



Ciências Naturais na Atualidade:

Saberes e Visões para o Futuro

Série: Diálogos
Contemporâneos

Volume III

Wagner dos Santos Mariano
Dailson Evangelista Costa
Domenica Palomaris Mariano de Souza
Lucas Pereira de Araujo
Milene Santana Paixão
Mirella Carvalho de Araújo Oliveira
Karollyne Santana Paixão
Lucas Emanuel Oliveira Sabino
Raylander Nascimento Teles
(Orgs.)

**Ciências Naturais na
Atualidade: Saberes e
Visões para o Futuro**



Pedro & João
editores

Ciências Naturais na Atualidade: Saberes e Visões para o Futuro



Organizadores

Wagner dos Santos Mariano
Dailson Evangelista Costa
Domenica Palomaris Mariano de Souza
Lucas Pereira de Araujo
Milene Santana Paixão
Mirella Carvalho de Araújo Oliveira
Karollyne Santana Paixão
Lucas Emanuel Oliveira Sabino
Raylander Nascimento Teles

Série: Diálogos Contemporâneos - Volume III



Universidade Federal do Norte do Tocantins - UFNT
www.ufnt.edu.br
PET Ciências Naturais - <https://petcnat.wixsite.com/petcnats>

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Wagner dos Santos Mariano; Dailson Evangelista Costa; Domenica Palomaris Mariano de Souza; Lucas Pereira de Araujo, Milene Santana Paixão; Mirella Carvalho de Araújo Oliveira; Karollyne Santana Paixão; Lucas Emanuel Oliveira Sabino; Raylander Nascimento Teles [Orgs.]

Ciências Naturais na Atualidade: Saberes e Visões para o Futuro. Série: Diálogos Contemporâneos - Volume III. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. 257p. 16 x 23 cm.

**ISBN: 978-65-265-1328-6 [Impresso]
978-65-265-1329-3 [Digital]**

DOI: 10.51795/9786526513293

1. Ciências naturais. 2. Saberes. 3. Educação Tutorial. 4. Ensino de Ciências. I. Título.

CDD – 370

Capa: Luidi Belga Ignacio

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Diagramação: Diany Akiko Lee

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2024

APRESENTAÇÃO

O Programa de Educação Tutorial - Ciências Naturais da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PETCnat/UFNT) tem a satisfação de apresentar o livro **"Ciências Naturais em Perspectiva: Ensino, Inovação e Sustentabilidade"**. Esta obra nasceu do empenho em abordar as dificuldades e questionamentos enfrentados durante o processo de ensino-aprendizagem na Educação Básica, conforme compartilhado pelo grupo PETCnat e por pesquisadores parceiros em seus manuscritos.

Neste livro, disponibilizamos quatro unidades que exploram os preceitos das Ciências Naturais (Química, Física e Biologia) voltados para profissionais e estudantes com foco em pesquisas em Educação em Ciências, Pesquisas Laboratoriais, e Histórias de Vida e Memórias.

A primeira unidade, **"Ensino de Ciências e suas Contemporaneidades"**, introduz conceitos relacionados à importância dos estágios curriculares supervisionados para a formação inicial de professores. Aborda também a relevância da produção de materiais didático-pedagógicos, especialmente no que tange aos povos originários e suas aplicações em sala de aula. Além disso, oferece uma reflexão crítica sobre as modalidades de ensino destinadas a Jovens e Adultos brasileiros ao longo de 28 anos.

A segunda unidade, **"Metodologias e Tecnologias Inovadoras em Ciências Naturais"**, explora práticas pedagógicas e ferramentas tecnológicas que visam aprimorar o ensino de Ciências, promovendo um aprendizado mais dinâmico e eficaz.

A terceira unidade, **"Educação Ambiental e Sociedade"**, promove discussões reflexivas sobre diversos aspectos socioambientais relacionados ao desenvolvimento do país. Valorizamos os espaços faunísticos e florísticos do Brasil e do

mundo, baseando-nos em uma Educação Ambiental crítica, ilustrada com exemplos brasileiros e do contexto regional do grupo PETCnat. Enfatizamos a relação pessoa-natureza com um enfoque socioambiental, além de examinar a importância e a valorização cultural do uso de fitoterápicos pela população brasileira.

