria das escolas da rede pública de ensino.

Para tal problema, nas aulas de morfologia floral em alguns casos, opta-se por metodologias alternativas que utilizam modelos didáticos nas aulas de Ciências, considerando que para a realização de aulas práticas a obtenção desses modelos florais é de difícil acesso devido a sazonalidade peculiar nos municípios que afeta a disponibilidade de todos os órgãos das plantas para o provimento de aulas práticas (SILVA *et al.*, 2017).

Com a utilização de recursos didático-pedagógicos, pensa-se preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer os alunos participantes do processo de aprendizagem (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009).

A utilização de recursos didático-pedagógicos tem um grande potencial para gerar um ponto de partida comum para uma discussão ou uma aula expositiva,





construindo a base para o estabelecimento de novos conceitos e facilitando seu entendimento (KRASILCHIK, 2004). No caso dos “modelos didáticos” permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado. Podem ser utilizados em diversos níveis de ensino para enriquecer as aulas. Os modelos despertam um maior interesse nos estudantes, uma vez que permitem a visualização (ORLANDO *et al.*, 2009).

Com a falta de recursos didáticos no ensino público e ausência de espaço especializado (laboratórios) para realizações e aulas práticas, alguns pesquisadores da área do ensino de Ciências têm desenvolvido modelos didáticos alternativos como forma de possibilitar aos professores instrumentos auxiliares para a prática pedagógica. Também tem sido demonstrado que, a partir da utilização de materiais de baixo custo, é possível oferecer aulas mais atraentes e motivadoras nas quais os alunos são envolvidos na construção de seu conhecimento (SOUSA *et al.*, 2008).

De acordo com Justina *et al.*, (2003), um modelo didático corresponde a um sistema figurativo que produz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno. Representa assim uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis. A utilização desses modelos didáticos é uma excelente prática que deve ser estimulada cada vez mais nas escolas de Ensino Fundamental e Ensino Médio.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a realização da pesquisa foram utilizados modelos didáticos representativos da morfologia em flores onde se pode visualizar as inflorescências e flores isoladas, flores femininas, masculinas e hermafroditas, classificação do ovário quanto a sua posição, grau de união do androceu, formas variadas de flores e classificação dos frutos. Os modelos didáticos fazem parte do acervo do laboratório de Botânica da Universidade Federal do Piauí/ Campus Senador Helvídio Nunes de Barros e foram produzidos nos anos de 2016 a 2018 por alunos da instituição, sob orientação da professora titular da disciplina de Morfologia e Anatomia Vegetal. Foram confeccionados com a utilização de materiais como: EVA, massa de *biscuit*, cola instantânea para EVA, isopor, cola para isopor e cola quente, piloto permanente, tinta guache, dentre outros.





Para a realização da pesquisa os modelos passaram por triagem, organização e reparação, de responsabilidade das pesquisadoras e com consentimento da UFPI/CHNB. Objetivando a exposição do material a escolas da rede pública de ensino, de forma aleatória 08(oito) escolas que ofertam o 8º ano foram selecionadas e ao seu representante, professores de ciências e pais de alunos, apresentado o projeto da pesquisa e termo de Consentimento Livre e Esclarecido para realização da pesquisa, conforme instruções do Comitê de Ética em Pesquisa. Essa pesquisa foi aprovada pelo CEP-UFPI-CSHNB (CAAE 98417118.0.0000.8057; Número do parecer 3.018.108). Desse modo, colaboraram com a pesquisa, 08 professores e 160 alunos.

Com a pandemia Covid-19, a pesquisa teve que ser desenvolvida de forma remota e a intervenção foi possível com a produção de uma aula em *PowerPoint* com imagens dos modelos didáticos em 3D e gravação de um vídeo através da plataforma *zoom*, que é uma plataforma de videoconferência. Também foram produzidos questionários para alunos e professores opinarem sobre a eficácia dos recursos para aprendizagens em morfologia floral.



Figura 1: Modelos didáticos de morfologia em flores da coleção do Laboratório de Botânica UFPI-CSHNB. a: flor isolada e inflorescência; b: flor unissexual feminina; c: flor unissexual masculina; d: flor hermafrodita com ovário súpero; e: flor hermafrodita com ovário semiífero; f: flor hermafrodita com ovário ínfero; g: posição do carpelo: apocárpico, sincárpico; h: flor unissexual feminina, flor unissexual masculina e flor hermafrodita; i: grau de união do androceu: monoandelfo, diandelfo, triandelfo e poliandelfo.



Fonte: Acervo particular das pesquisadoras, 2020.

Figura 2: Modelos didáticos de morfologia em flores da coleção do Laboratório de Botânica UFPI-CSHNB. a: diversidade de modelos de flores; b: *Carica papaya* L. Baga com varias sementes (mamão); c: *Prunus persica* L. Drupa apresentando uma única semente (pêssego); d: *Persea americana* Mill. Drupa apresenta uma única semente (abacate); e: *Dioclea violacea* Mart. Fruto seco (olho de boi); f: Fruto seco.



Fonte: Acervo particular das pesquisadoras, 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizadas as intervenções e a aplicação dos questionários, ocorreu a sistematização dos resultados. Questionados em relação ao uso de modelos didáticos, se ajudaria nas aulas de morfologia de flor, a resposta dos professores foi unânime, 100% afirmou que ajudaria ao ministrar as aulas. Os professores também afirmaram que se a escola disponibilizasse esses modelos didáticos o ensino seria mais fácil, já que só o uso do livro didático não é suficiente para fixação dos conteúdos de morfologia em flor.

Mansini (2010), explica em seu estudo que a supervalorização do livro didático vai de encontro aos fins do processo educativo, permitindo que um único instrumento condicione todas as atividades realizadas em sala de aula e estabeleça os temas que



“valem a pena” ser trabalhados, assim como a forma e o conteúdo da avaliação. Torna-se, portanto, evidente a necessidade de um redimensionamento do papel do livro didático, a fim de diminuir sua importância relativamente a outros instrumentos didático-pedagógicos como modelos didáticos.

No estudo de Rocha *et al* (2010), observa-se que os modelo didático tem a possibilidade de ajudar a estabelecer o vínculo necessário entre a intervenção prática e o exame teórico, sendo uma ferramenta intelectual útil para abordar os problemas educativos. A proposição de atividades práticas pelos professores provoca a participação dos alunos e amplia as possibilidades de aprendizado, além de possibilitar vivências experimentais que os ajudem a fazer relações com os conhecimentos escolares em Biologia (MARANDINO *et al*, 2009).

Com a indisponibilidade de laboratórios equipados para aulas práticas de morfologia em flor, professores e escola devem buscar metodologias e materiais didáticos no intuito de ajudar os alunos a fixarem melhor os conteúdos de ensino (SILVA, *et al.*, 2014). Nesse contexto, a busca de melhoria na qualidade do ensino deve permear não somente a formação docente, mas também o docente já instituindo em uma função educativa, consciente, de suas funções no ensinar e aprender, não sendo mero transmissor, mais criador de possibilidade para a produção do conhecimento pelo discente (SILVA, *et al.*, 2014).

O uso dos modelos didáticos para 69% dos alunos foi vantajoso, por ajuda a reconhecer partes da flor. Assim, na observação das diferenças morfológicas das flores, reconhecimento de cálice, corola, androceu e gineceu, 73,8% conseguiram diferenciar as estruturas morfológicas das flores. Castoldi e Polinarski (2009) consideram que uma aula aliada a recursos didático-pedagógicos se torna mais motivadora e menos cansativa, quando comparada com a aula expositiva tradicional, normalmente utilizada nas salas de aula do Ensino Fundamental. Segundo Krasilchick (2004), os modelos didáticos se constituem em um dos recursos mais utilizados em aulas de Biologia com o intuito de mostrar objetos em três dimensões.

Quanto as estruturas que compõe o órgão reprodutor feminino 76,2% conseguiram responder corretamente e 71,4% diferenciaram as estruturas, compreendendo assim a diferença dos órgãos reprodutores das plantas. Os modelos didáticos apresentaram a representação da estrutura floral em três dimensões e em





tamanho aumentado. Desta forma, contribuíram para o melhor entendimento do conteúdo teórico.

Em relação ao sexo das flores, 69% dos alunos apontaram os três principais sexos das flores, são elas masculinas, femininas e hermafroditas. Sendo que 19% disseram que as flores são todas hermafroditas e 11,9% afirmaram que as flores são apenas masculinas e femininas. Perguntados sobre as estruturas que compõe uma flor hermafrodita, 80,5% apontaram corretamente as estruturas que são encontradas nesse tipo de flor. Também foram questionados em relação às estruturas responsáveis pela formação dos frutos e das sementes, 82,1% responderam corretamente o questionamento.

Ao serem questionados se o uso de modelos didáticos ajudou no ensino de morfologia das flores 97,6% dos discentes responderam que sim, os modelos didáticos lhes ajudaram durante o ensino.

Desse modo, é necessário repensar a forma tradicional de ensinar em sala de aula, na qual a memorização e a repetição são consideradas como única forma de aprender, pois essa metodologia empirista, não considera a construção do conhecimento pelos estudantes, fazendo com que os conceitos pareçam desinteressantes e distantes da sua realidade (MENEGAIS *et al*, 2015).

Modelos didáticos concebidos em aulas práticas são de fundamental importância nos meios educacionais por facilitar a comunicação entre o professor e aluno, melhorando o aproveitamento do aluno na construção do conhecimento (ROCHA *et al*, 2010).

Com o trabalho percebe-se que para a maioria dos alunos o uso de modelos didáticos é eficaz durante o processo de ensino aprendizagem, isso, por motiva-los a observar ativamente as estruturas pensadas e produzidas, com o intuito de tornar prazerosa a aprendizagem. A utilização de técnicas e recursos variados de ensino propiciam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, de socialização, motivação e criatividade (SILVA, 2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs às escolas a utilização de modelos didáticos durante as aulas de Ciências no conteúdo morfologia de flor. Os resultados obtidos demonstraram que o





uso de modelos didáticos para esse conteúdo foi eficaz diante das aprendizagens realizadas pelos alunos. A utilização desse recurso didático despertou o interesse dos discentes, possibilitando a intensa participação dos mesmos na aula.

Para os professores participantes da pesquisa os modelos didáticos contribuíram para a realização de aprendizagens relacionadas a morfologia floral, isso, por conta da observação visual das estruturas florais postas nos modelos produzidos.

Perspectivando a aula como fundamental no processo educativo e sua variância quanto a utilização de técnicas e recursos de ensino, com a pesquisa, percebe-se que trabalhos simples e de fácil confecção podem contribuir eficazmente no processo de ensino aprendizagem, gerando momentos de aprendizagem providos de interação, descontração e muito aprendizado.

Dessa forma, cabe ao professor de Ciências a busca por mecanismos geradores de aprendizagens, para subsidiar sua prática e suprir lacunas referentes a estrutura física da escola, oferta de materiais de ensino, discentes com dificuldades de aprendizagem, dentre outros aspectos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. M.; LOPES, L. A.; LOPES, P. T. C. Sequências didáticas eletrônicas no ensino do corpo humano: comparando o rendimento do ensino tradicional com o ensino utilizando ferramentas tecnológicas. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, p. 466-482, 2015.
- ALMEIDA, P. N. **Dinâmica lúdica e jogos pedagógicos para escolares de 1º e 2º grau**. São Paulo: Loyola, 1981.
- ANJOS, C. C.; FLORES, A. S. Concepções de estudantes de sétimo ano de uma escola de ensino fundamental sobre forma e função de flor em Boa Vista, Roraima. **Boletim do museu integrado de Roraima**, V.10(2), p. 40-47, 2016.
- BARBAN, J. V.; FERNANDES, H. L. Zum: desvelando o universo das plantas com arte (2010).
- BARROS, C.; PAULINHO, W. **Ciências: Os seres vivos**, 4ed. São Paulo. Ártica, 2009.
- BAPTISTA, G. C. S. A importância da reflexão sobre a prática de ensino para a formação docente inicial em Ciências Biológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, 2003.
- BRASIL. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos**. Brasília: MEC/SEF, 1998.





- CACHAPUZ, A.; *et al.* A necessária renovação do ensino das ciências. 2005.
- CANTO, E. L. **Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano**, 4ed. São Paulo. Moderna, 2012.
- CARVALHO, I. S. **Paleontologia: Paleovertebrados, paleobotânica**. v. 3, 3ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2011.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. I **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 684, 2009.
- JUDD, W.S. *et al.* **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3ed. Porto Alegre – RS. Arned editora S. A., 2009.
- JUSTINA, D. *et al.* **Modelos didáticos no ensino de Genética**. In: Seminário de extensão da Unioeste, 3. Cascavel. Anais do Seminário de extensão da Unioeste. Cascavel. P.135-140, 2003.
- JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2005.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. EdUSP, 2004.
- MARASINI, A. B. A utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de biologia. 2010.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- MATOS, C. H. C. *et al.* Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 9, n. 1, p. 1-5,19-23, 2009.
- MENEGAIS, D. A. F. N. *et al.* Uma Abordagem sobre Abstração Reflexionante no Processo de Inversão das Operações Aritméticas. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 7, n. 2, p. 121-134, 2015.
- NABORS, M. W. **Introdução a Botânica**. São Paulo. Ed. Rocha LTDA, 2012.
- NARIANE, Q. V. *et al.* Modelos Didáticos-pedagógicos: Estratégias Inovadoras para o Ensino de Biologia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. Belém, Pará. **Anais...** Pará: UEPA., p. 1-13, 2010.



- ORLANDO, T. C.; *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 7ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2011.
- ROCHA, A. R.; DE MELLO, W. N.; DE FREITAS BURITY, C. H. A utilização de modelos didáticos no ensino médio: uma abordagem em artrópodes. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2010.
- ROTHER, J. P. S. F. S. R. Modelos Anatômicos como recurso didático em aulas práticas de Ciências e Biologia. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) Setor de Educação, Departamento de Teoria e Prática de Ensino, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.
- SANTOS, J. M. *et al.* Georreferenciamento de afloramentos urbanos no município de Picos – Piauí. **Reunião Anual Regional da Sociedade Brasileira de Paleontologia – Núcleo Nordeste**, 2016, Mossoró – RN. Livro de Resumos, 2016. p. 29.
- SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, 2009.
- SILVA, A. A.; FILHA, R. T. S.; FREITAS, S. R. S. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino de anatomia celular. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016.
- SILVA, E. E.da. *et al.* O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 9, n. 9, 2014.
- SILVA, P. H. *et al.* Modelos didáticos como instrumento facilitador em aulas de botânica. **VII EREBIO. Encontro Regional de Ensino de Biologia, Regional 5, Nordeste**. Universidade Regional do Cariri – URCA, 06 a 09 de Setembro de 2017.
- SOUZA, D. C.; ANDRADE, G. L. P.; NASCIMENTO, J. A. F. **Produção de Material Didático-Pedagógico Alternativo para o Ensino do Conceito Pirâmide Ecológica: Um Subsídio a Educação Científica e Ambiental**. In: Fórum Ambiental da Alta Paulista. São Paulo. Anais...São Paulo: ANAP. p. 97-130, 2008.
- VILHENA, N. Q. *et al.* Modelos didático-pedagógicos: estratégias inovadoras para o ensino de biologia. **II Simpósio Internacional de ensino de Ciência e Tecnologia**. artigo, n. 196, 2010.



CAPÍTULO XIV

CAMINHO SENSORIAL: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA EM BOTÂNICA

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-14

Giltânia Nazaré Silva Santos ¹

Amanda Macêdo Rocha ²

Juliana do Nascimento Bendini ³

Nilda Masciel Neiva Gonçalves ⁴

Ana Carolina Landim Pacheco ⁵

Maria Carolina de Abreu ⁶

¹ Licenciada em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

² Mestre em Biodiversidade Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal – UNEB

³ Professora Adjunto III no Curso em Licenciatura em Educação do Campo. Universidade Federal do Piauí – UFPI

⁴ Professora Adjunto I no Curso em Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

⁵ Professora Associada I no Curso em Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Piauí – UFPI

⁶ Professora Associada I no Departamento de Biologia. Universidade Federal do Piauí – UFPI

RESUMO

As plantas apresentam diferentes formas, texturas e cheiros que permitem aguçar os sentidos humanos que podem ser trabalhados em ambiente escolar através dos caminhos sensoriais. Um caminho sensorial reúne plantas que são utilizadas no dia a dia, com a finalidade de estimular os cinco sentidos. Partindo desse pressuposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a satisfação de alunos quanto a utilização do caminho sensorial como ferramenta para interação com conteúdos relacionados a Botânica. Especificamente, identificar as memórias sensitivas relacionadas a vegetais e sentidos que as aguçam. Para tal, optou-se pela pesquisa descritiva com abordagem mista, envolvendo técnicas quantitativas e qualitativas. A amostra do estudo foi composta por 40 participantes, os quais atenderam aos critérios de inclusão impostos, sendo estes alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, regularmente matriculados em escolas da rede pública do município de Picos, Piauí. Ao decorrer da exploração do caminho sensorial, foi aplicado um questionário que permitiu avaliar o nível de satisfação dos participantes diante da experiência sensorial. Os resultados da pesquisa apontam para um bom nível de satisfação de educandos quanto a utilização do caminho sensorial por ser uma forma diferenciada e educativa de apresentar a Botânica, auxiliando no trabalho de conteúdos, que muitas vezes, ficam à margem do ensino das Ciências. Trabalhos desenvolvidos nesta direção têm sido de importância fundamental no ensino de Botânica por ser uma alternativa metodológica que gera a mobilização de saberes oriundos das vivências cotidianas, além de ser uma diferente alternativa metodológica no ensino da Botânica.

Palavras-chave: Cinco sentidos. Ensino de Botânica. Experiência Sensorial. Pesquisa.



1. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas áreas da Biologia que estudam a vida, nela tem-se a Botânica, ramo que estuda os aspectos morfológicos, ecológicos e fisiológicos das plantas, sendo esta de extrema relevância, visto a sua importância para a vida do Planeta (SALANTINO; BUCKERIDGE, 2016). Apesar das plantas estarem inseridas no dia-a-dia das pessoas, sendo utilizadas para suprir suas necessidades, como no tratamento de doenças e na alimentação, quando se refere ao ensino da Botânica, é possível verificar-se o quão distante os conteúdos ensinados estão do contexto de mundo dos estudantes, isso decorre-se da forma como vem sendo lecionado os conteúdos dessa disciplina, com o enfoque mais descritivo e sistemático (GARCIA, 2000).

Essa situação reflete o observado por Kinoshita et al. (2006), em uma experiência vivenciada com alunos do ensino Fundamental. Os autores averiguaram que o ensino de Botânica tem se caracterizado como um ensino teórico e decorativo, sendo subvalorizado em detrimento a outras áreas da Ciências e da Biologia. Logo, esse ensino meramente descritivo não atende aos interesses de uma classe estudantil marcada por contínuas mudanças e avanços tecnológicos, chegando a causar aversão e total desinteresse por grande parte dos alunos (GARCIA, 2000). Para Menezes e colaboradores (2008) o motivo primordial para tal desinteresse parece ser a pouca relação que os humanos desenvolvem com as plantas.

Para Figueiredo (2009) o estudo de Botânica muitas vezes não possui referências à vida do aluno. O que se aprende na escola normalmente é útil para se fazer provas, e a vida fora da escola não é levada em consideração. Dessa forma, o que se estuda na escola, mesmo aparecendo e podendo ser exemplificado na rua onde o aluno passa ou mora, ou nas notícias veiculadas diariamente, dificilmente terá essa associação feita por ele.

Esta colocação do autor vem ao encontro do que foi exposto por Chassot (2003), quando os conteúdos ministrados em sala de aula são meramente conjuntos de símbolos e conceitos distantes da realidade, o ensino não cumpre sua função de compreensão e transformação da realidade e nem educa para a cidadania. Sendo assim, a utilização dos materiais botânicos facilita o processo de ensino aprendizagem, pois a partir da interação direta com os órgãos vegetais, o aluno é capaz de observar as partes,





formas e cores dos distintos tipos de materiais e construir e reconstruir conceitos (PEREIRA et. al., 2002).

A esse respeito Soler (1999) defendi a metodologia da didática multissensorial tanto para alunos com e sem deficiência. Para o autor a aprendizagem significativa resulta da combinação de sínteses e análises que são provindas do uso de diferentes sentidos - tato, audição, visão, paladar e olfato -, os quais atuam como canais de entrada de informações.

Nesse seguimento, o caminho sensorial é uma metodologia propícia para o ensino de Ciências, por oferecer vários recursos naturais a serem explorados. Através deste ambiente, o professor pode utilizar diferentes recursos para facilitar entendimento, com melhor assimilação e reflexão dos conteúdos abordados em sala de aula (QUEIROZ et al., 2011). Na interação dos visitantes com o “jardim”, os sentidos fundamentais do corpo humano podem ser explorados, de modo a permitir uma integração com o ambiente, promovendo a percepção sensorial por meio de diferentes plantas, possibilitando o entendimento e contextualização da relação entre os sentidos e o sistema nervoso central (BORGES; PAIVA, 2009). Desta forma, as plantas utilizadas em jardins sensoriais devem contemplar características morfológicas específicas para que os sentidos sejam estimulados (MENEZES; HARDOIM, 2013).

Este modelo de jardim, vem sendo utilizado desde as primeiras décadas do século XX, com o início da preocupação dos profissionais da área da saúde em desenvolver ambientes funcionais, reflexos de uma nova visão científica e tecnológica. Nos anos que se seguiram, muitos ambientes foram desenvolvidos e considerados eficientes para a reabilitação dos pacientes (MATOS, 2013). Os médicos e educadores também descobriram que eles podem ser usados para estímulo dos sentidos e para acalmar crianças com dificuldades de aprendizagem (DETONI, 2001).

O jardim sensorial difere dos jardins comuns em sua proposta, pois este não consiste apenas uma área de lazer, mas sim, em uma ferramenta de educação ambiental e inclusão social de pessoas com diversos tipos de necessidades especiais (ELY et al., 2006 ABREU et al., 2021).

Segundo Leão (2007) os jardins sensoriais são de extrema importância para os portadores de deficiência visual, servindo também como espaços estimulantes para o ensino, uma vez que esses os auxilia no processo de percepção dos fenômenos da



natureza, estimulando os outros sentidos. Além disso, os jardins tradicionais possuem mais cores que os jardins sensoriais, porém este último é planejado para despertar todos os sentidos do corpo, não só a visão (DETONI, 2001).

As afirmações anteriores mostram alternativas para melhoria do ensino de Botânica em Ciências, que com a exposição de um caminho sensorial, que se espelha nos jardins sensoriais, se torna um instrumento de ensino diversificado. O Ensino de Ciências no Brasil vem passando por diversas mudanças, pois é recorrente a necessidade de metodologias que se adaptem à realidade dos estudantes e façam com que estes desenvolvam um maior interesse pelas disciplinas ministradas em sala de aula (LIMA; VASCONCELOS, 2006).

Com este estudo têm-se a oportunidade de entrar em um ambiente botânico pouco explorado, os caminhos sensoriais, e levá-los para o espaço formal de ensino. Os espaços sensoriais da Botânica são importantes para mostrar a sensibilidade que nossos sentidos possuem e a forma que se aguçam conforme o contato com estruturas oriundas de plantas. Proporcionando dessa forma uma atividade diferenciada de ensino despertando mais interesse aos alunos. Além de proporcionar maior autoconhecimento ao permitir a eles sensações únicas despertadas pelos seus sentidos, tanto para os portadores de deficiência quanto para os que dominam todos os sentidos tornando a experiência sensorial uma ferramenta importante para a educação.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar a satisfação de alunos quanto a utilização do caminho sensorial como ferramenta para interação com conteúdos relacionados a Botânica. Especificamente, identificar as memórias sensitivas relacionadas a vegetais e sentidos que as aguçam.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no município de Picos - Piauí e caracteriza-se como descritiva de abordagem quali-quantitativa. Optou-se pela pesquisa descritiva pela possibilidade de análise, estudo, registro e a interpretação dos fatos (BARROS, LEHFELD, 2000). Assim, foi desenvolvida com quarenta alunos que cursam o 8º ano do Ensino Fundamental e pertencem a rede pública estadual de ensino, respeitando o projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (UFPI) CAAE, de número 83495318.0.0000.5214.





Foram escolhidas aleatoriamente duas escolas da zona urbana do município que se localizam em bairros distintos para participar da pesquisa. Os alunos desejosos em participar trouxeram os termos de assentimento e consentimento exigidos.

As atividades sensoriais que compreenderam a estimulação dos cinco sentidos humanos nas escolas ocorreram no período de maio a novembro de 2018. Para execução dessa atividade foi necessária a colaboração de monitores, voluntários do Laboratório de Botânica (UFPI-CSHNB) previamente treinados para ajudar no estudo. Os monitores fizeram a montagem do caminho sensorial com órgãos vegetais previamente higienizados, cortados quando necessário, e colocados em recipientes de plástico para o transporte. Ao chegar às escolas, os vegetais foram dispostos sobre as mesas organizadas na ordem de identificação previamente planejada segundo a ordem de sentidos (primeiro o tato, seguido do paladar, audição, olfato e visão), de forma que os participantes não vissem os vegetais no primeiro momento.

Figura 1 – Preparação do caminho sensorial, alguns órgãos vegetais após higienização foram colocados em recipientes fechados



Fonte: Arquivo pessoal das pesquisadoras.

Nas escolas, os participantes receberam informações com auxílio de álbum seriado acerca da experiência que iriam vivenciar (Figura 2). Para que o paladar, o tato, o olfato e a audição fossem trabalhados, os alunos tiveram seus olhos vendados. Em seguida, com a ajuda dos monitores, eram levados um a um para que pudessem

percorrer o caminho sensorial e concomitante responderam aos questionamentos sobre sua participação e envolvimento na experiência.

Figura 2 – Explicação por meio do álbum seriado sobre os objetivos do trabalho



Fonte: Arquivo pessoal das pesquisadoras.

Os vegetais utilizados na experiência sensorial, foram identificados de acordo com seu nome popular e científico, sendo exibidos na tabela abaixo (Tabela 1):

Tabela 1 – Plantas utilizadas na atividade Caminho Sensorial

Nome Vulgar	Nome Científico	Sentido estimulado	Parte (s) do (s) vegetal (is) utilizada(s)
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Tato	Fruto
Algodão	<i>Gossipium hirsutum</i> L.	Tato	Fruto
Bambu	<i>Bambusa balcooa</i> Roxb.	Audição	Tronco
Cabaça	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Audição	Fruto
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Audição	Folhas
Canela	<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl	Olfato	Cascas
Chuva de Ouro	<i>Cassia fistula</i> L.	Audição	Fruto
Kiwí	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>deliciosa</i> (A.Chev.) A.Chev.	Tato	Fruto
Limão	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Olfato	Fruto
Malva	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng	Olfato	Folhas



Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Paladar	Fruto
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Olfato	Fruto
Olho de boi	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.	Tato	Fruto
Pêra	<i>Pyrus communis</i> L.	Paladar	Fruto
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Paladar	Folhas
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Paladar	Folhas

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

A experiência sensorial foi iniciada por atividades que contemplavam o sentido do tato. Com os olhos vendados os participantes foram convidados a reconhecer com as mãos às estruturas vegetais de diferentes texturas e volumes, como o abacaxi, o kiwi, o olho de boi e o algodão.

Em seguida, os participantes foram direcionados a degustarem folhas de tamarindo e seriguela, os mesocarpos da manga e da pêra, para que pudessem perceber os diferentes sabores, que variaram do doce ao azedo, aguçando o sentido do paladar.

Para o sentido da audição, foram utilizados para produzir os sons um sino dos ventos feito de bambu, folhas secas de caju sendo quebradas e frutos secos com sementes soltas como cabaça e chuva de ouro.

O olfato foi testado a partir de folhas maceradas de malva, frutos de maracujá, cascas de canela e frutos de limão. Para a finalização da experiência sensorial, retirou-se a venda dos olhos dos participantes, os quais puderam apreciar visualmente o caminho sensorial e modelos didáticos de folhas e flores de diferentes tamanhos, texturas, formas e cores.

Concomitante a realização do percurso no caminho sensorial, foi aplicado um questionário para registro da identificação de sabores, texturas, cheiros advindos dos vegetais, bem como dos sentidos utilizados para sua identificação. Por fim, dentro de uma escala de satisfação com numeração de um a dez, foi registrado segundo os alunos, a satisfação dos educandos quanto a realização da atividade para o estudo da Botânica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caminho sensorial foi sendo apresentado aos alunos de forma individual e com olhos vendados, desse modo, aos poucos foi-se percebendo a receptividade dos mesmos para com os vegetais por eles apalpados, experimentados, sentidos. Nesse



processo, a utilização dos vegetais parte do interesse das pesquisadoras em identificar os sentidos mobilizados para aprendizagens relacionadas a conteúdos de Botânica, visto que todos dispomos de uma memória sensitiva.

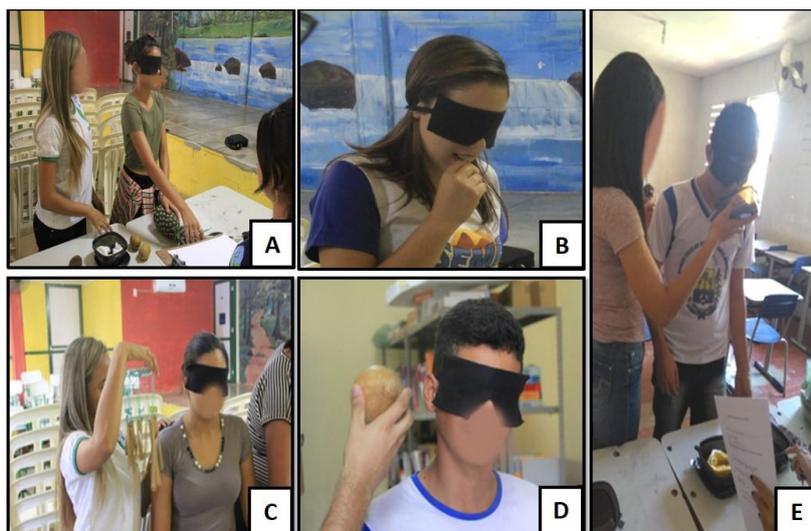
Associar os vegetais aos sentidos humanos, tornou-se um desafio à medida que, percebe-se que são várias as memórias sensitivas e distintas as formas de percepção para seres singulares, assim, vegetais que facilmente eram identificados pela utilização do paladar, para alguns, só é possível pelo olfato. Esse fato, está associado as vivências do cotidiano e as aprendizagens significativas, que para Freire (1996) são leituras da realidade que geram comportamentos.

Em âmbito escolar, dentro de uma perspectiva de aprendizagem significativa, proporcionar aos alunos momentos de interação com vegetais uma opção metodológica geradora de movimento, satisfação, interação, mobilização de sentidos, dentre outros aspectos. Promove tanto a capacidade de ler a realidade quanto de agir sobre ela (FREIRA, 1988). Assim, a identificação de vegetais e sua importância para a preservação da vida, são fundamentais para mudança de comportamento e preservação da flora existente que influencia diretamente na saúde humana e na economia do nosso país.

Os vegetais costumam está na vivencia das pessoas desde cedo, deixando memorias, sejam pelo cheiro, sabor ou textura. Dessa forma, buscou-se identificar os vegetais mais conhecidos pelos alunos através dos sentidos. Com grande facilidade alguns alunos conseguiram identificar vegetais através do paladar, sendo a manga, folha de seriguela e folha de tamarindo os mais rapidamente identificados. O abacaxi foi identificado por sua textura. Através do olfato foi identificada com certa facilidade a Malva, planta típica da região nordeste e que é utilizada para fazer chá e compressas, seguida do limão e o maracujá. Na figura 1, alunos percorrendo o caminho sensorial e aguçando seus sentidos na busca pela identificação dos vegetais.



Figura 3 – Participantes percorrendo o caminho sensorial



Fonte: Arquivo pessoal das pesquisadoras.

Legenda: A - Aluno aguçando o tato; B - Aluno aguçando o Paladar; C e D - Alunos aguçando a audição; E - Aluno aguçando o olfato

Em relatos dos participantes detectamos a identificação dos vegetais, por se tratar de algo que encontram no seu dia-a-dia, embora não tenham reconhecido frutos que desde sempre foram usados pelo ser humano, como a cabaça, utilizada na confecção de cuias. Segundo Wanderley (2000) a perspectiva que se impõem, é a de que houve um processo de ressignificação das próprias funções sociais do rural, considerando-se a junção de novos usos e funções. Com essa ressignificação, o uso de objetos como a cuia acabou tornando-se mais raro no nosso cotidiano.

Quando os participantes foram questionados sobre o sentido mais importante para a identificação dos vegetais, o paladar foi o mais citado (37,5%). Isso pode ser explicado por Smith (2001) que afirma que o paladar é caracterizado pela capacidade de reconhecer o gosto, além da sensibilidade tátil quando entram em contato com os receptores gustativos enviando informações para o sistema nervoso.

Embora inicialmente os alunos demonstrassem medo de degustar o que era oferecido, após serem encorajados, gostaram de sentir os sabores e alguns logo acertavam qual era o vegetal quando o recebiam na boca.

Os demais sentidos foram citados na seguinte proporção: tato (20%), olfato (5%) e audição (2,5%). Todos os sentidos possuem sua importância. Funcionam basicamente como canais que interligam extremos, emissor da mensagem e receptor dela. Uma



mensagem pode ser mais bem compreendida, se for utilizado simultâneos canais de transmissão (BERLO, 1991). Desse modo, percebe-se com o caminho sensorial que a junção do sabor com o aroma, o que pode ser denominado como sensação gusto-olfativa (BARZANÒ; FOSSI, 2009), teve maior eficiência quanto a identificação dos vegetais.

O sentido da visão não foi citado nas respostas, visto que foi perguntado aos participantes, o que eles conseguiram identificar com os olhos vendados. Em relação aos alunos que afirmaram não ter identificado nenhum vegetal, é normal possuir essa insegurança quando se está de olhos vendados. Bundy (2002) afirma que são encontradas algumas dificuldades quando se trata do sensorial, dentre elas a insegurança gravitacional e a distratibilidade, que é a tendência a prestar atenção em estímulos irrelevantes, o que dificulta o direcionamento da atenção para a tarefa a ser executada.

Quanto a satisfação dos participantes em relação a utilização do caminho sensorial, 55% dos alunos relataram sentir-se totalmente satisfeitos, assim apresentaram o maior conceito para a atividade em uma escala de zero a 10. Também, afirmaram que a experiência somou aprendizados, 30% dos participantes mostraram contentamento, atribuindo notas nove e oito para a atividade e 15% mostraram um agrado regular, marcando notas sete e seis para o caminho sensorial.

Desse modo, pode-se concluir que a atividade realizada foi satisfatória para os alunos, visto que, proporcionou um momento de interação com vegetais que estão presentes no ambiente de convívio dos estudantes aguçando seus sentidos quanto a sua percepção nos ambientes, partes que o compõem e utilidade em meio a fatores sócio-econômicos-sociais que os envolvem.

O diálogo realizado com os alunos durante o percurso no caminho sensorial para a coleta de dados, levou as pesquisadoras a perceber quanto enriquecedor é a atividade, por proporcionar através dos sentidos a mobilização de saberes referentes ao formato de algumas plantas e de seus órgãos, sua textura, aroma e sabor, bem como sua proximidade no ambiente de vivência dos alunos. Cabe aqui ressaltar que algumas frutas como pêra e maçã não são cultivadas na região de realização da pesquisa, podendo ser constatado uma maior dificuldade dos alunos quanto a identificação dessas frutas, fator que não diminui a beleza e eficácia do trabalho por oportunizar o contato com algo visto





por alguns apenas em livros didáticos ou em supermercados. Sentir o sabor, aroma e textura de algo considerado distante da realidade dos alunos gerou uma vivência possível.

No que concerne a satisfação para com o caminho sensorial, apresentamos a fala dos alunos A2, A11, A18, A21, nomeados conforme escolha das autoras para sua identificação e manutenção do anonimato.

“Achei essa atividade maneira”. (A2)

“Foi muito legal e interessante” (A11)

“Foi uma experiência diferente” (A18)

“Foi muito bom. Seria bom se tivesse isso várias vezes na escola” (A21).