A quarta e última unidade, "**Histórias e Memórias de Egressos do PET-Ciências Naturais**", traz narrativas e experiências de ex-alunos do programa, proporcionando uma visão rica e inspiradora sobre o impacto do PETCnat em suas trajetórias pessoais e profissionais.

Esperamos que esta obra contribua significativamente para a formação de educadores e estudantes, bem como para a reflexão e avanço das práticas educativas em Ciências Naturais. Boa leitura!

Prof. Wagner Mariano

PREFÁCIO

O livro "Ciências Naturais na Atualidade: Saberes e Visões para o Futuro" é fruto de um esforço coletivo orientado pelo Dr. Wagner dos Santos Mariano, tutor do Programa de Educação Tutorial - Ciências Naturais da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PETCNat/UFNT). Os discentes do programa se debruçaram sobre este projeto para mais uma vez entregar um trabalho de excelência.

Nesta obra celebramos o 13º ano de existência do grupo PETCNat, compartilhando com o leitor nas páginas seguintes textos científicos, resultados de inquietações e questionamentos, que permeiam as unidades temáticas de Ensino de Ciências e suas contemporaneidades, Metodologias e Tecnologias Inovadoras em Ciências Naturais e Educação Ambiental e Sociedade. Ademais, oferecemos também uma coletânea que inclui as Histórias e Memórias de Vida de PETianos egressos, que gentilmente compartilharam suas experiências durante e após a participação no programa, destacando suas lutas e conquistas no âmbito profissional, acadêmico e científico.

Como resultado, temos mais um volume da série Diálogos Contemporâneos. Uma publicação que dissemina não somente conhecimentos científicos frutos das pesquisas de nossos discentes, mas também inspiração pelas trajetórias de sucesso dos ex-PETianos. Esperamos que esta obra some conhecimentos e enriqueça o entendimento do leitor sobre os temas aqui abordados, bem como forneça motivação para as novas gerações de estudantes, professores e pesquisadores.

É com imensa honra que represento meus amigos e colegas PETianos, prefaciando esta linda obra que foi construída por mentes curiosas e inteligentes. Eu, agora egressa, deixo marcada aqui a

minha imensa gratidão ao programa e ao tutor, pelos inúmeros aprendizados e contribuições que levarei comigo para sempre.

Brenda dos Santos Barbosa
PETiana egressa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS

Dirigentes

AIRTON SIEBEN

Reitor

NATANIEL DA VERA-CRUZ GONÇALVES ARAÚJO

Vice-reitor

JEANE ALVES ALMEIDA

Chefe de Gabinete

CLARETE DE ITOZ

Pró-Reitora de Finanças e Execução Orçamentária

BRAZ BATISTA VAZ

Pró-Reitor de Graduação

FREUD ROMÃO

Pró-Reitor de Planejamento, Orçamento e Desenvolvimento Institucional

JOSÉ MANOEL SANCHES

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis

REJANE CLEIDE MEDEIROS DE ALMEIDA

Pró-Reitora de Extensão, Cultura e Assuntos Comunitários

KÊNIA FERREIRA RODRIGUES

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

ANDRÉIA DE CARVALHO SILVA

Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas

WAGNER DOS SANTOS MARIANO

Superintendente de Comunicação

DEIVE ALVES BARBOSA

Superintendente de Tecnologia da Informação

EROILTON ALVES DOS SANTOS

Superintendente de Infraestrutura

ROBERTO ANTERO DA SILVA

Diretor do Centro de Ciências Integradas

RÔMULO AUGUSTO GUEDES RIZZARDO

Diretor do Centro de Ciências Agrárias

FERNANDO HOLANDA VASCONCELOS

Diretor da Faculdade de Ciências da Saúde

MARCO AURÉLIO GOMES DE OLIVEIRA

Diretor do Centro de Educação, Humanidades e Saúde

Autoras e autores

Adrielle Maciel Cavalcante De Mesquita
Ágatha Cristhie Conceição Leitão
Alessandro Tomaz Barbosa
Ana Vitória Da Silva Meneses
Arthur Lima De Arruda
Bianca Gomes Santos
Brenda Dos Santos Barbosa
Danilo Da Silva Olivier
Dionata Almeida Reis
Domenica Palomaris Mariano De Souza
Edenilson Dos Santos Niculau
Eduardo De Alcântara Alencar
Erik Almeida Carvalho
Fábio Matos Rodrigues
Fernando Lessa Carneiro
Flamys Lena Do Nascimento Silva
Gisele Da Silva Dos Santos
Jane Darley Alves Dos Santos
João Vítor Alves Pereira
Julianne Rodrigues Ribeiro Paz
Karen Leticia Gomes Da Silva
Karolina Martins Almeida E Silva
Lucas Emanuel Oliveira Sabino
Lucas Pereira de Araujo
Luciane Jatobá Palmieri.
Luis Felipe Lima Guimarães
Luis Vinicius De Alencar Cunha
Milene Santana Paixão
Pedro Barros Viana
Pedro Henrique Ferreira Sobrinho
Raylander Nascimento Teles
Roberta Dos Santos Silva
Silvia Leitão Dutra
Talita Duarte Guimarães
Thauane Maria Pereira Da Silva
Victor Almeida Rivero
Wagner dos Santos Mariano
Wandria Pereira Da Silva
Yonier Alexander Orozco Marin

SUMÁRIO

Unidade I: Ensino de Ciências e suas Contemporaneidades

1. A IMPORTÂNCIA DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORAS E PROFESSORES DE QUÍMICA 17

Bianca Gomes Santos; Luciane Jatobá Palmieri

2. REFLEXÕES E PROBLEMATIZAÇÕES A RESPEITO DO ENSINO DE JOVENS E ADULTOS: 28 anos de história 29

Adrielle Maciel Cavalcante de Mesquita; Milene Santana Paixão; Wagner dos Santos Mariano

3. PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA ARTICULADA ÀS CULTURAS INDÍGENAS (LEI Nº 11.645/08) 45

Brenda dos Santos Barbosa; Luis Felipe Lima Guimarães; Luciane Jatobá Palmieri

4. O ESTUDO DO PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM QUÍMICA: EXPERIÊNCIA UTILIZANDO UMA UDM 61

Lucas Emanuel Oliveira Sabino; Luciane Jatobá Palmieri

5. AS PERSPECTIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CAMINHOS PARA UMA EDUCAÇÃO CONSTRUTIVISTA E LIBERTADORA 81

Talita Duarte Guimarães; Alessandro Tomaz Barbosa

6. EXPLORANDO O PRINCÍPIO DE MACH: DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DA INÉRCIA E SUA ORIGEM 95

Luis Vinicius de Alencar Cunha; Fernando Lessa Carneiro; Fábio Matos Rodrigue

Unidade II: Metodologias e Tecnologias Inovadoras em Ciências Naturais

7. A BUSCA POR NOVOS FÁRMACOS PARA O TRATAMENTO DA LEISHMANIOSE 121

Arthur Lima de Arruda; Danilo da Silva Olivier

8. CHÁ VERDE: BENEFÍCIOS E PRECAUÇÕES NO USO COMO ALIMENTO E SUPLEMENTO 141

Erik Almeida Carvalho; Domenica Palomaris Mariano de Souza; Edenilson dos Santos Niculau.