Essas falas representam o quanto os alunos se identificam com atividades que geram movimento, interação, descontração no espaço da sala de aula. Atividades como essa, se bem planejada favorecem o processo de ensino aprendizagem, à medida que mobilizam saberes oriundos das vivências cotidianas. Dessa forma, inovar as aulas é necessário e para isso os docentes podem utilizar as mais diversas técnicas de ensino e os recursos materiais, naturais, humanos, que estejam a seu alcance.

Os momentos de ensino organizados pelos professores podem ajudar os alunos a perceberem aspectos não percebidos no ambiente. Desse modo, o caminho sensorial se caracteriza como eficaz ao associar o percebido pelos alunos a detalhes despercebidos, possível através dos sentidos aguçados. Desenvolver a percepção do belo, do útil, das formas, texturas, da densidade, aromas e sabores, momento de ativamente participar do processo de ensino aprendizagem. Nesse contexto, Libâneo (2008) defende uma prática docente que leve em consideração a aprendizagem prévia dos alunos e que reconheça a importância da produção contextualizada do conhecimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caminho sensorial configura uma importante ferramenta prática para o ensino de Botânica, pois ao final da experiência o sujeito tem tido contato tátil, olfativo, auditivo, palatável e visual com diferentes cores, formas e texturas oriundas de órgãos das plantas.



As atividades realizadas no caminho Sensorial proporcionaram a abordagem de conteúdos da Botânica que são pouco exploradas. Com a realização deste trabalho, foi possível perceber o quanto essa experiência promoveu um ambiente agradável e divertido para uma melhor interação dos alunos com os conteúdos de Botânica, à medida que interagem com as plantas através das sensações.

No decorrer das diversas fases do trabalho, evidenciou-se a satisfação dos alunos em participar, e o contentamento ao conseguirem identificar os vegetais ao longo do percurso, compreendendo por meio da experiência a importância dos cinco sentidos e a peculiaridade de cada um.

Trabalhos desenvolvidos nesta perspectiva, são de suma importância, pois as experiências sensoriais possuem um grande poder de reavivar o interesse do aprendiz em Botânica. Além de, consistir em uma diferente alternativa metodológica educativa e inclusiva no ensino de Botânica.

Almeja-se, estimular ideias para a construção de um jardim sensorial fixo, a qual possa ser visitado pelos alunos com mais frequência.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a todos os gestores das escolas onde foi desenvolvido o estudo, por disponibilizar o espaço escolar e apoio no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C. de *et al.* Botânica em cinco sentidos: o jardim sensorial como um instrumento para a sensibilização quanto a importância da botânica em escolas de um município do sertão piauiense. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, e7910111448, p. 1-14, 2021.
- BARROS, A. J. P. de; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia**: um guia para a iniciação científica. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000, 122p.
- BARZANÒ, C.; FOSSI, M. **Em que sentido?** Pequeno Manual de Educação Sensorial. Itália: Slow Food, 2009, 71p.
- BERLO, D. K. **O Processo da Comunicação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura S.A., 1970, 270p.



- BORGES, T. A.; PAIVA, S. R. Utilização do jardim sensorial como recurso didático. **Revista Metáfora Educacional**, São Paulo, n.7, p.27-38, 2009.
- BUNDY, A.; LANE, S. J. **Sensory integration: Theory And Practice**. 2. ed. Philadelphia: F. A. Davis, 2002, 496p.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003, 438p.
- DETONI, M. Jardins feitos para pegar, ver e cheirar as atrações. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 20 set. 2001. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/equilibrio/eq2009200105.htm>. Acesso em: 02 out. 2019.
- ELY, V. H. M. B. *et al.* Jardim universal: espaço público para todos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 14, 2006, Curitiba. **Anais[...]**. Curitiba: Associação Brasileira de Ergonomia, 2006.
- FIGUEIREDO, J. A. **O ensino de botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade: propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de ciências biológicas**. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996, 168p.
- GARCIA, M. F. F. Repensando a Botânica. *In*: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7, 2000, São Paulo. **Coletânea...** São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2000.
- KINOSHITA, L. S. *et al.* **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora**. São Carlos: Rima, 2006, 162p.
- LEÃO, J. F. M. C. **Identificação, seleção e caracterização de espécies vegetais destinadas à instalação de jardins sensoriais táteis para deficientes visuais, em Piracicaba (SP), Brasil**. 2007. 133f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Identificação, seleção e caracterização de espécies vegetais destinadas à instalação de jardins sensoriais táteis para deficientes visuais, São Paulo, 2007.
- MATOS, M. A. de *et al.* Projeto e construção de jardim sensorial no jardim botânico do IBB/UNESP, Botucatu/SP. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v. 9, n. 2, p.141-151, 2013.
- MENEZES, C. R. M.; HARDOIM, E. L. H. Identificação, seleção e caracterização das espécies vegetais destinadas ao Jardim Sensorial Tumucumaque, município de Serra do Navio, AP/ Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n.1, p.22-30, 2013.



- MENEZES, L. C. de *et al.* Iniciativas para o aprendizado de botânica no ensino médio. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA*, 9, 2008, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2008. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/prolicen/ANAIS/Area4/4CFTDCBSPLIC03.pdf>. Acesso em: 02 out. 2019.
- PEREIRA, M. G. *et al.* A instrumentação do ensino de biologia através de materiais botânicos e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA*, 1, 2002, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: UFPB, 2002. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/educacao/ensinodebiologia.pdf>. Acesso em: 02 out. 2019.
- QUEIROZ, R. M. de, et al. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 4, n. 7, p. 12-23, 2011.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.
- SMITH, D.V.; Margolskee, R. F. Making sense of taste. **Scientific American**, v. 284, n. 3, p. 32-39, 2001.
- SOLER, M. A. **Didáctica multissensorial de las ciencias**: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999, 237p.
- WANDERLEY, M. N. B. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas: o “rural” como espaço singular e ator coletivo. **Estudos sociais e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 15, p. 87-145, 2000.



CAPÍTULO XV

O ENSINO DE ZOOLOGIA NOS ANOS 90, 2000 E 2010: UMA ANÁLISE DA ABORDAGEM UTILITARISTA NOS LIVROS DIDÁTICOS DESTES PERÍODOS

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-15

Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo ¹

Fernanda Campello Nogueira Ramos ²

Kim Silva Ramos ³

Gabriela Louzada Ramos ⁴

Sílvia Arcanjo Carlos Ribeiro ⁵

Guilherme Modena Alkmin ⁶

¹ Mestrando em Ensino em Biociências. Fundação Oswaldo Cruz– FIOCRUZ/IOC

² Mestrando em Ensino em Biociências. Fundação Oswaldo Cruz– FIOCRUZ/IOC

³ Mestrando em Ensino em Biociências. Fundação Oswaldo Cruz– FIOCRUZ/IOC

⁴ Mestrando em Ensino em Biociências. Fundação Oswaldo Cruz– FIOCRUZ/IOC

⁵ Mestrando em Educação em Ciências. Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI

⁶ Mestre em Educação em Ciências. Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI

RESUMO

A visão utilitarista, abordagem a qual pode objetivar os organismos como máquinas e fontes de utilidade humana pode ser nociva a interação natural entre o homem e os outros organismos. Tal abordagem de pensamento permeia pelo ensino básico das mais diversas formas, como em imagens ou até mesmo palavras impressas nas páginas do livro didático. Mediante este cenário, conceitos como o filo platyhelminthes vetor de doenças, peixes sendo abordados em seu ponto de vista alimentício e insetos como seres que picam e causadores de repúdio são introduzidos no cotidiano dos alunos em ambientes formais de ensino. A partir deste ponto de vista crítico, estipulou-se como objetivo uma análise comparativa temporal entre livros didáticos que já foram circulados nas escolas públicas com a finalidade de analisar como tal abordagem se apresentou nas escolas públicas brasileiras no conteúdo de Zoologia no ensino médio. Possuindo como resultado uma baixa da abordagem utilitarista no decorrer das décadas nos livros didáticos analisados pelo método proposto neste estudo.

Palavras-chave: Utilitarista. Zoologia. Ensino.

1. INTRODUÇÃO

Durante a evolução do pensamento moderno, as mais diversas linhas filosóficas apareceram. Dentre elas, a linhagem de René Descartes, a qual argumentava sobre a ausência de alma nos animais. Comparando-os como máquinas a serem manipuladas pelo homem, sem sentimento nem dor (EKATERINA, 2002). Desta forma, o pensamento



utilitário delega aos animais uma relação intimamente de uso e serventia, trazendo para o conhecimento escolar este pressuposto para o Ensino em Zoologia.

Azevedo (2016) aponta em seus estudos que o utilitarismo se torna bastante presente na sala de aula e materiais didáticos, e dentro deste espaço formal pode prejudicar os alunos em seu processo de construção de conhecimento nas relações naturais entre os animais, podendo deixar para o mesmo uma mensagem de grau de importância entre os seres vivos, dado um quesito de utilidade humana (CARDOSO-LEITE, 2014).

Sendo o ensino básico obrigatoriamente fornecido para todo cidadão, quase toda a sociedade brasileira passa por este módulo de ensino. Incluindo o ensino médio. De acordo com a LDB 9394/96 (lei de diretrizes e bases) sessão IV, artigo 35º, parágrafo III umas das finalidades defendidas para o ensino médio é a formação da ética. Ou seja, o ensino médio possui a função de formar cidadãos críticos perante tudo o que há em sua volta e tudo o que o atinge diretamente ou indiretamente. Pois o utilitarismo permeia no conteúdo de zoologia dentro do ensino básico, e sendo a formação ética como uma das finalidades do ensino médio, é necessário fornecer estudos sobre como está sendo disseminada a abordagem utilitarista na formação ética dos cidadãos brasileiros.

Portanto, o objetivo geral deste artigo é analisar, por meio de um estudo comparativo, se os livros de biologia do ensino médio apresentam uma abordagem utilitarista em relação aos animais e se a forma de como é abordado pelo autor influencia ou não tal linha de pensamento através do corpo do texto ou em gravuras trazidas nos livros em questão. Comparando-os quanto ao tipo de abordagem e sua idade de publicação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O ensino de zoologia formal se dá de forma meramente expositiva e altamente conteudista (AZEVEDO *et al*, 2012). Onde, a mesma surgiu com o intuito de estudar o animal em prol de sua utilidade para o homem (BEM & SILVA 2007). Contudo, na atualidade, questionada acerca de sua qualidade enquanto abordagem para um Ensino crítico em Zoologia, pois delega a esta biociência uma relação acrítica e unilateral acerca





dos saberes zoológicos, uma vez que discussões contemporâneas são negligenciadas em prol de pressupostos utilitaristas (DE AZEVEDO, 2019)

A visão utilitarista é explícita no conteúdo de zoologia e na mídia (CASTILHO *et al.*, 2008). Castilho também defende que a dificuldade maior será da escola, cuja portadora do ensino formal, de se libertar desses conceitos. Tais esses que foram construídos durante reformas educacionais no passar das décadas, onde o livro didático é utilizado como ferramenta política e também segue fases histórico-sociais (DE AZEVEDO, 2019; DE AZEVEDO *et al.*, 2020).

Ainda, segundo Thomas (1988), o homem é centro e a razão da criação do mundo e os outros seres vivos estão aqui para atender as necessidades dos mesmos, este conceito vem se sustentando em pensamentos religiosos e por isso resiste ao tempo e ainda hoje é utilizada para justificar a exploração do homem sobre os outros animais, mantendo assim esta sociedade consumista na qual estamos inseridos (DE AZEVEDO, 2019). Buffon, um naturalista francês do século XVIII classificava os animais de acordo com a sua utilidade a sociedade humana, sendo então comestíveis e não comestíveis, úteis e inúteis, ferozes e mansos. Ainda no século atual, é possível identificar esse tipo de classificação no Ensino de Zoologia (SILVA;BELINI, 2000;CARDOSO-LEITE, 2014).

Portanto o utilitarismo ainda hoje pode persistir como uma tendência nos passar das décadas de ensino e fases histórico-sociais. O Ensino de Zoologia ainda se baseia em práticas antigas, como decorar a classificação do animal e sua função para humanidade, onde a abordagem utilitarista no Ensino de Zoologia permeia (AMORIM *et al.*, 2001).

O malefício desta abordagem se dá pela quebra da comunicação do homem com os demais animais, onde, a mesma deixa claro que os animais estariam no planeta para servir a espécie humana e que há um “*ranking*” de valorização do animal dada sua utilidade humana (ROCHA *et al.*, 2013; CARDOSO-LEITE, 2014)).

Porém a formação do docente influencia diretamente, um professor com que obteve uma formação mais crítica e melhor fundamentada em práticas pedagógicas terá melhores habilidades de argumentação e percepção de abordagens desejadas e indesejadas durante sua execução da práxis pedagógica e ter condições de ir além de um ensino de zoologia altamente descritivo para um mais amplo como o animal e suas interações (AZEVEDO, 2016). A abordagem dos organismos em seu habitat, hábitos





alimentares e até seu comportamento é importante para a compreensão de um todo, porém deixado de lado pelos professores de biologia (KRASILCHIK, 2005).

O livro didático se torna uma importante fonte de pesquisa documental, uma vez que este apresenta em seu escopo as relações político-sociais que perduraram durante período de implementação (BIZZO, 2002; DE AZEVEDO *et al.*, 2020). Vale lembrar que o atual programa governamental, PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) é o programa o qual promove a aprovação e a distribuição das obras para todo o território brasileiro, por meio de diretrizes avaliativas e verbas públicas (BRASIL, 2018).

De Azevedo *et al* (2020), subdivide as pesquisas em livros didáticos em dois momentos: Século XX e Século XXI. Para o autor, o século XX é marcado por pesquisas de cunho conceitual, trazendo a luz questionamentos acerca da qualidade técnico-científica que o livro possuía no Ensino em Biociências, enquanto o século XXI se apresenta como pesquisas múltiplas acerca de várias óticas empregadas a este material, como análise de pressupostos, imagens, ideologias etc.

O mercado editorial presente no Livro Didático influencia suas pesquisas, Munakata, (2012), discute que existe neste material, além da alta verba investida nas editoras para a produção e compra do mesmo uma preferência sempre advinda para as mesmas editoras, reforçando este monopólio e que por consequência as pesquisas acerca.

Diante do quadro político do livro didático e das pesquisas em Ensino em Zoologia, o objetivo deste trabalho é de promover um estudo temporal da abordagem utilitarista nos livros didáticos destinados ao Ensino Médio nas últimas 3 décadas.

3. METODOLOGIA

Para a escolha dos exemplares, foi utilizada a metodologia de aleatoriedade temporal, descrita por BUTTON (2005), para este método, utiliza-se da aleatoriedade dos eventos para selecionar o número de elementos a seres utilizados na pesquisa.

No atual estudo, separou-se em décadas, e aplicou para cada uma das décadas a seleção aleatória de um livro, segue abaixo os livros escolhidos pelo método empregado (QUADRO 01):



Quadro 1-Livros representantes das décadas

<ul style="list-style-type: none"> • O livro <i>Biologia Atual</i>, volume 2, de autoria Wilson Roberto Paulino publicado no ano de 1995 pela editora Ática, em sua 7ª edição (Livro 1). Representa a década de 1990
<ul style="list-style-type: none"> • O livro <i>Biologia</i>, volume único, de autoria Wilson Roberto Paulino publicado no ano de 2004 em sua 9ª edição. (Livro 2). Representa os anos 2000
<ul style="list-style-type: none"> • O livro <i>Biologia 2</i>, de autoria César e Sezar Caldini, livro este mais atual, publicado no ano de 2015 pela editora ática, e em circulação nas escolas públicas. (Livro 3). Representa a década de 2010

Fonte: O Autor

O processo de análise consistiu em uma revisão bibliográfica das obras didáticas no conteúdo de Zoologia. A procura de abordagens utilitaristas onde para maior confiabilidade nos dados obtidos, os livros foram lidos 5 vezes dentro de um intervalo de tempo de 4 semanas.

Abordagens detectadas em frases foram copiadas para este artigo na íntegra, e por questões de direitos autorais, as gravuras fizeram parte do estudo realizado, porém não compõem no presente artigo.

Não foi utilizado como método de escolha o ano de série do ensino médio. Pois o conteúdo de zoologia difere quanto ao ano a ser lecionado pela instituição escolar, ano de publicação e região dos estados e até mesmo por preferência do professor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram detectadas linguagens utilitaristas nos filos Mollusca, Arthropoda, Chordata (Quadro 1 2).

Quadro 2. Transcritos retirados dos livros analisados

Filos	Livro 1	Livro 2	Livro 3
Filo Mollusca	(Pág. 201): " Além de alimento, há moluscos -as ostras- que servem para a produção de pérolas para a fabricação de joias para as mulheres [...] "	(Pág. 219):" Além de alimento, há moluscos -as ostras- que fornecem pérolas para a fabricação de joias [...] ""	Não apresentou.



Filo Arthropoda	(Pág. 191): "Algumas espécies têm papel fundamental na polinização de flores, com benefícios a produtividade agrícola; no caso das abelhas elas fornecem para o homem o mel e a geleia real utilizada como alimento". "E nos aspectos negativos é abordada a seguinte frase: " Alguns insetos contribuem diretamente para transmissão de doenças através de suas picadas, como as fêmeas dos mosquitos do gênero Anopheles." E logo em seguida: " existem insetos que causam prejuízos domésticos, como as traças, que roem roupas, e os cupins, que devoram a madeira de janelas e portas."	(Pág. 217): " [...],Mas, além de importantes para o equilíbrio biológico de campos e de florestas, os insetos podem ser desejáveis a certos interesses humanos, ao atuarem, por exemplo, como agentes polinizadores de certas plantas diversas ou controladores biológicos no combate de espécies nocivas a lavoura."	Não apresentou.
Filo Chordata	(Pág. 221): "[...] Mesmo o temido tubarão é mais útil do que alguns pensam: além da carne, suas barbatanas constituem o ingrediente básico na preparação de sopas muito apreciadas. As barbatanas, ainda, são empregadas na indústria de fibras óticas para computadores e na fabricação de lixas, adubos e colas. E depois de curtida, a pele do tubarão é usada em cadernações de requinte e também artesanatos. [...]"	Não apresentou.	(Pág.100): O livro começa sua abordagem sobre os peixes de forma bastante utilitarista, falando sobre a piscicultura. (Figura 2)

Fonte: Os Autores

4.1. Discussão Geral

Filo Mollusca: O filo dos moluscos é um filo bastante amplo em diversidade. Tendo sua simetria bilateral, celomado e sistema digestório completo é um filo abordado no ensino médio.

Seu sistema circulatório pode ser aberto ou fechado (variando de acordo com a classe). A classe bivalve é representada pelas ostras e moluscos, possuindo uma concha com duas valvas. Lembrando que nesta classe há uma redução do pé e a perda da rádula (estrutura utilizada para alimentação na maioria das classes do filo em questão.).





A visão utilitarista apontada neste filo fora percebida em 2 dos 4 livros analisados. Onde argumentam sobre a formação da pérola para o uso humano. E não a fabricação de um colar. O autor persiste sua afirmação em seu livro de 9ª edição.

Filo Arthropoda: O filo arthropoda é caracterizado por ser um dos maiores filos existentes, possuindo apêndices ramificados e um exoesqueleto quitinoso. Com sua simetria bilateral, celoma, sistema digestório completo e sistema circulatório aberto, têm como representantes os insetos, crustáceos, aracnídeos etc.

A abordagem utilitarista foi observada em 2 livros dos 4 analisados. Onde são a classe dos insetos é julgada como "desfavorável" ao homem em certos quesitos e "favorável" em outros.

4.1.1. Discussão Livro 1

Os aspectos são fundamentados em função positiva e negativa dos insetos para o homem. Já demonstrando uma visão utilitarista, onde o ser humano se acha capaz de decidir o que é positivo e negativo usando seus próprios critérios. Novamente vemos também a palavra "fornecer", dando concepção de que a abelha fabricaria o mel para consumo humano, sendo que tal produto é produzido para própria colmeia. O que o homem faz é explorar tal recurso natural incessantemente.

Nos aspectos negativos é abordada a questão de vetores de doenças. O parasitismo é uma relação natural. Valendo lembrar que o mosquito do gênero *Anopheles* (assim como o barbeiro dentre outros insetos vetores) também sofrem danos pelo parasita, ou seja, como hospedeiro intermediário também sofre malefícios de tal parasitose. E o ser humano começou a participar deste ciclo graças ao desmatamento desordenado das florestas, onde no livro não é abordado, apenas culpando os insetos e vitimizando o ser humano. Promovendo um Ensino em Zoologia acrítico, pois discussões mais amplas não são exploradas (CARDOSO-LEITE, 2014; DA ROCHA & MAESTRELLI, 2015; DE AZEVEDO, 2019).

Outra questão presente nos aspectos negativos é questão doméstica. Insetos como animais que devoram madeira (cupim). É importante destacar que os cupins "devoram" as madeiras milhares de anos antes de o primeiro ser humano aparecer no planeta Terra. Ou seja, o ser humano utiliza do recurso do cupim (madeira para móveis), e não ao contrário.





4.1.2. Discussão Livro 2

No parágrafo presente no livro em questão, o autor distorce a função ecológica dos insetos, como por exemplo, os polinizadores, como função para benefício humano. Deixando claro uma visão utilitarista que é confirmada com a frase: “podem ser desejáveis a certos interesses humanos”.

Aspectos ligados ao utilitarismo positivo é aplicado as ostras, denotando uma característica indumentária para o animal. Neste sentido, o Ensino Zoologia se torna unidirecional, por promover uma ligação estrita entre o que é o animal vetorizado ao que pode fornecer como produto (DE AZEVEDO, 2019).

4.1.3. Discussão Livro 3

No transcrito anexado ao quadro 2, revela-se uma circunstância trazida por DE AZEVEDO (2019), a qual é a promoção utilitária do animal antes mesmo de uma discussão zoológica. O início de um novo capítulo já demonstrando a piscicultura, prática estritamente agrícola e não zoológica, no conteúdo de Zoologia, demonstra o quanto a abordagem utilitarista pode estar permeada. Esta ligação imediata, denota um animal estritamente e exclusivamente para tal finalidade, enquanto o conhecimento zoológico é negligenciado no decorrer do capítulo (MAGALHÃES, 2013; CARDOSO-LEITE, 2014; DE AZEVEDO, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise descrita, pode-se concluir que os livros que apresentaram mais abordagens utilitaristas foram os livros 1 (Biologia Atual, 1995) e em sequência o livro 2 (Biologia, 2004). Sendo esses mais antigos, podemos observar que dentro de um contexto temporal aplicado pelo método utilizado, a abordagem utilitarista apresenta um decaimento qualitativo e quantitativo durante as décadas.

O Utilitarismo não está alicerçado ao conhecimento zoológico, ideais delimitando o animal exclusivamente à sua função enquanto produto estaria mais conveniente aos conhecimentos agropecuários (DE AZEVEDO, 2019). Desta forma, não cabem ao Ensino de Zoologia portar esta abordagem.

A preocupação de um Ensino de Zoologia crítico se baseia na premissa que o aluno é um cidadão, e que como tal, terá que futuramente decidir em sociedade





questões que podem envolver conhecimentos zoológicos, como manter uma reserva natural ou tráfico de animais por exemplo. Entretanto, o utilitarismo apenas denota ao aluno uma função acrítica do que o animal “serve” enquanto produto, não desenvolvendo uma criticidade desde Ensino (CARDOSO-LEITE, 2014; DE AZEVEDO, 2019). Sendo assim, se torna necessária revisões e critérios de maior seleção destes livros pelo PNLD.

Por fim, vale lembrar que o livro didático é um espectro formativo de uma política curricular, sendo assim, o currículo enquanto documento norteador precisa de estudos futuro, pois suas bases estruturantes delimitam os conhecimentos socialmente válidos que o livro didático traz em seu escopo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, D. S. *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e botânica no 2º grau. In: BARBIERI, M. R. (orgs.). A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública e a Universidade. Ribeirão Preto: Holos /FAPESP, 2001. p. 41-49.
- AZEVEDO, H. J. C.C *et al.* O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso. Revista práxis, v. 4, n. 7, 2012.
- AZEVEDO, H.J.C.C. O ensino de zoologia no ensino médio: uma análise das principais abordagens presentes em livros didáticos de escolas públicas da cidade de Itajubá. Trabalho final de graduação. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá.2016.
- BEN, D.S. Bicho útil x bicho inútil: o antropocentrismo no ensino de zoologia na educação básica – implicações ambientais. 2007.
- BIZZO, N. Reflections upon a national program assessing Science textbooks: what is the importance of content in Science education? I OSTE SYMPOSIUM, 10. Proceedings... Foz do Iguaçu, 2002. p. 710-720
- BRASIL. MEC. Programa Nacional do Livro Didático- Diretrizes avaliativas. Brasília. 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro, 1996.
- BUTTON, Sérgio T. Metodologia para planejamento experimental e análise de resultados. São Paulo, 2005.



- CARDOSO-LEITE, Ricardo. A Influência da relação entre homem e animais no aprendizado de Zoologia. 2014. 40. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- CASTILHO, J.Cet al. Nós, a escola e o planeta dos animais úteis e nocivos. *Ciência & Ensino*. 2008.
- DA ROCHA, A. L. F; SANTOS, J; MAESTRELLI, S.R.P. O ensino bancário de zoologia: uma aproximação de suas práticas. Da formação à prática no Ensino de Ciências e Biologia: desafios a superar, p. 94. 2015.
- DA ROCHA, André Luís Franco; DUSO, Leandro; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. Contribuições da Filogenética para um ensino crítico da Zoologia. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia. 2013
- DE AZEVEDO, H.J.C.C. Introdução ao Ensino de Zoologia. Editora Espaço Acadêmico. 80p. 2019.
- DE AZEVEDO, H.J.C.C; VINAUD, E; PEREIRA-FERREIRA, C. O Histórico Político-Legislativo dos livros didáticos de Ciências no Brasil. *Research, Society and Development*. V9 n4. 2020.
- EKATERINA, A. B. R. Ética na experimentação animal. Editora Fiocruz, 2002.
- FARIAS, J. *Get al*. Comportamento animal no ensino de biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias* 11 (2): 365–84. 2012.
- KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 2005.
- MAGALHÃES, Arthur Prado Fleury et al. Como os insetos são levados às escolas: uma análise de livros didáticos de Ciências. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.
- MUNAKATA, Kazumi. O livro didático como mercadoria. *Pro-posições*, v. 23, n. 3, p. 51-66, 2012.
- RENATO, *Cet al*: Antropocentrismo pedagógico e naturalização da exploração ambiental no ensino de ciências (brasil, 1960-1970) pedagogicalanthropocentrism and naturalization of environmental exploration in science teaching. *Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental, Revista PPGA/FURG-RS*. ISSN15171256, 2015.
- ROCHA, A.L.F. et al. A possibilidade de uma abordagem crítica no ensino de zoologia: das situações-limite à práxis pedagógica. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.



- SANTOS, S. C. S. *et al.* Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. *Investigações Em Ensino de Ciências* 15 (3): 591–603. 2011.
- SILVA, C. A. E BELLINI, L. M. Descobrimo o Antropocentrismo: A visão de animais em Jovens escolarizados e profissionais na área biológica. 2000. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewDownloadInterstitial/176/136> acesso em 11/01/2020.
- SÔNIA, T.F. ,ANTROPOCENTRISMO, SENCIENTISMO E BIOCENTRISMO perspectivas éticas abolicionistas, bem estatistas e conservadoras e o estatuto de animais não humanos. *Revista páginas de filosofia* V.1 n.1. 2009.
- THOMAS, K. O homem e o mundo natural. Mudanças de atitudes em relação às plantas e aos animais (1500-1800). São Paulo: Companhia das letras, 1988.



CAPÍTULO XVI

ENSINO DA ZOOLOGIA: INVESTIGAÇÃO E DIALOGICIDADE

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-16

Josiney Farias de Araújo¹
Renan Ferreira de Sousa²
Leandro Marques Correia³
Erival Gonçalves Prata⁴

¹ Mestre em Ecologia. Universidade Federal do Pará - UFPA

² Graduando em Química. Universidade Federal do Pará - UFPA

³ Doutor em Engenharia Química. Universidade Federal do Ceará - UFC

⁴ Mestre em Zoologia. Universidade Federal do Pará - UFPA

RESUMO

A zoologia através das situações de investigação e dialogicidade no ensino de Ciências compreendem uma excelente ferramenta de aprimoramento e formação dos discentes do ensino fundamental. O trabalho teve como objetivos a realização de atividades práticas de Zoologia como ferramentas de ensino visando a melhoria das condições de aprendizagem dos assuntos abordados nas aulas de Ciências, e apontar a importância de um ensino voltado aos momentos de investigação e dialogicidade em Ciências, os quais estão presentes nas situações de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Zoologia. Este estudo foi conduzido com discentes da rede pública do município de Breves, Estado do Pará e contou com a participação em torno de 150 discentes de diferentes escolas. Assim sendo, a pesquisa foi conduzida no laboratório de Ciências da Universidade Federal do Pará, Campus Marajó-Breves. Os discentes que participaram de forma ativa das atividades práticas utilizando materiais da coleção didática de zoologia, abordando questões da riqueza da biodiversidade marajoara, abundância e biologia de vida das espécies de invertebrados e vertebrados. As questões discutidas foram problemas levantados com debates entre os discentes com dialogicidade e senso crítico. No geral, as atividades práticas no ensino de zoologia são eficientes quando as estratégias de ensino utilizadas e abordadas visam a discussão e a dialogicidade pelos discentes.

Palavras-chave: Investigação. Dialogicidade. Ensino de Ciências.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências é essencial na construção dos saberes dos discentes e pode ser inserido no espaço escolar por diferentes metodologias ou estratégias de ensino aplicadas pelos docentes em diferentes contextos ou situações educacionais (ARAÚJO, et al., 2020).



A zoologia é uma área do saber científico contida no ensino de Ciências e bastante relevante abrangendo uma diversidade de conteúdo. Assim sendo, o docente de Ciências pode abordar vários temas estruturadores em sala de aula associados ao meio ambiente, doenças, interações ecológicas e entre outros assuntos (SANTOS & FACHIN-TERÁN, 2013).

Apesar da alta biodiversidade brasileira, o ensino da fauna é considerado insuficiente nos ambientes escolares. Tornando-se um cenário preocupante no ensino, devido a escola ser um ambiente indispensável como estratégia de conhecimento para a preservação dos recursos naturais (OLIVEIRA & PARANHOS, 2017). Desta maneira, a necessidade de utilização de recursos de ensino que ajudem nos processos de aprendizagem dos discentes são fundamentais em qualquer nível de ensino do básico ao superior (PRAMPERO, et al., 2013).

Nestas situações o ensino de zoologia pode acontecer de uma forma investigativa em que desperte mais o interesse dos discentes. Assim, essa estratégia de ensino permite que o discente seja mais responsável pela procura da aprendizagem. Podendo acontecer a partir de situações-problema proposta pelos docentes em sala de aula em que a ação esteja centrada na participação mais ativa dos discentes (GAVAZZONI, et al., 2014). Essa ação mais voltada a participação dos discentes nas atividades também pode ocorrer através de aulas em espaços não formais como aulas de campo, visitas e viagens (FAVORETTI, et al., 2020).

No ensino de Ciência nos conteúdos de Zoologia que são abordados, observa-se a presença de diversos problemas, como: ausência de tempo do docente no planejamento da aula, elevada utilização do livro didático, formação do docente com fatores de deficiência ao processo de realidade voltado ao ensino e outros fatores importantes que devem ser levados em consideração (SANTOS & FACHÍN-TERÁN, 2013). Portanto, surgindo a necessidade de um número maior nas estratégias de ensino para uma melhoria da qualidade de aprendizagens dos discentes do ensino fundamental. Em Brasil (1998, p. 27) é destacado que:

Para pensar sobre o currículo e sobre o ensino de Ciências Naturais o conhecimento científico é fundamental, mas não suficiente. É essencial considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, relacionado a suas experiências, sua idade, sua identidade cultural e social, e os diferentes significados e valores





que as Ciências Naturais podem ter para eles, para que a aprendizagem seja significativa.

Prata & Araújo (2019) citam que os educadores (docentes) do município de Breves apresentam determinados saberes dos conteúdos de Zoologia. Entretanto devido as diversas dificuldades educacionais para o ensino nas aulas de Ciências. Ainda é notória a utilização predominante do livro didático nas aulas que abordam o ensino de Ciências e conseqüentemente os conteúdos de Zoologia.

Neste contexto os objetivos deste trabalho foram: a) realizar atividades práticas de Zoologia como ferramentas de ensino na melhoria das condições de aprendizagem dos assuntos ministrados nas aulas de Ciências; b) destacar a importância de um ensino voltado para momentos de investigação e dialogicidade que estão presentes em situações de ensino-aprendizagem dos conteúdos abordados de Zoologia nas aulas de Ciências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino por investigação

A procura por um ensino que produza oportunidades de ferramentas intelectuais para as situações de investigação e a solução de problemas, somente é possível quando há disponibilidade de oportunidade aos discentes em demonstrações de determinados problemas que as resoluções ainda não são evidentes aos discentes. Neste sentido, é relevante que o ensino-aprendizagem de Ciências esteja baseado em metodologias de investigações. Quando, a metodologia de investigação é destaca, é pressuposto processos de ações e atitudes, permitindo a resolução de uma maneira prática da situação de problematização (SCARPA, *et al.*, 2017).

Para propiciar aos discentes a produção e utilização de um raciocínio científico, a metodologia de ensino por investigação deve abordar os saberes através do conhecimento que os discentes já tenham sido ministrados. Assim, o ensino de Ciências por investigação permite a criação de momentos de reflexão, sendo o discente o principal responsável desta situação. Neste sentido, torna-se necessário o desenvolvimento do ensino por investigação como uma maneira de propiciar um ensino





em Ciências que contribua em uma ampliação no saber científico do discente, além de uma autonomia no intelectual (SASSERON, 2018).

2.2. Ensino por dialogicidade

A dialogicidade torna-se necessária quando é buscado uma educação com aspectos mais democrático e humanitário. Deste modo, é possível ao discente compreender o mundo de uma maneira mais ampla e sem fragmentações (LOTÉRIO, 2011). Ainda de acordo com Souza & Chapani (p. 125, 2013, grifo das autoras) “O ensino de Ciências baseado na concepção problematizadora assume o caráter histórico e mutável do conhecimento científico. Desse modo, este serve para auxiliar no processo de *humanização e hominização* dos sujeitos”. Nas palavras de Oliveira (2017, p. 249) também é destacado que:

O diálogo é uma das principais categorias analíticas do pensamento educacional freireano, juntamente com a pergunta, a práxis, a autonomia, entre outras. Ele foi elaborado por Freire, em sua educação, tendo por base o processo de conhecer humano, que está associado ao de comunicação. Destaca que o diálogo faz parte das relações constitutivas do conhecer humano, junto com a gnosiológica, lógica e histórica.

3. METODOLOGIAS

As atividades das aulas práticas de Zoologia foram todas realizadas no laboratório de Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Marajó-Breves (CUMB). No total participaram aproximadamente 150 discentes dessas atividades práticas de Ciências, sendo que para o transporte dos discentes ao espaço da Universidade Federal do Pará aconteceu por meio de ônibus da própria instituição de ensino. Todos os discentes que participaram das atividades práticas eram do ensino fundamental de diversas escolas do município de Breves da zona urbana.

Dessa maneira, para que as atividades práticas de Zoologia, contribuíssem para o despertar em maiores interesses, aprendizagem mais proveitosa e significativa dos discentes. Foram necessários seguir algumas etapas metodológicas básicas nessa ferramenta de ensino, como por exemplo: a organização dos materiais dos grupos dos animais estudados que estavam conservados em frascos de vidros e álcool de 70% v/v, além dos animais que estavam conservados em materiais de resinas.