Unidade III: Educação Ambiental e Sociedade

9. ARTE PARA COMUNICAÇÃO EM CIÊNCIAS: POSSIBILIDADES DO USO DA FONOGRAFIA E MUSICALIDADES COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO ENSINO DE ECOLOGIA NAS ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA 155

Pedro Henrique Ferreira Sobrinho; Gisele da Silva dos Santos; Silvia Leitão Dutra

10. PROPRIEDADES NUTRITIVAS E CURATIVAS DO PEQUI (CARYOCAR BRASILIENSE CAMBESS) UM FRUTO DO CERRADO 177

Ígatha Cristhie da C. Leitão; Pedro Henrique Ferreira Sobrinho; Raylander Nascimento Teles; Roberta dos Santos Silva

11. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA SUPERPRODUÇÃO AGRÍCOLA NO CERRADO 193

Dionata Almeida Reis; Jane Darley Alves dos Santos

12. QUÍMICA AMBIENTAL E O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA 209

Karen Leticia Gomes da Silva¹; Flamys Lena do Nascimento Silva

Unidade IV: Histórias e memórias de egressos do PET-Ciências Naturais

13. TRAJETÓRIA DE SUCESSO: O IMPACTO TRANSFORMADOR DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET) CIÊNCIAS NATURAIS NA VIDA E CARREIRA DE UM EGRESSO 229

Wandria Pereira Da Silva; João Vítor Alves Pereira; Erik Almeida Carvalho; Luis Vinicius de Alencar Cunha; Luis Felipe Lima Guimarães; Wagner dos Santos Mariano

14. DE LICENCIANDO A LÍDER EDUCACIONAL: A TRAJETÓRIA INSPIRADORA DE RAPHAEL NO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL PET CIÊNCIAS NATURAIS 235

Thauane Maria Pereira da Silva; Eduardo de Alcantara Alencar; Karen Leticia Gomes da Silva; Lucas Emanuel Oliveira Sabino; Ágatha Cristhie Conceição Leitão; Karolina Martins Almeida e Silva

15. HISTÓRIA E PERCURSO ACADÊMICO DE UMA EGRESSA DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET) CIÊNCIAS NATURAIS QUE SE TORNOU DOUTORA E PROFESSORA DO ENSINO SUPERIOR **241**

Ana Vitória da Silva Meneses; Talita Duarte Guimarães; Adrielle Maciel Cavalcante Mesquita, Bianca Gomes Santos, Victor Almeida Rivero, Wagner dos Santos Mariano

16. DA GRADUAÇÃO AO DOUTORADO: A TRAJETÓRIA DE UM EGRESSO DO PET CIÊNCIAS NATURAIS LICENCIADO EM FÍSICA **249**

Pedro Barros Viana; Julianne Rodrigues Ribeiro Paz; Arthur Lima de Arruda; Dionata Almeida Reis; Brenda dos Santos Barbosa; Yonier Alexander Orozco Marin

POSFÁCIO **255**

Unidade I

Ensino de Ciências e suas Contemporaneidades

... Há que se cuidar da vida / Há que se cuidar do mundo ...

Coração de Estudante - Milton Nascimento

Capítulo 1 ...

A IMPORTÂNCIA DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORAS E PROFESSORES DE QUÍMICA

Bianca Gomes Santos**; Luciane Jatobá Palmieri****

** Petiana egressa do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: bianca.santos@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

O presente texto é fruto de reflexões sobre o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) como componente curricular obrigatório na formação inicial de professoras e professores de Química. Compreende-se que a docência é um exercício dinâmico que se consolida a partir de ações muito particulares, assim, reconhece-se que o estágio é o fator que irá contribuir para a familiarização da(o) futura(o) professora(o) com o ambiente no qual irá atuar.

Santos e Freire (2021, p. 171) propõem uma ideia de ensino que “ênfatisa a compreensão, transformação e a reflexão referente aos conhecimentos aprendidos ao longo de processos formativos e do exercício profissional”. Uma vez que esse conhecimento necessita de compreensão, habilidades e capacidades, traços e sensibilidades.

O ECS por sua vez, favorece o desenvolvimento desses conhecimentos, sendo o eixo curricular central nos cursos de formação de professoras e professores, oportunizando também a:

[...] mediação entre professores e alunos em formação no contexto real do exercício profissional através de estudos, análise, problematização, reflexão e proposição de soluções para o ensinar e o aprender, o compreender a

reflexão sobre as práticas pedagógicas, trabalho docente e as práticas institucionais, situados em contextos sociais, históricos e culturais. (ALMEIDA; PIMENTA, 2014, p. 30).