Na construção da metodologia de ensino direcionado aos conteúdos de Zoologia nas aulas de Ciências, utilizou-se os três momentos pedagógicos baseada na concepção dialógica e problematizadora no ensino que consiste em: (1) **problematização inicial** - questões reais do cotidiano dos discentes que estão associados com o tema a ser estudado; (2) **organização do conhecimento** - oportunidade de supervisão por parte do docente no entendimento da situação de problematização inicial e tema abordado e (3) **aplicação do conhecimento** - instante dos fatores de observação e participação do sistema de aprendizagem a respeito do tema ensinado aos discentes (MUENCHEN & DELIZOICOV, 2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados e discussões das aulas práticas de Zoologia que foram desenvolvidas com os discentes de algumas escolas municipais. Podemos destacar algumas situações de elevada relevância em processos de ensino-aprendizagem, como: o envolvimento dos discentes em situações investigativas no ensino de Ciências por meio das aulas práticas de Zoologia e diversos momentos pedagógicos de dialogicidade. Além disso, a utilização dos questionários com perguntas dos conteúdos de Zoologia que foram estudados no espaço do Laboratório de Ciências Naturais.

Em relação a participação dos discentes do ensino fundamental nas aulas práticas de Zoologia foi bastante elevada. Logo, os discentes participaram de diversos momentos pedagógicos das aulas práticas com a utilização dos materiais de Zoologia. Ainda nas palavras de Prata & Araújo (2019, p. 01):

O ensino de Ciências na educação básica, desde os primeiros anos é muito importante na formação dos alunos, levando os mesmos aos primeiros contatos com conceitos básicos acerca das diferentes classes dos animais e as suas principais relações ecológicas com o meio ambiente em que estão inseridos. De acordo com a idade e ano escolar dos discentes envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem da disciplina.

Os discentes participaram das aulas fazendo diversas perguntas a respeito dos grupos de animais estudados em cada situação da aula prática. Também os mesmos responderam diversas perguntas durante os grupos de animais estudados. De acordo com Lotério (2012), é destacado que momentos de dialogicidade tornam-se





imprescindíveis na elaboração do conhecimento científico. Pois, quando o ensino é pautado em questões de dialogicidade é permitido uma valorização e prioridade, além da socialização do conhecimento prévio que os discentes já possuem como um início em situações de ensino-aprendizagem, proporcionado uma participação elevada na produção do conhecimento. Logo, é essencial o desenvolvimento de condições que favorecem essas questões no ambiente de ensino.

Além do mais, ainda responderam uma atividade que foi repassada baseado nos grupos de animais que foram estudados. Podemos observar algumas dessas situações de curiosidade, dúvidas, interações e aprendizagem dos discentes nos conteúdos de Zoologia que foram ministrados. Neste sentido, o ensino de Ciências por investigação quando é abordado, assume propostas de problematização, socialização de ideias, discentes podem trabalhar em grupos na resolução de problemas, apresentação de discussões coletivas e outros (SEDANO & CARVALHO, 2017).

Nas atividades teóricas que foram repassadas aos discentes, posteriormente as apresentações das aulas práticas. Foram baseadas em características morfológicas dos grupos de animais estudados, modos de vidas, tipos de alimentações presentes na dieta dos animais, importâncias ecológicas e muitos outros aspectos básicos que devem ser abordados aos discentes. Este momento pedagógico proporcionou aos discentes que participaram deste trabalho: condições de debate de ideias, demonstração de opiniões, associações dos assuntos com questões de sua realidade e outras questões. Para Martinez & Santos:

Portanto, a utilização pelo professor dos princípios do ensino de Ciências por investigação pode contribuir para que os estudantes subjetivem processos que ocorrem em sala e produzam um significado particular para as Ciências Naturais. Esta atividade pedagógica pode ser compreendida como um momento de inovação didática, já que os estudantes podem ter acesso a fases empíricas e científicas das quais tiveram acesso até aquele momento, mas também podem aprender em um grupo do qual fazem parte outros estudantes com outras histórias de vida. Com esta metodologia, o estudante pode se entender como parte da construção do conhecimento e autor da sua própria construção científica (MARTINEZ & SANTOS, p. 1650, 2019).



Prata *et al.*, (2018) ainda destacam que as escolas em diversas situações do cotidiano escolar dos alunos não abordam determinados temas educacionais que são de grande relevância para o processo de aprendizagem dos alunos. Tornando-se fundamental que os assuntos abordados em sala de aula tenham relações com as realidades dos alunos vivenciadas em suas comunidades locais.

Em todos os momentos investigativos que foram propostos durante as demonstrações das aulas práticas com os conteúdos de Zoologia aos discentes de algumas escolas municipais no espaço físico do laboratório. Percebeu-se fatores de alta curiosidade por parte dos discentes do ensino fundamental em aprender sobre os grupos ou classes dos animais que estavam sendo estudados. Nas palavras de Rodrigues, *et al.*, (p. 328, 2020) foi relatado que “O ENCI se apoia na curiosidade, buscando instigar o aluno a resolver problemas, que podem até mesmo ser do próprio cotidiano. E esse método busca colaborar com a Alfabetização Científica na educação básica”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da utilização das atividades práticas de Zoologia, concluímos que os processos de ensino-aprendizagem dos discentes tornam-se mais eficiente quando as estratégias de ensino envolvem os conteúdos de Ciências de uma maneira mais prática.

Deste modo o ensino de Ciências por ações de investigação e dialogicidade no espaço escolar se tornam indispensáveis para um melhor desenvolvimento do ensino-aprendizagem. Pois, o ensino por investigação permitiu a elaboração de hipóteses em determinadas perguntas que foram realizadas durante a apresentação com possibilidade de debate. Além disso, a dialogicidade foi presente no momento pedagógico onde possibilitou situações de um ensino voltado para o mundo crítico.

Portanto, as aulas que abordam os conteúdos de Ciências através da utilização de metodologias práticas são fundamentais aos processos de aprendizagem dos discentes. Pois, essas aulas práticas podem ser consideradas como ferramentas de ensino, em que não se restringem somente em aprimorar o conhecimento dos discentes, principalmente em aproximar da sua realidade, aprimorando sua compreensão ao meio social.





REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. F.; PRATA, E. G.; CORREIA, L. M.; SILVA JÚNIOR, C. A. B.; MIRANDA, C. C. S. PERCEPÇÃO E CONHECIMENTO DOCENTE EM RELAÇÃO À TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Vivências na docência: do ensino básico ao superior. 1ed. Campo Grande: Editora Inovar, 2020, v. 1, p. 345-355. Disponível em: https://editorainovar.com.br/_files/200000637-8f2298f22d/Livro%20-%20VIV%20C%8ANCIAS%20NA%20DOC%20C%8ANCIA%20DO%20ENSINO%20B%20C%81SICO%20AO%20SUPERIOR-6.pdf. Acesso em: 16 de março de 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação e do desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2021.
- GAVAZZONI, M.; LUIZ, C. F.; FERRAZ, D. F.; JUSTINA, L. A. D. Um estudo sobre o ensino por investigação no nível fundamental: o caso das formigas. **Revista de Educación en Biología**, v. 17, n. 2, p. 101-110, 2014. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22441/22059>. Acesso em: 06 de janeiro de 2021.
- FAVORETTI, V.; SILVA, V. V.; LIMA, R. A. O ensino de Ecologia em espaços não formais: percepções de alunos do Ensino Médio Técnico no Sul do Amazonas. **Revista Cocar**, v.14, n.30, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3600>. Acesso em: 29 de março de 2021.
- LOTÉRIO, J. A DIALOGICIDADE NA EDUCAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA COM A MATEMÁTICA. **Revista da Unifebe (Online)**, v. 9, p. 198-210, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/revistaeletronicadaunifebe/article/view/71/60>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.
- MARTINEZ, I. G.; SANTOS, E. B. Ensino de ciências por investigação e aulas de acompanhamento pedagógico: análise do processo de aprendizagem de um grupo de estudantes do ensino fundamental. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, v. 3, p. 1640-1652, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/2293/2298>. Acesso em: 04 de janeiro de 2021.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: Aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140313>



- OLIVEIRA, I. A. A DIALOGICIDADE NA EDUCAÇÃO DE PAULO FREIRE E NA PRÁTICA DO ENSINO DE FILOSOFIA COM CRIANÇAS. **Movimento - Revista de Educação**, v. 4, n. 7, p. 228-253, 2017. <https://doi.org/10.22409/mov.v0i7.414>
- OLIVEIRA, N. C. R.; PARANHOS, J. D. N. ENSINO DE ZOOLOGIA: PERCEPÇÃO DE ALUNOS E PROFESSORES EM ESCOLA DE ENSINO BÁSICO SOBRE FAUNA EDÁFICA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.6, p. 279-291, 2017. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID418/v12_n6_a2017.pdf. Acesso em: 29/03/2021.
- PRAMPERO, A. C.; SOARES, C. A. P.; CANDIDO, C.; FERREIRA, J. F. A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS NO ENSINO DE ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS NA CONCEPÇÃO DE ALUNOS DE UM CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. **REB**, v. 6, p. 118-137, 2013 Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/reb/article/view/4757>. Acesso em: 27/03/2021.
- PRATA, E. G.; ARAÚJO, J. F. As estratégias e metodologias no ensino de Zoologia na zona rural do município de Breves-Pa. **Biodiversidade**, v. 18, n.1, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/8244> Acesso em: 29 de março de 2021.
- PRATA, E. G.; ARAÚJO, J. F.; CHAGAS, R. A.; DEUS, S. C. S. R.; MIRANDA, C. S. C. Percepção dos alunos em relação à doença de chagas e consumo do açaí no município de Breves, Pa. **C&D - Revista Eletrônica da FAINOR**, Vitória da Conquista, v.12, n.3, 2019. <https://doi.org/10.11602/1984-4271.2019.12.3.8>
- RODRIGUES, A. C. O.; PEREIRA, A. N. A.; FERNANDES, G. W. R.; A RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADES ANTRÓPICAS E RECURSOS HÍDRICOS: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II. **ReBECCEM**, v. 2, p. 323-347, 2020. <https://doi.org/10.33238/ReBECCEM.2020.v.4.n.2.24291>
- SANTOS, S. C. S.; FACHIN-TERÁN, A. O Planejamento do Ensino de Zoologia a partir das concepções dos profissionais da educação municipais em Manaus-Amazonas, Brasil. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.8, n.2, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5119865> Acesso em: 25 de março de 2021.
- SANTOS, S. C. S.; FACHIN-TERÁN, A. Condições de ensino em zoologia no nível fundamental: o caso das escolas municipais de Manaus-AM. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 6, n. 10, p. 01 - 18, 2013. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/57/54>. Acesso em: 25 de março de 2021.



- SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, p. 1061-1085, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>
- SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 23, p. 7-27, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320617831_O_Ensino_por_Investigacao_e_a_Argumentacao_em_Aulas_de_Ciencias_Naturais Acesso em: 29 de março de 2021.
- SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Oportunidades de Interação Social e sua Importância para a Construção da Autonomia Moral. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, p. 199-220, 2017. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>
- SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. Teoria crítica de Paulo Freire, formação docente e o ensino de ciências nos anos iniciais de escolaridade. **Revista Lusófona de Educação**, v. 25, p. 119-133, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/349/34930940008.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2021.



CAPÍTULO XVII

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS, FILOGENÉTICOS E ECOLÓGICOS DO TÁXON PLATYHELMINTHES: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O USO DE MAPAS CONCEITUAIS SEMIESTRUTURADOS

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-17

Clécio Danilo Dias da Silva ¹

¹ Doutorando em Sistemática e Evolução. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

RESUMO

Os mapas conceituais (MC) têm se destacado na atualidade por sua aplicação nos diversos níveis de ensino e áreas do conhecimento da biologia, mostrando-se crescentes em especial para a genética, biologia celular, botânica e zoologia. Dentro deste contexto, esse trabalho tem como objetivo aplicar uma sequência didática envolvendo o uso dos Mapas Conceituais Semiestruturados (MCSE) como uma ferramenta didática no processo da aprendizagem em Zoologia com estudantes do Ensino Médio. As atividades foram desenvolvidas com 37 estudantes do 2º ano do ensino médio de uma de uma escola da rede estadual, localizada em zona urbana de Natal, Rio Grande do Norte. Foram desenvolvidas aulas dialógicas; rodas de conversas, confecção e apresentação de MCSE sobre o táxon Platyhelminthes. Os MCSE se mostraram ferramentas relevantes no processo da aprendizagem dos estudantes e contribuem no processo de internalização, fixação e organização dos conhecimentos envolvendo o táxon explorado. Diante dos dados observados, pode-se inferir que eles se constituem em uma excelente ferramenta para trabalhar conteúdos da zoologia no ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Zoologia. Táxon Platyhelminthes. Sequência Didática. Mapas Conceituais Semiestruturados.

1. INTRODUÇÃO

Os Mapas Conceituais (MC) são ferramentas gráficas que possibilitam a organização do conhecimento, e visam representar as relações significativas na forma de preposição/frases com sentido lógico (KINCHIN, 2010). Segundo Novak e Cañas (2010) os MC devem se referir a uma situação, tema ou evento que tentamos compreender por meio da organização do conhecimento, provendo assim um contexto para ele.



Conforme Kinchin (2014) eles são reconhecidos mundialmente por contribuir na qualidade da aprendizagem dos estudantes, e foram recebidos de forma positiva nos diversos níveis de escolaridade. Considerando os MC como uma ferramenta de aprendizagem, Novak e Cañas (2010) destacam como utilidades destes para os alunos nas seguintes formas: resolver problemas; realizar síntese dos conteúdos vistos em sala; planejar o estudo; preparar-se para avaliações; entender as relações entre as ideias de um dado conteúdo; fazer anotações, entre outros. Para Correia et al. (2016), os MC ainda podem possibilitar outros aspectos positivos em sala de aula, como: organização do conhecimento e estudo, revisão, avaliação, socialização e colaboração. De modo geral, eles se tornam elementos de grande importância a serem desenvolvidos ao longo de uma sequência didática mobilizadora de aprendizagem, e de construção do conhecimento (DIAS-DA-SILVA et al., 2019).

No que diz respeito aos Mapas Conceituais Semiestruturados (MCSE) Aguiar e Correia (2013) afirmam que o seu objetivo é estimular um exercício de síntese pela seleção dos conceitos mais relevantes, sem restringir o número de proposições que o estudante pode elaborar. Ainda segundo esses autores, espera-se que o estudante seja capaz de produzir uma rede proposicional integrada e com estrutura hierárquica bem definida, que é um indicador da ocorrência de uma aprendizagem significativa (AGUIAR; CORREIA, 2013).

Esta ferramenta tem sido amplamente utilizada nas diversas áreas da Biologia, como por exemplo, ecologia, parasitologia, anatomia, genética, biologia celular, filogenia, evolução, botânica, zoologia, dentre outras (DIAS-DA-SILVA, 2019). No tocante a Zoologia, foco deste trabalho, diversas pesquisas tem destacado a sua relevância para o processo da aprendizagem sobre numeráveis grupos, como por exemplo, poríferos, cnidários, moluscos, anelídeos, répteis, anfíbios, etc. (RAZEIRA et al., 2009; LEMOS; MENDONÇA, 2012; DIAS-DA-SILVA et al. 2017; 2019).

Diante deste contexto, esse trabalho tem como objetivo aplicar uma sequência didática envolvendo o uso dos MCSE como uma ferramenta didática no processo da aprendizagem em Zoologia com estudantes do Ensino Médio.



2. METODOLOGIA

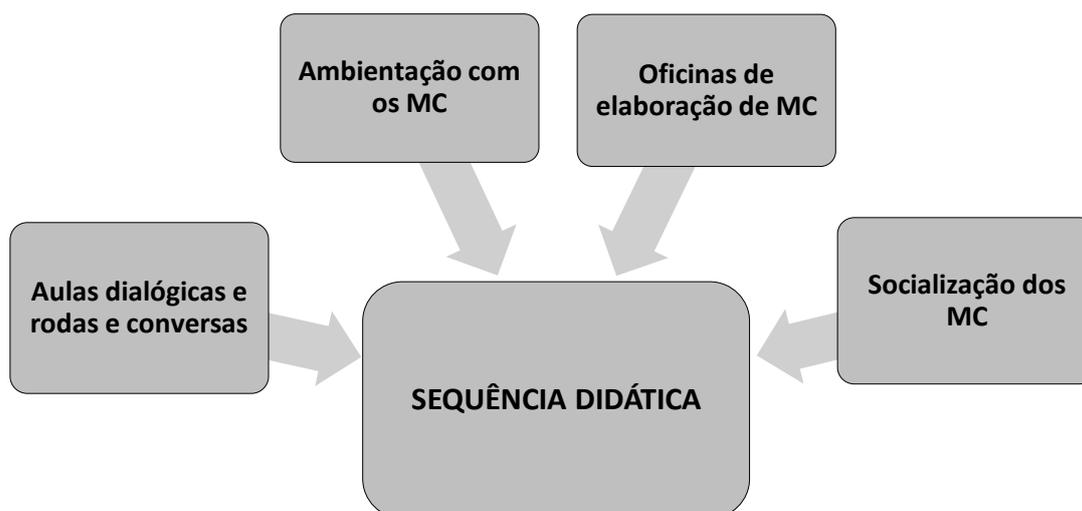
O presente trabalho se caracteriza como uma abordagem qualitativa através da pesquisa-ação, cuja finalidade consiste em contribuir com informações que orientem a tomada de decisão e melhoria da prática, onde no decorrer do trabalho a própria pesquisa se converte em ação, contribuindo para articulação entre a teoria e a prática (ESTEBAN, 2010). Segundo Prodanov e Freitas (2013) ela é realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Ainda conforme os autores, nela, os pesquisadores desempenham um papel ativo na solução dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em razão dos problemas. Os dados foram coletados durante intervenções e socializações em um grupo focal (turma selecionada) onde a pesquisa foi efetivada.

As atividades foram desenvolvidas no primeiro semestre de 2019 com 37 estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino, localizada em zona Urbana de Natal, Rio Grande do Norte.

A proposta envolveu uma sequência didática contendo 04 etapas (Figura 1), Inicialmente, foram desenvolvidas aulas teóricas e rodas de conversa abordando os conhecimentos sobre os platelmintos (táxon Platyhelminthes), como: ecologia, fisiologia, classificação/filogenia, doenças ocasionadas, entre outros. Ao final das aulas e discussões, foi realizado uma síntese do tema abordado por meio de um MC previamente elaborado pelo professor-pesquisador, como forma de ambientar o estudante com a ferramenta de ensino que seria posteriormente utilizada pelos estudantes.



Figura 1 – Etapas da sequência didática aplicada na pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa.

Posteriormente, a turma foi dividida em 07 grupos (04 a 06 estudantes), para a realização de uma oficina de elaboração de MCSE. Os grupos receberam dentro de um envelope 15 recortes de folha A4 em forma de “Caixas de Conceitos”. Nestas, 15 caixas estavam conceitos previamente definidos sobre os platelmintos (acelomados; corpo achatado dorsoventralmente; bilaterais; triblásticos; faringe protraída; ocelos; tubellaria; cestoda; trematoda; ambientes aquáticos; ambientes terrestres; parasitas; tubo digestório incompleto; hermafroditas; regeneração). Cada grupo recebeu os materiais para a elaboração do mapa, como cartolinas, tesouras, cola de papel e coleção hidrocor. Os grupos foram instruídos a montar um MCSE sobre os Platelmintos com base nos 15 conceitos disponibilizados. Após a elaboração, cada grupo apresentou o mapa construindo para toda a turma, possibilitando uma discussão sobre o material construído.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as aulas dialógicas e rodas de conversas os estudantes mostraram-se bastante interessados nos conhecimentos transmitidos sobre os platelmintos, em especial os aspectos morfológicos, ecológicos e médicos. Os discentes trouxeram diversos questionamentos e relatos de doenças ocasionadas em familiares por esses organismos. Essa discussão foi bastante interessante, pois foi possível perceber que os



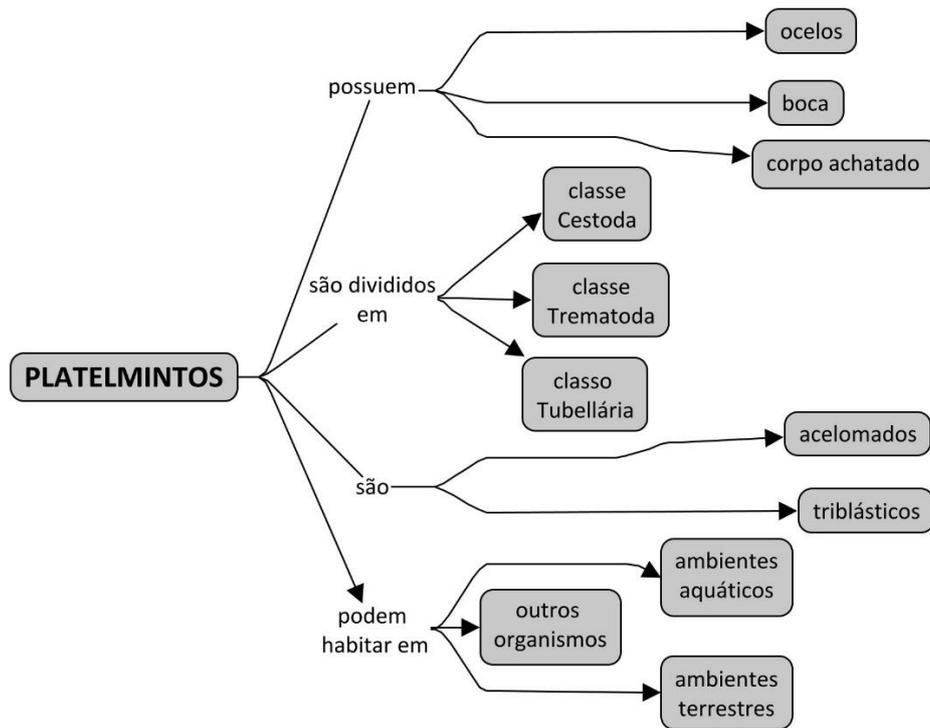
estudantes conheciam os nomes das doenças, mas não conheciam seus agentes causadores, sinais e sintomas e formas de prevenção. Diante dos resultados observados, pode-se inferir que propostas envolvendo diálogos, discussões e rodas de conversas contribuem para o desenvolvimento cognitivo do estudante, bem como estimulam a aprendizagem dos conteúdos de Ciências e Biologia possibilitando a construção de conceitos científicos.

Segundo Silveira e Brito (2017) As rodas de conversas podem ser consideradas um dispositivo para promover a aprendizagem. Elas possibilitam a democratização das comunicações na sala de aula. Para os autores, tratam-se “momentos em que se priorizam a fala e a escuta de todos os participantes dispostos em roda num mesmo ambiente” (SILVEIRA; BRITO, 2017, p.255). Para Angelo (2006), numa roda de conversa os estudantes buscam compreender os fenômenos do mundo a partir de suas experiências próprias, interpretando suas realidades e apontando criticamente outras formas de mudar o mundo. Conforme o autor, cada indivíduo deve ouvir a opinião do outro, refletir sobre a mesma e em seguida dar a sua opinião antagônica (ou não) ao que é exposto. Nesse sentido, os estudantes devem participar do processo, e possuem total direito de emitir suas opiniões, pronunciar a sua forma de ver o mundo (ANGELO, 2006).

Na etapa de elaboração dos MCSE os grupos inicialmente mostraram-se intrigados com os conceitos apresentados, e discutiam a melhor forma de organizá-los na cartolina em forma de mapa, bem como, quais palavras de ligações eram adequadas, direção das setas e estabelecimento de conectivos. Muitos grupos expandiram seus mapas, propondo novos conceitos para complementar os disponibilizados, o que evidenciou um grande domínio destes sobre o conteúdo explorado. Na Figura 2 e 3, podem ser visualizados mapas elaborados pelos estudantes do grupo 04 e 06, respectivamente. Cabe aqui destacar que os MC dos estudantes foram fielmente passados das cartolinas para o *Software Cmaptools* respeitando as formas, conceitos, palavras de ligação, etc.

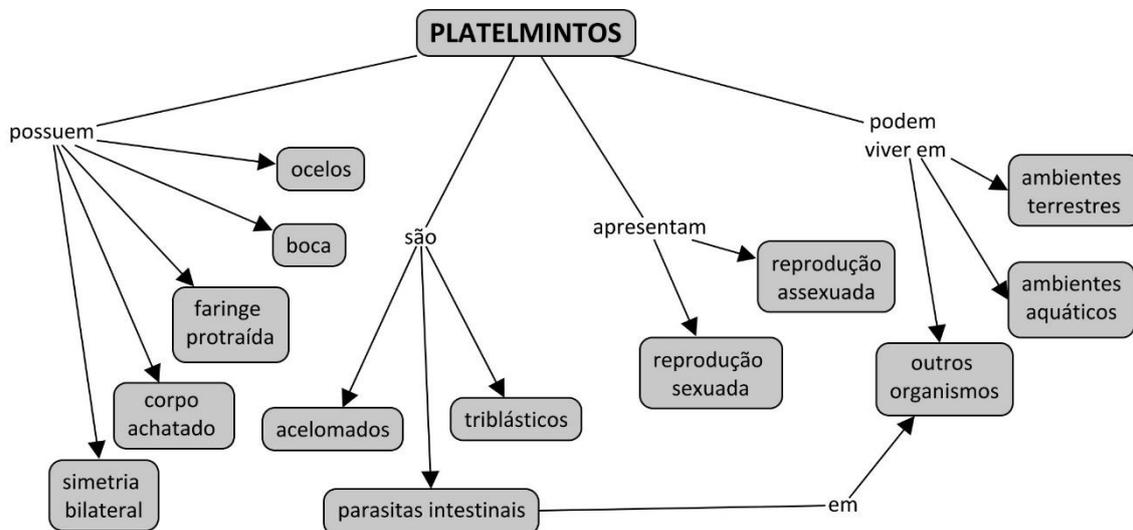


Figura 2 – Mapa conceitual desenvolvido pelo grupo 04



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3 – Mapa conceitual desenvolvido pelo grupo 06



Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Ontoria Peña et al. (2005) os MC promovem uma aprendizagem significativa na medida em que estes são construídos pelos alunos, sendo utilizados como uma ferramenta para apropriação do conhecimento. Para Tavares (2007, p.74): “Quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento desse



tema.” Essas dificuldades vão sendo expostas e solucionadas à medida que o estudante percorre o caminho para a elaboração dos mapas. Durante esse percurso o aluno ainda desenvolve habilidades e técnicas capazes de favorecer tanto no entendimento do conteúdo como na utilização da ferramenta.

Complementando este pensamento, Moreira (2010) afirma que a utilização dos MC permite aos discentes a aprofundar-se no conteúdo abordado, possibilitando aos estudantes a determinar relação entre os conceitos, bem como diferenciar aqueles conceitos mais inclusivos e menos inclusivos. Diante deste contexto, Razera (2009), Lemos e Mendonça (2012), Dias-da-Silva et al. (2017) desenvolveram atividades utilizando MC para abordar os conteúdos de zoologia em escolas públicas, e encontraram resultados positivos, assim como constatados na referida pesquisa.

Após a elaboração, os MCSE foram apresentados pelos grupos para toda a turma, o que gerou diversas discussões sobre o táxon em sala de aula. um ponto importante a ser destacado é que apesar dos grupos receberem os mesmos conceitos, todos os mapas apresentavam proposições, estruturas, organização diferentes, evidenciando as idiosincrasias e particularidades dos grupos ao representar seus conhecimentos em forma de mapas conceituais.

De acordo com Moreira (2011, p.127) “os Mapas Conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explica-lo a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um Mapa Conceitual”. Para Veiga (2000) a apresentação e socialização de atividades desenvolvidas em sala de aula, permitem a troca de conhecimentos, estimulando o desenvolvimento do respeito de ideias, raciocínio crítico, questionamentos e soluções, favorecendo a troca de experiência, de informações, da cooperação e do respeito mútuo entre os alunos, possibilitando uma aprendizagem significativa (VEIGA, 2000).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das atividades desenvolvidas, percebeu-se o potencial dos MCSE no processo da aprendizagem em zoologia, visto que, os estudantes demonstraram o domínio do conteúdo no momento de confecção (elaboração de preposições e organização estrutural) e apresentação do MCSE (leitura e discussões sobre as preposições elaboradas). De modo geral, Os MC são ferramentas relevantes no processo





da aprendizagem dos estudantes e contribuem no processo de internalização, fixação e organização dos conhecimentos explorados, constituindo-se em uma excelente ferramenta para ser explorada no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.
- ANGELO, A. pedagogia de Paulo Freire nos quatro cantos da educação da infância. In: Congresso Internacional de Pedagogia Social, 1., 2006. **Anais...** São Paulo: CIPS, 2006.
- CORREIA, P. R. M. et al. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? **Revista Graduação USP**, v. 1, n 1, p. 1-12, 2016.
- DIAS-DA-SILVA, C. D. et al. Os Mapas Conceituais como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da zoologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Atas do ENPEC**. Florianópolis, SC: XI ENPEC, 2017.
- DIAS-DA-SILVA, C. D. Mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem sobre grupos de metazoários invertebrados. In: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (Org.). **Tópicos integrados de zoologia**. Atena Editora: Ponta Grossa, PR, 2019.
- EMERICH, C. M. **Ensino de ciências: uma proposta para adequar o conhecimento ao cotidiano - enfoque sobre a água**. 2010. 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação**. Porto Alegre: Artmed, 2010
- KINCHIN, I. M. Concept mapping as a learning tool in higher education: a critical analysis of recent reviews. **The Journal of Continuing Higher Education**, v. 62, n. 1, p. 39-49, 2014.
- KINCHIN, I. M.; STREATFIELD, D.; HAY, D. B. Using concept mapping to enhance the research interview. **International Journal of Qualitative Methods**, v.9, n.1, p.52-68, 2010.
- LEMOS, E. S.; MENDONÇA, C. A. S. Aprendendo com mapas conceituais: análise de uma experiência didática sobre o tópico “Répteis” com estudantes de Ensino Médio. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.2, n.1, p.21-34, 2012.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.



- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v.32, n.4, p.474-479, 2010.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v.5, n.1, p.9-29, 2010.
- ONTORIA PEÑA, A. et al. **Mapas Conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.
- SILVEIRA, T. A.; BRITO, R. G. A dinâmica das rodas de conversa em aulas de ciências no Ensino Fundamental I. **Ensenanza de Las Ciencias**, v. Extra, p. 81, 2017.
- RAZERA, J. C. C. et al. **O uso de mapas conceituais em projetos de aprendizagem significativa: uma avaliação quali-quantitativa de mobilização conceitual sobre animais**. *Ciências & Cognição*, v.14, n.2, p. 235-247, 2009.
- TAVARES, R. **Construindo mapas conceituais**. *Revista Ciência & Cognição*, vol. 12, 72-85, 2007.
- VEIGA, I. P. A. **Técnicas de ensino: Por que não?** Campinas: Papirus. 2000.



CAPÍTULO XVIII

A UTILIZAÇÃO DE TERRÁRIO FECHADO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-18

Taniele Carvalho de Oliveira ¹
Altacis Junior de Oliveira ²
Mirian da Silva Almici ³
Andressa Alves Cabreira dos Santos ³
Isane Vera Karsburg ⁴
Zulema Netto Figueiredo ⁵
Daniela Soares Alves Caldeira ⁵
Marcella Karoline Cardoso Vilarinho ⁵

¹ Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

² Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede PRO-CENTRO OESTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

³ Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁴ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

⁵ Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

A construção de modelos como instrumento didático pedagógico pode ser uma estratégia efetiva para fomentar a curiosidade e as emoções dos alunos, de modo que facilite a aprendizagem. A perspectiva é proporcionar a elaboração de um material didático-pedagógico permanente para a escola, a utilização de terrário nas práticas de ensino de ciências tornam-se indispensáveis, pois é a representação de um ecossistema natural ou um conjunto de fatores bióticos e abióticos. Com isso, objetivou-se com a presente pesquisa analisar a importância do uso de terrários fechados como metodologia alternativa no processo de ensino-aprendizagem no ensino de ciência. Na montagem do terrário, o recipiente utilizado pode ter diversos tamanhos e ser produzido a partir de diferentes materiais, desde que seja de algum material transparente para propiciar a visão da parte interior e a entrada de luz, a fim de que aconteça a fotossíntese. Dentro serão depositadas pedras ou pedriscos pequenos, areia, carvão vegetal triturado, terra e as plantas. Após a montagem do terrário, os alunos deverão observá-lo em diferentes horários, durante a semana, até que percebam as mudanças que ocorrerá dentro dele. A utilização do terrário como ferramenta de ensino-aprendizagem contribui para ampliar o conhecimento dos alunos, principalmente de temas ligados ao ecossistema. Facilitando a interação entre alunos e professores, promovendo a curiosidade sobre o funcionamento dos componentes que



compõem os sistemas ecológicos através da discussão e da observação dos fenômenos que ocorrem.

Palavras-chave: Aprendizagem. Ensino. Modelos didáticos. Terrário.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de ensino brasileiro passou por várias transformações nos últimos anos, mas ainda apresenta várias dificuldades durante o processo de ensino aprendizagem. A partir dessas transformações, o docente pode vir a se questionar sobre quais propostas apresentar, para que as mesmas se adéquem aos parâmetros curriculares e ainda desenvolvam as competências e habilidades nos alunos (LIMA & VASCONCELOS, 2006).

Novas técnicas de ensino têm surgido para ir de encontro ao modelo tradicional escolar, emergindo a partir de uma pedagogia problematizadora, na qual o discente é motivado a ser ativo em seu processo de ensino-aprendizagem, buscando a autonomia, o protagonismo, em vista de uma aprendizagem que além de ativa, lhes seja significativa, como por exemplo, as metodologias ativas de aprendizagem (ANDRADE & FERRETE, 2019).

A problematização de práticas de ensino tradicionais e a inserção de novos modos de aprendizado, intui principalmente em transformá-las, a partir de uma metodologia ativa, dando subsídio para o romper da dicotomia teoria e prática. Essa distância entre teoria e prática é vista desde os anos iniciais do ensino básico, quando essa separação é bem latente. Nessa etapa de ensino, se tem uma grande dificuldade em envolver os alunos no processo de ensino e aprendizagem, sem que teoria e prática se mostrem como duas realidades totalmente distintas (LAFUENTE & BARBOSA, 2017).

Com isso, faz-se necessário uma renovação na prática pedagógica, através de uma formação continuada com o docente, onde haverá uma reestruturação e atualização do conhecimento profissional e a reflexão sobre sua prática docente (KRÜGER, 2001). Deste modo, o professor passará a utilizar novas metodologias para o ensino, propondo uma aprendizagem significativa e considerando uma participação ativa do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem (MATOS, 2009).

A construção de modelos como instrumento didático pedagógico pode ser uma estratégia efetiva para fomentar a curiosidade e as emoções dos alunos, de modo que





facilitam a aprendizagem. A perspectiva é proporcionar a elaboração de um material didático-pedagógico permanente para a escola. De acordo com Andrade & Massabni (2011), as atividades práticas para o ensino na área de Ciências, são fundamentais para a construção de uma visão geral do mundo natural, uma vez que possibilitam um maior leque de questionamentos a partir dos conhecimentos prévios sobre os fenômenos ambientais.

Nesse contexto, a utilização de terrário nas práticas de ensino de ciências tornam-se indispensáveis, pois é a representação de um ecossistema natural ou um conjunto de fatores bióticos e abióticos. A elaboração de atividades como esta contribui para fortalecer o ensino nas suas especificidades, no seu contexto cultural e natural (MOURA et al., 2015).

Um terrário é modelo didático de um ecossistema em miniatura, mesmo sendo um ambiente fechado desenvolve-se por meses sem adição de água. É uma ferramenta para tornar as práticas de ensino mais criativa e dinâmica, possibilitando os alunos construir seu conhecimento através de observações e análises. Além disso, é de fácil manuseio e mobilidade, o que permite maiores visualização e aproximação com o tema.

Diversos trabalhos tem sido empregado o uso de terrário como metodologia de ensino aprendizagem, como Moura et al. (2015), Portugal et al. (2017), Ferreira et al. (2020) e Felix et al. (2021). Com isso, objetivou-se com a presente pesquisa analisar a importância do uso de terrários fechados como metodologia alternativa no processo de ensino-aprendizagem no ensino de ciência.

2. TIPOS DE TERRÁRIOS

Os terrários reproduzem, em uma escala menor, o que ocorre na natureza: a camada de terra e pedriscos funciona como o solo; a água da rega, como a chuva; e as plantas, obviamente, como a vegetação. Existe uma convenção na nomenclatura com base na utilização ou não do vidro em torno desses pequenos ecossistemas. Chamamos de minijardim quando o vidro não é utilizado ou quando escolhemos um vidro sem tampa (terrários abertos). Já os terrários fechados, são aqueles feitos dentro de um recipiente fechado, que possibilita formar uma pequena estufa (ecossistema fechado) (EVANGELISTA, 2020).



2.1. Minijardins (terrários abertos)

Nos mini jardins ou terrários abertos as plantas ficam dentro de um recipiente sem tampa, pode-se cultivar diversos tipos de plantas desde que tenham a mesma necessidade hídrica, as espécies mais comuns para este tipo são os cactos e suculentas, mas nada impede de utilizar outras espécies.

Nestes, a água evapora saindo do sistema e por esta razão necessita de regas mais frequentes. Nos casos específicos de cactos e suculentas, a rega varia de uma a duas vezes por semana, se a espécie utilizada for algum outro tipo de folhagem, deverá regar pelo menos umas 4 vezes na semana. A quantidade de água na rega deve ser dosada para evitar o acúmulo de água e apodreça as raízes, pois os recipientes não tem furo em baixo.

2.2. Terrário fechados

O terrário fechado é recomendado para plantas que desenvolvem em ambientes sombreados e úmidos, a água evapora e condensa dentro recipiente. Os pequenos ecossistemas formados representam de forma perfeita a sustentabilidade, por estarem fechados, a rega deve ser feita, no máximo, mensalmente devido ao processo de ciclagem da água.

A pouca água borrifada dentro do recipiente será absorvida pela planta e depois evaporará para a atmosfera, como o recipiente está fechado, a água condensa no vidro e então escorre novamente para umedecer o solo. O terrário deve ser mantido fora do alcance direto da luz solar, se adaptando muito bem a locais fechados, com luz artificial.

3. CONSTRUINDO UM TERRÁRIO FECHADO

O terrário é um modelo de ecossistema terrestre de pequena escala por meio do qual as condições ambientais podem ser reproduzidas. Configurar e observar esses recipientes é uma forma de trazer parte do ecossistema para a sala de aula. Além disso, estimula a criatividade, o trabalho em grupo e a divisão de tarefas entre os alunos. A construção de um terrário é uma prática comum nas aulas de ciências e biologia, essa atividade de ensino aprendizagem permite a observação diária do terrário estimula a rotina de observações e de anotações sistemáticas.



3.1. Materiais utilizados na montagem do terrário fechado

Na construção de um terrário, o recipiente pode ter diversos tamanhos e ser produzido a partir de diferentes materiais, desde que seja de algum material transparente para propiciar a visão da parte interior e a entrada de luz, para que ocorra o processo de fotossíntese. Para a montagem os alunos irão precisar dos seguintes materiais (Figura 1):

- Recipiente transparente com tampa, do tamanho e modelo desejado (plástico ou vidro);
- Pedras ou pedriscos pequenos;
- Areia;
- Carvão vegetal triturado;
- Terra;
- Planta enraizada de espécies que não cresçam muito e que desenvolvam em solo úmido e temperatura constante, como calatheas, marantas, samambaias, musgos, chifre-de-veado, begônias, violetas, avencas, etc.

Figura 1 – Materiais utilizados na montagem do terrário fechado



Fonte: Autoria própria.



3.2. Montagem do terrário fechado

Os terrários podem ser montados em diversos recipientes (frascos e garrafas de vidros ou plásticos, aquários, etc.), onde são depositadas pedras ou pedriscos pequenos, areia, carvão vegetal triturado, terra e as plantas (Figura 2).

Figura 2 – Montagem do terrário



Fonte: Autoria própria.

Antes de iniciar a montagem do terrário é importante lavar o recipiente com água e sabão, isso impede a contaminação por bactérias ou fungos que podem alterar o equilíbrio do ambiente. No recipiente escolhido adicione no fundo uma camada de pedras ou pedriscos pequenos, seguida de uma camada semelhante de areia. Posteriormente, é necessário adicionar uma camada de aproximadamente 2 cm de carvão vegetal triturado, evitando que o terrário exale odores.

Coloque uma quantidade significativa de terra para dar suporte às raízes das plantas, formando uma camada de 5 cm de altura. Em seguida acomode as plantas na disposição que desejar lá dentro, é preciso deixá-las bem firme para que não ocorra tombamento, utilizando mudas já enraizada. Antes de fechar a tampa do terrário é necessário regar delicadamente as espécies plantadas, caso a ideia seja decorar o recipiente, pode-se adicionar areia de aquário ou as pedras coloridas na superfície.



4. OBSERVAÇÃO E DISCUSSÃO DOS FENÔMENOS ECOLÓGICOS

Após a montagem do terrário o professor deverá pedir aos alunos que observem o terrário em diferentes horários, durante a semana, até que percebam as mudanças que estará ocorrendo dentro dele. Alguns levantamentos poderão ser realizados (ARAUJO, 2011; PORTUGAL et al., 2017):

- O que é um terrário?
- Para que serve um terrário?
- O que acontece com as plantas dentro do terrário?
- O que acontece com a água dentro do terrário?
- É possível ver o ciclo da água no terrário?
- Como as plantas tiram a água do solo?
- Para onde vai a água que evapora do solo?
- Qual elemento é o mais importante dentro do terrário?
- Qual a finalidade de se tampar o terrário?
- A planta dentro do terrário está sendo privada de elemento essencial?

Além disso, o acompanhamento do terrário permite abordar em sala de aula conceitos como: fisiologia de plantas, fotossíntese, respiração, biomas, principais grupos de plantas, entre outros. Essas condições de ensino e aprendizagem são uma forma de incentivo à interação, e é uma motivação e tanto para os alunos (FRANCISCO et al., 2014).

O professor juntamente com os alunos poderá manipular alguns elementos no terrário, como a luz, a temperatura ou a umidade. Ao final das observações e discussões, o professor pedirá aos alunos que escrevam um texto explicando o que aconteceu com dentro do terrário, pedindo que descrevam o desenvolvimento da planta durante todo o período de observação ilustrando com um desenho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do terrário como ferramenta de ensino-aprendizagem contribui para ampliar o conhecimento dos alunos, principalmente de temas ligados ao ecossistema. Facilitando a interação entre alunos e professores, promovendo a curiosidade sobre o





funcionamento dos componentes que compõem os sistemas ecológicos através da discussão e da observação dos fenômenos que ocorrem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Luiz Gustavo da Silva Bispo; FERRETE, Rodrigo Bozi. Metodologias ativas e a educação profissional e tecnológica: invertendo a sala de aula em vista de uma aprendizagem significativa. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 3, n. 2, p. 86-98, 2019.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ARAÚJO, Sandra Kelly. **Instrumentação para o ensino de geografia II**. 2. ed. Natal: EDUFRN, 2011.
- EVANGELISTA, Roger. **Terrários: Plantando criatividade e colhendo arte**. São Paulo: Editora Senac, 2020.
- FELIX, Odivette Maria Soares; AVELINO, Caio Martins; AVELINO, Felipe Martins. O uso do terrário na sala de aula como ferramenta didática no ensino de biologia para aluno do ensino médio, no instituto federal de educação do Piauí, Campus Floriano (PI). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7841-7854, 2021.
- FERREIRA, Maria Fernanda Ribeiro et al. Terrário como instrumento didático-pedagógico para o ensino sobre ecossistema. **Scientia Amazonia**, v. 9, n.1, E10-E15, 2020.
- FRANCISCO, Milena Caroline; FERREIRA, Luiz Cláudio dos Santos; KLEIN, Tânia. Ensino de biologia vegetal a partir da construção de um terrário. In: SEMINÁRIO ESTADUAL PIBID DO PARANÁ, 2., 2014, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: Universidade Oeste do Paraná, 2014.
- KRÜGER, Verno. Evolução das concepções de professores de Ciências e de Matemática sobre metodologia: análise de um caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, 2001.
- LAFUENTE, Larissa; BARBOSA, Joseane Bessa. Uma contribuição ao ensino de ecologia através da metodologia ativa. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, 2017.
- LIMA, Kênio Erithon Cavalcante; VASCONCELOS, Simão Dias. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, n. 52, p. 397-412, 2006.



MATOS, Marilyn A. Errobidarte. A metodologia de projetos, a aprendizagem significativa e a educação ambiental na escola. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 22-29, 2009.

MOURA, Layanne Nayara et al. O terrário como temática no ensino de ciências na educação do campo. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 261-277, 2015.

PORTUGAL, Anderson dos Santos; SANTANA, Joyce Jesus; BEHSIN, Maria Cristina de Oliveira Doglio. Construindo um terrário e reconstruindo modelos mentais em discussões na epistemologia ecológica. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 1, 2017.



CAPÍTULO XIX

CONCEPÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROPOSTAS DIDÁTICAS DE SUBPROJETOS/PIBID DA ÁREA DE BIOLOGIA

DOI: 10.51859/AMPLLA.PDA351.1121-19

Fábio Campos Coutinho¹

¹ Mestre em Educação. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

RESUMO

Neste estudo, buscamos compreender concepções de ensino-aprendizagem de propostas didáticas, construídas no contexto dos subprojetos de biologia do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Para tanto, empreendemos uma pesquisa documental, a partir da seleção e análise de metodologias e conhecimentos de materiais didáticos aplicados em práticas formativas desses subprojetos. Constatamos que as propostas estavam estruturadas por metodologias demonstrativas, que objetivaram a condução da experiência através de procedimentos prefixados para a demonstração e reprodução de conhecimentos científicos. Esses conhecimentos estiveram, predominantemente, vinculados a “pura” biologia, onde as estruturas, os modelos e as teorias das Ciências Biológicas foram abordados sem conexões interdisciplinares e contextualizadas. A análise evidenciou que as propostas didáticas estiveram fundamentadas por concepções tradicionais sobre ensinar e aprender, colocando em discussão as possibilidades e os limites inovadores do PIBID em um contexto de estruturas formativas/curriculares ainda conservadoras.

Palavras-chave: Concepções. Propostas didáticas. PIBID. Biologia.

1. INTRODUÇÃO

O foco deste artigo é a análise de concepções de ensino-aprendizagem de propostas didáticas dos subprojetos de biologia do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), aplicadas em práticas de ensino no período de 2009 a 2016. Nesse sentido, empreendemos o processo de caracterização e interpretação de conhecimentos e metodologias, a propósito de desvelar entendimentos sobre o ensino e a aprendizagem.

O PIBID trata-se de uma política de formação inicial de professores do Ministério da Educação, instituída no ano de 2007, pelo âmbito da Coordenação de



Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). A razão de ser do programa é o incentivo e a qualificação de alunos de cursos de licenciatura para o exercício da docência e a melhoria da qualidade do ensino na educação básica.

Para tanto, a CAPES encarrega-se de firmar parcerias com instituições de ensino superior públicas e privadas que ofertem cursos de licenciatura, a propósito da elaboração e desenvolvimento de projetos institucionais. Mediante a abertura de processo seletivo, cada instituição submete a CAPES um projeto, formado por subprojetos que compreendem núcleos de iniciação à docência de diversas áreas do conhecimento. Esses subprojetos são compostos e desenvolvidos por professores universitários, professores de escolas públicas e licenciandos, que exercem, respectivamente, as funções de coordenar, supervisionar e realizar práticas formativas pelo programa.

O PIBID apresenta como diretriz motora a aproximação entre universidade e escola, visando ao desenvolvimento de práticas inovadoras e favoráveis ao binômio teoria e prática (FARIA; ROCHA, 2012). Esse binômio é o meio estratégico para que o programa consolide os seguintes objetivos: incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica; contribuir para a valorização do magistério; elevar a qualidade da formação inicial de professores; inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas de caráter inovador, que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem; incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como cofomadores dos futuros docentes; contribuir para a articulação entre teoria e prática.

A UFPE passou a fomentar práticas pedagógicas pelo PIBID a partir do ano de 2009, corroborando os objetivos de qualificação progressiva da formação inicial, de inovação educacional e de integração entre a instituição e a Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. O programa foi iniciado na instituição contemplando cinco licenciaturas: Biologia, Ciências, Física, Matemática e Química.

Nesse contexto, o primeiro subprojeto para a área de biologia foi criado no *campus* do município de Recife, contando com a adesão de uma professora



coordenadora, três professores supervisores e onze licenciandos, atuando em três escolas da educação básica. Em 2012, com a ampliação do PIBID/UFPE, foi criado mais um subprojeto de biologia, vigente no *campus* do município de Vitória de Santo Antão, sendo inicialmente composto por um professor coordenador, um professor supervisor e cinco licenciandos, atuando em uma escola.

No decorrer do tempo, esses subprojetos se expandiram em termos numéricos. Até 2016, ano de realização desta pesquisa, o subprojeto de biologia do *campus* de Recife contava com dois professores formadores, quarenta e um licenciandos, seis professores supervisores e seis escolas. Já o subprojeto de Vitória de Santo Antão, no referido ano, era composto por dois professores formadores, trinta licenciandos, cinco professores supervisores e cinco escolas.

Os objetivos balizadores do PIBID revelaram o interesse de resolver problemas formativos, constatados em práticas pedagógicas de diversas áreas do conhecimento. Para a disciplina de biologia, torna-se fulcral a construção de alternativas didático-pedagógicas ao ensino enciclopédico de estruturas e fenômenos biológicos e a aprendizagem passiva, realizada por meio do processo de recepção de conteúdos fragmentários e descontextualizados (CACHAPUZ et al., 2004; KRASILCHICK, 2008; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; FERNANDES; MEGID NETO, 2012).

Advogamos que o ensino e a aprendizagem em biologia sejam fundamentados em concepções que visem à alfabetização científica (CHASSOT, 2003), para a contextualização, a democratização e a compreensão do funcionamento da ciência e da tecnologia em suas dimensões de produção e de efeito, a partir da construção de conhecimentos e habilidades relevantes científica, social e culturalmente.

Essa perspectiva nos conduziu à tarefa de investigar como as propostas de atividades pedagógicas dos subprojetos PIBID/UFPE da área de biologia estavam sendo estruturadas, partindo do objetivo de compreender concepções de ensino-aprendizagem, mediante à caracterização e interpretação de metodologias e conhecimentos.

Comungamos com Moura (2013) quando afirma que o PIBID pode tanto endossar abordagens transformadoras quanto pode converter-se em reproduzidor de abordagens encontradas ao longo de décadas no campo do ensino, com diversas limitações no que concerne: ao entendimento do que é e como se faz ciência, à





associação entre o que é aprendido na escola e o cotidiano do estudante e ao estímulo à capacidade de raciocínio. Ao propor esta pesquisa, almejamos contribuir para a discussão sobre como os subprojetos do PIBID/UFPE de biologia projetaram-se nesse cenário e apontar caminhos para aprimoramentos, à luz dos fundamentos contemporâneos do ensino das ciências da natureza.

2. AS PRINCIPAIS CONCEPÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DISSERMINADAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO BRASIL

Educadores, psicólogos e cientistas vêm há muito tempo tentando explicar como transcorrem os processos de ensino-aprendizagem (KRASILCHIK, 2008), construindo diferentes referenciais teóricos que fundamentam concepções (formas de entendimento) sobre o que é ensinar e o que é aprender. Esses referenciais são disseminados em contextos históricos e sociais, influenciando o modo como os professores propõem e realizam as suas práticas pedagógicas.

Na literatura da educação, podem-se observar variedades de formas de denominação e diferentes momentos históricos em que esses referenciais prevaleceram e fundamentaram práticas pedagógicas. Libâneo (2006), ao tratar de tendências pedagógicas na prática escolar, agrupa-as da seguinte forma: pedagogia liberal (reúne as tendências tradicional, renovada progressivista, renovada não-diretiva e tecnocrata) e a pedagogia progressista (reúne as tendências libertadora, libertária e crítico-social dos conteúdos). Mizukami (1986) opta pela denominação “abordagens do processo de ensino”, que se distinguem nas seguintes categorias: tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. Já Saviani (2007) adota a denominação “Tendência Tradicional” e “Tendência Renovadora”.

No ensino das ciências, Krasilchik (2008) destaca a relevância do behaviorismo, do construtivismo, do cognitivismo e do socioculturalismo. Juntamente com a Pedagogia Tradicional, esses referenciais estiveram fortemente entrelaçados a contextos e interesses político-ideológicos entre os anos de 1950 e 1980 (KRASILCHIK, 1987) e continuam marcando as práticas pedagógicas na atualidade.

A Tabela 1 apresenta os principais referenciais pedagógicos que fundamentaram práticas, leis e currículos no ensino de ciências brasileiro.





Tabela 1 – Características do ensino-aprendizagem dos principais referenciais pedagógicos brasileiros

Referencial	Características do ensino e da aprendizagem
Tradicional	O ensino fundamenta-se na transmissão de conhecimentos “neutros” e acabados pelo professor; A aprendizagem é marcada pela recepção passiva do conhecimento pelos alunos.
Bahaviorismo	O ensino está ligado a execução de uma programação com conteúdos e estímulos externos preestabelecidos; A aprendizagem está condicionada ao roteiro da programação, que deve ser executado de um único modo.
Cognitivismo	O ponto de partida para a aprendizagem é o desafio, a questão ou o problema; A aprendizagem é desenvolvida através de tentativas, de hipóteses e de manipulações; O ensino tem o papel de criar condições e orientar a aprendizagem.
Construtivismo	A aprendizagem é um processo sociocultural mediado por artefatos; O aluno é um sujeito com saberes prévios, que precisam ser considerados na aprendizagem; O ensino consiste em construir condições para que a aprendizagem seja construída em atividades colaborativas, situadas em contextos socioculturais.
Socioculturalismo	O ensino e a aprendizagem são recíprocos e indissociáveis, fundamentados na problematização de um objeto de estudo pertencente ao contexto real, visando à interpretação e intervenção crítica na realidade.

Fonte: Autoria própria.

Os referenciais acima não representam categorias estaques e excludentes na dimensão da prática, podendo coexistir na fundamentação de um mesmo planejamento, de um mesmo projeto político-pedagógico ou de uma mesma aula. Distinguimos esses referenciais para fins didáticos, intencionando a atribuição de características pertencentes a cada um deles.

3. QUADRO METODOLÓGICO

Partimos do objetivo de compreender concepções de ensino-aprendizagem de propostas de materiais didáticos produzidos e utilizados em práticas formativas dos subprojetos de biologia do PIBID/UFPE, ocorridas entre os anos de 2009 e 2016. Para tanto, foram caracterizados e interpretados metodologias e conhecimentos que



revelam orientações, procedimentos e objetivos para o ensino e a aprendizagem em biologia.

Esses elementos são passíveis de apresentar concepções sobre o ensino e a aprendizagem, relativas à fundamentação das formas como as práticas pedagógicas ocorriam. Por essa razão, os materiais didáticos constituíram a nossa base empírica e designaram à pesquisa o caráter documental, compreendendo documentos compostos por informações contextualizadas, que surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre o mesmo (LUDKE e ANDRÉ 1986).

3.1. Construção e análise do *corpus* empírico

Para analisar o *corpus* empírico, buscamos embasamento no método de Análise de Conteúdo em Bardin (2016). Dentre as possibilidades desse método, recorreremos à categorização temática, com vistas à realização de interpretações de conhecimentos e metodologias à luz de referenciais teóricos contemporâneos da educação e do ensino das ciências. Esse processo foi construído em três etapas: a) pré-análise; b) exploração do material; c) tratamento dos resultados e interpretação.

Por meio do contato inicial com os materiais, realizamos a *pré-análise*, que possibilitou a leitura “*flutuante*” e a delimitação do *corpus* empírico, considerando as regras da exaustividade, da representatividade, da homogeneidade e de pertinência (BARDIN, 2016). Nessa etapa, elegemos características comuns como critérios de seleção de materiais didáticos: 1) Os materiais foram produzidos por professores e licenciandos dos subprojetos; 2) Os materiais foram utilizados na promoção de práticas de ensino em escolas públicas conveniadas. Esses critérios nos asseguraram a reunião de materiais confeccionados e aplicados por professores e licenciandos como recursos didáticos, a propósito da realização de práticas de ensino pelos subprojetos do PIBID/UFPE da área de biologia.

A partir dos materiais selecionados com base nos critérios acima, realizamos a busca pela ocorrência de assuntos comuns em propostas de ambos os subprojetos, na qual cinco temas foram identificados: divisão celular, vírus, fungos, lipídeos e morfologia vegetal. A ocorrência desses temas constituiu o nosso terceiro critério seletivo, proporcionando a reunião de propostas alinhadas por assuntos comuns. Esses critérios





orientaram a formação do *corpus* empírico da pesquisa, constituído por vinte propostas de atividades.

Na etapa seguinte, que correspondeu à *exploração do material*, determinamos as operações de recorte de texto em unidades de categorização. Para tanto, realizamos a codificação, na qual os dados brutos foram organizados em unidades de registro e contexto, formadas, respectivamente, por temas e excertos oriundos das propostas de atividades.

A partir do agrupamento das unidades de registro, foram construídas as categorias de análise por “acervo”, isto é, por via não apriorística. Nesse processo, foram formadas as seguintes categorias:

Tabela 2 – Categorias de análise e descrição dos seus elementos

Categorias	Descrição dos elementos
Abordagem demonstrativa	Procedimentos destinados à demonstração de conhecimentos expostos em aulas precedentes
Montagem de estruturas biológicas	Procedimentos de montagem de estruturas biológicas para a reprodução do que foi observado em ilustrações ou em lâminas de microscopia
Abordagem disciplinar	Abordagens de modelos, conceitos e teorias “puros” da biologia
Contextualização socioambiental	Abordagens de conhecimentos contextualizados a partir de uma problemática socioambiental

Fonte: Autoria própria

Por razões éticas, na etapa que segue, referente aos resultados e a discussão da pesquisa, não iremos associar as nossas considerações acerca dos materiais analisados à identidade dos subprojetos. Denominaremos os dois contextos de vinculação dos materiais didáticos de “Subprojeto I” e “Subprojeto II”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perseguindo o objetivo de compreender concepções de ensino-aprendizagem, caracterizamos e interpretamos conhecimentos e metodologias, propostos em



materiais didáticos produzidos e utilizados no contexto do PIBID/Biologia da UFPE. Com esse propósito, agrupamos os elementos da análise em quatro categorias: a) *Abordagem demonstrativa*, b) *Montagem de estruturas biológicas*, c) *Abordagem disciplinar* e d) *Contextualização socioambiental*.

Tabela 3 – Registros de ocorrência dos elementos de cada categoria por subprojetos

Categorias	Registros (subprojeto I)	Registros (subprojeto II)
Abordagens demonstrativas	10	3
Montagem de estruturas biológicas	3	1
Abordagem disciplinar	12	14
Contextualização socioambiental	2	x
TOTAL	27	18

Fonte: Autoria própria

A categoria *abordagem demonstrativa*, abarca propostas de atividades práticas concebidas com o caráter de demonstração. Esses elementos compreendem proposições de práticas orientadas para a condução dos alunos a observação/constatação de um produto que tem o papel de comprovar a teoria pertinente ao objeto de estudo. Vejamos um exemplo:

Figura 1 – Procedimentos de uma proposta demonstrativa referente ao processo de degradação fúngica

PROCEDIMENTOS

1. No Becker, colocar o kg de areia de jardim;
2. Descascar metade do pepino, pois a outra metade que vai ficar para fora da areia é com casca;
3. Com a espátula, fazer um buraco central na areia do Becker e enterrar a parte descascada do pepino, ficando de fora a parte com casca;
4. Observar a partir do segundo dia o que vai ocorrer no o experimento.

Fonte: Autoria própria



Essas prescrições apresentam-se na forma de encaminhamentos para a comprovação de verdades científicas, a propósito de conduzir os alunos a procedimentos e resultados preestabelecidos e demonstrá-los, na prática, um conjunto de conceitos e teorias pertinentes ao assunto.

No contexto dos elementos destacados dos materiais do Subprojeto I, o exemplo do caráter demonstrativo pode ser identificado através dos procedimentos sugeridos para o desenvolvimento da prática de fermentação:

“1. Adicione a 400 ml de água, com ajuda de um funil, 150 g de farinha de trigo, 30 g de fermento biológico e 100g de açúcar, já na garrafa. 2. Depois, coloque a bola na abertura da garrafa. 3. Lacre a parte da bola que envolve a boca da garrafa com fita adesiva. 4. Misture bem e espere aproximadamente 25 minutos. 5. Observe os resultados.”

De modo similar, verifica-se o teor demonstrativo nos materiais didáticos do subprojeto II. Segue um exemplo que também se refere ao tema fermentação:

“Após adicionar o conteúdo descrito acima, será colocada uma bexiga na boca das garrafas. Aguardar 15 minutos e após esse tempo observar o que aconteceu”.

Os excertos acima expressam orientações constituídas por etapas prefixadas, que propõem a condução de atividades práticas mediante a observação e a confirmação de verdades científicas. Por esse caminho, se explica, demonstra-se ou se aplica o conhecimento teórico, previamente apresentado (AMARAL, 1997), conduzindo à observação de procedimentos e resultados sem que os alunos possam alterar o roteiro do que fazer e até do que concluir sobre o que foi realizado (LIMA; TEIXEIRA, 2011).

O caráter demonstrativo designa aos alunos a condição de executores ou observadores de prescrições que lhe são determinadas por autoridades externas (o professor, o livro, o roteiro etc.). Solicita-se a repetição e a observação de procedimentos e resultados, a propósito da constatação de modelos, conceitos, leis e teorias. Nessa abordagem, subjaz o entendimento de que a aprendizagem é processada por meio da recepção passiva de informações, justificando as técnicas expositivo-demonstrativas, baseadas na repetição e na memorização (AMARAL, 1997; FAHL, 2003).

Segundo Krasilchik (2008), a demonstração justifica-se em casos em que o professor deseja economizar tempo, não dispõe de material suficiente para toda a classe ou quando objetiva garantir que todos observem o mesmo fenômeno simultaneamente,



como ponto de partida para uma discussão ou para uma aula expositiva. Ademais, como alternativa ao caráter rígido e fechado, é possível realizar demonstrações embasadas em elementos investigativos (CARVALHO, 2013), onde há a possibilidade de resolução de problema, construção de hipóteses e manipulação de materiais.

Na categoria seguinte, denominada de *Montagem de estruturas biológicas*, observa-se a compreensão da aprendizagem como processo de reprodução. Agrupam-se, nessa categoria, procedimentos de montagem de estruturas biológicas para a reprodução do que foi observado anteriormente em ilustrações ou em lâminas de microscopia.

Em materiais do Subprojeto I, verificam-se procedimentos destinados à condução dos alunos a atividades de reprodução de estruturas que foram visualizadas por meio de microscopia óptica. A título de exemplo, esse sentido é identificado em orientações para a montagem de esporos fúngicos:

“ Para a reprodução – Unir partes da massa para biscuit com as tintas para ter uma diversidade de cores. 2. Reproduzir as estruturas visualizadas ao microscópio. 3. Colocar as reproduções nos azulejos ou placas, o mais próximo possível do que está sendo visualizado. ”

Sentido similar se destaca na proposta de montagem de um vírus, presente em um material didático do Subprojeto II:

“ Após uma breve revisão sobre o conteúdo de VÍRUS, os acadêmicos juntamente com os alunos irão elaborar e confeccionar maquetes caracterizando a estrutura desses seres. Cada grupo terá a missão de montar um tipo de vírus ...”

Os excertos acima revelam o objetivo de alcançar o produto da aprendizagem por meio da imitação/reprodução de estruturas estudadas em momentos precedentes. Comungamos com Mizukami (1986) quando afirma que essa abordagem considera o processo de aprendizagem do aluno como um fim em si mesmo: “Os conteúdos e as informações têm de ser adquiridas, os modelos imitados” (p.13). Assim, o conhecimento científico é representado por teorias, conceitos e estruturas, que deverão ser apreendidos e reproduzidos da forma mais fiel possível.

Concernente à categoria seguinte, denominada de *abordagem disciplinar*, verifica-se a ênfase em conhecimentos disciplinares da biologia, que se apresentam





apartados de interfaces com conhecimentos pertencentes a outras áreas ou com a realidade dos alunos.

Em materiais didáticos do Subprojeto I, observa-se o caráter disciplinar a partir de orientações para a constatação de conhecimentos científicos da biologia, que os alunos já deveriam ter adquirido previamente:

“Para a realização da atividade os alunos devem possuir conhecimentos prévios sobre biologia de fungos”.

Já em materiais do Subprojeto II, esse mesmo sentido manifesta-se em orientações para o estudo dos vírus:

“Caracterizar a estrutura de um vírus; Diferenciar os vírus dos demais seres vivos; Compreender os mecanismos reprodutivos dos vírus”.

Os elementos destacados propõem a condução dos alunos a participação de experiências embasadas estritamente por conhecimentos da biologia, intencionando a aprendizagem de conceitos disciplinares. Nessa abordagem, o conhecimento científico apresenta-se historicamente descontextualizado e desconectado de outras formas de conhecimento (AMARAL, 1997), das experiências dos alunos e das realidades sociais, valendo pelo seu caráter intelectual (LIBÂNEO, 2006).

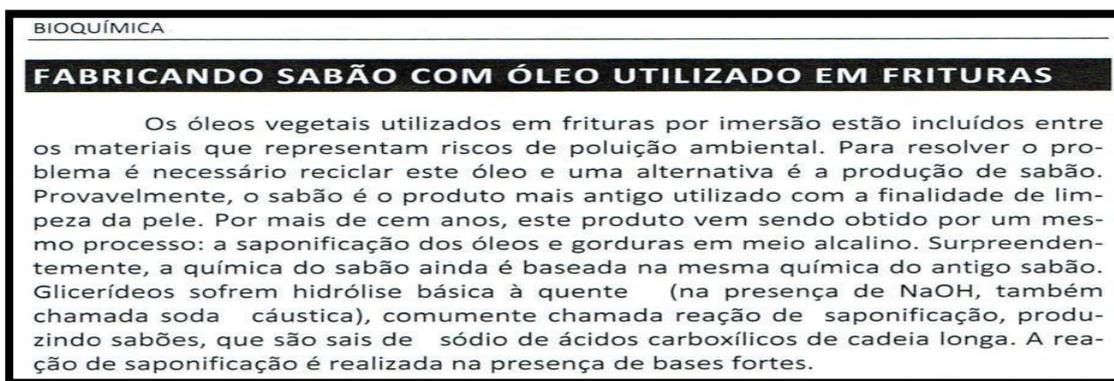
A razão de ser dessas orientações é a própria aquisição de conceitos e teorias aglutinados na matéria de biologia, restringindo o conhecimento a sua lógica interna. Por essa razão, o conhecimento científico apresenta-se apartado de aspectos históricos, sociais, culturais e tecnológicos, que influenciam e são influenciados pela ciência (AMARAL, 1997; CACHAPUZ et al., 2011; GIL-PERÉZ et al., 2001). Prevalece a imagem da Ciência Moderna, caracterizada pela ruptura com o senso comum e como instrumento de conquista da natureza (FAHL, 2003).

A última categoria a ser considerada denominamos de *contextualização socioambiental*, na qual são destacados excertos de materiais do Subprojeto I, que evidenciam o sentido de contextualização do conhecimento a partir de temas relacionados à sociedade e ao ambiente (vide o exemplo da Figura 2).





Figura 2 – Introdução da contextualização a partir de um texto sobre a importância socioambiental da fabricação de sabão com óleo de frituras reutilizado



Fonte: Autoria própria

Os elementos dessa categoria contemplam uma gama de disciplinas por meio de temas socioambientais, que fundamentam a discussão de atitudes e responsabilidades individuais e coletivas, a propósito da conscientização e transformação da realidade:

“Os biocombustíveis apresentam-se como uma alternativa aos combustíveis fósseis que, além de possuir reservas finitas e não renováveis, vêm causando graves transtornos ambientais. O biodiesel é um exemplo desse combustível, podendo ser produzido a partir de óleo de soja já utilizado em fritura.”

No excerto acima, o biodiesel é concebido como alternativa aos combustíveis fósseis (grandes poluidores não renováveis), que pode ser produzida de forma limpa e renovável. Esse tipo de abordagem corrobora princípios sociocontrutivistas (CACHAPUZ et al., 2004), uma vez que propõe a aprendizagem a partir de contextos reais, a propósito de compreender situações de relevância socioambiental na contemporaneidade.

Assim, a aprendizagem situada em contextos socioambientais pode representar condições didático-pedagógicas para que os alunos desenvolvam conhecimentos relativos à realidade e possam participar da construção consciente da sociedade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatamos que as propostas dos materiais didáticos estavam estruturadas por procedimentos metodológicos prefixados, que propuseram a condução da experiência por meio de confirmações e reproduções de verdades científicas. Nesse contexto,



predominou a abordagem do conhecimento “ puro “ da biologia, a partir da ênfase em conceitos, estruturas e fenômenos biológicos, apartados de conexões com outras disciplinas e/ou com contextos tecnológicos, sociais e socioambientais.

Esses elementos denotam a concepção tradicional de ensino-aprendizagem, na qual o ensino, vinculado exclusivamente ao professor, consiste na exposição/demonstração de conhecimentos acabados, para garantir um produto final. A aprendizagem, por sua vez, consiste na realização de observações pelo aluno, com vistas a apreender os conhecimentos da biologia e a reproduzi-los da forma mais exata possível.

As características desveladas corroboram a visão do conteúdo e da lógica disciplinar que está refletida na estrutura curricular e nas disciplinas dos cursos de licenciatura em biologia, cuja compreensão de conhecimento funda-se na ideia de objetividade, apartada do próprio sujeito que a constitui (SILVA, 2015). Nesse sentido, o currículo proposto - compreendido como o elenco de disciplinas do curso - ainda ocorre a partir de uma biologia baseada na manutenção do status acadêmico, estruturado por conteúdos que se fundamentam na tradição da História Natural e das ciências experimentais.

Apesar do reconhecimento da importância das atividades pedagógicas dos subprojetos em questão (principalmente no despertar da curiosidade dos alunos), percebemos a necessidade de romper com as barreiras do tradicionalismo pedagógico, através de abordagens baseadas nos fundamentos da Alfabetização Científica, que visem promover condições metodológicas para a investigação e a construção ativa de conhecimentos científicos interdisciplinares e contextualizados.

Da mesma forma, é importante que as propostas dos subprojetos sejam situadas em seu contexto formativo mais amplo (os cursos de formação, a universidade e a sociedade), marcado pela predominância de práticas influenciadas por modelos tradicionais e behavioristas. O papel inovador do PIBID (e de qualquer outra política educacional) encontrará limitações dentro de uma estrutura formativa conservadora, predominante no currículo e na formação de professores de biologia.



REFERÊNCIAS

- AMARAL, I.A. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*. n. 3, p. 10 - 15, 1997.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CACHAPUZ, A; PRAIA, J; JORGE, M. Da Educação em Ciência às orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CACHAPUZ, A; GIL-PÉREZ D. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARVALHO, A.M.P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In Carvalho, A.M.P. (org.). *O ensino de Ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula* (pp. 1 - 20). São Paulo: Cengage Learning.
- CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22. P. 89 - 100, 2003.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J.A; PERNAMBUCO, MM. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.
- FAHL, D. D. *Marcas do ensino escolar de ciências presentes em museus e centros de ciências: um estudo da estação ciência e do mdcc*. Dissertação de Mestrado em Educação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- FARIAS, I.M.S; ROCHA, C.C.T. PIBID: uma política de formação docente inovadora? *Revista Cocar*, v. 6, n. 11, p 41-49, 2012.
- FERNANDES, R.C.A; MEGID NETO, J. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 3, p. 641-662, 2012.
- GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I.F; ALÍS, J.C; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciências & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- KRASILCHIK, M. *Práticas de ensino de biologia*. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- LIBÂNEO, J.C. *Democratização da escola pública: a pedagogia crítico social dos conteúdos*. São Paulo: Loyola, 2006.
- LIMA, K.C; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das



ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011.

LUDKE, M; ANDRÉ, E.D.M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MIZUKAMI, M.G.N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: Editora Pedagógica e universitária, 1986.

MOURA, E.J.S. *Iniciação à docência como política de formação de professores*. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2013.

SILVA, J.R.F. Documentos legais para formação profissional: é possível fazer emergir o professor de ciência e biologia? *Revista de Ensino de Biologia*, n. 8, p. 1-71, 2015.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