O surgimento das Licenciaturas em Química no Brasil, desenvolveu uma gama de discussões a respeito de uma formação profissional docente de qualidade. Dessa forma, para que esses objetivos sejam alcançados, os Estágios Curriculares Supervisionados, proporcionam a inserção da licencianda e do licenciando em seu futuro ambiente de trabalho, onde o mesmo terá oportunidade de realizar o seu primeiro contato com o contexto escolar, proporcionando dessa forma “sua capacitação, o desenvolvimento de saberes e a promoção de diferentes abordagens e métodos de ensino em parceria com os professores da Educação Básica” (TESSARO; MASSENO, 2016, p. 34). Nesse viés, os autores ainda ressaltam que:

[...] os estágios auxiliam na formação do profissional da educação e na reflexão sobre as ações pedagógicas, estimulando a busca e a aprendizagem de metodologias e abordagens que permitam a elaboração de conceitos e os articulem de uma melhor forma em diferentes situações, estabelecendo uma gama de possibilidades de significações conceituais. (TESSARO; MASSENO, 2016, p. 34).

Assim, defende-se como relevante a abordagem apresentada neste texto, reconhecendo a sua essencialidade para o público que será contemplado com tais ações. Portanto, o presente capítulo tem como objetivo a discussão da importância do Estágio Curricular Supervisionado (ECS) na formação inicial de professoras e professores de Química, no que tange a sua formação profissional, social e cidadã, refletindo também acerca dos desafios enfrentados durante as práticas vivenciadas na sala de aula. O texto é resultado de uma análise qualitativa, de cunho bibliográfico não sistemático, relacionado ao tema central apresentado.

BREVES REFLEXÕES SOBRE O EXERCÍCIO DA DOCÊNCIA

Toda experiência vivida pela(o) licencianda(o) no decorrer do Estágio Curricular Supervisionado (ECS), tem um papel importante na sua formação como professora(o). O primeiro contato da(o) graduanda(o) com a sala de aula é uma clara representação de como a sua vida docente será estruturada, os desafios que estão presentes naquele ambiente, sintetizam a necessidade de compreender o contexto da sala de aula como um todo, e de absorver todas as nuances ali presentes.

Desse modo, Garcez e colaboradores (2012), explicam que o ECS é na verdade uma oportunidade real de aprendizagem prática que faz com que o aluno perceba a relação entre teoria e prática no exercício da docência, e assim, compreenda a necessidade de adaptação e de adequação de todas as suas ações ao ambiente da sala de aula, quando necessário.

Em contato com a(o) estudante, a(o) futura(o) professora(o) vai enfim compreender que ela(e) irá se relacionar com diferentes personalidades, onde tudo se modifica e por isso, deve haver por parte da(o) mesma(o) a capacidade de lidar com a dificuldade de aprendizagem de alguns alunos(as), a hiperatividade de outros, a ausência de materiais adequados que dêem suporte a ação docente e demais fatores que tornam cada sala de aula em um ambiente único, com diferentes pessoas, culturas, pensamentos, aprendizados e metodologias. Portanto, acredita-se que a formação de professoras(es) deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, onde a(o) professora(o) deve ter um olhar mais crítico sobre a sua ação na sala de aula, analisar se sua didática está dando conta dos objetivos elegidos e refletir quais pontos podem ser melhorados, para que o ensino e a aprendizagem seja de fato alcançado (NÓVOA *et al.*, 1997).

No que se refere às aulas de Química, é preciso que o estagiário e a estagiária lide com o desafio real de ensinar algo no campo das Ciências Naturais e Exatas, pois, já existe dentro desse ambiente, uma resistência natural das(os) estudantes com relação às matérias

como a Física, Química e a Matemática, pois quando eles se deparam com conceitos e fórmulas muito complexas, o interesse pela disciplina tende a diminuir (LUNKES; ROCHA, 2011). Por esse motivo é preciso que a(o) estagiária(o)/professora(o), abandone as aulas baseadas apenas na simples memorização de nomes e fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos que expliquem o cotidiano da(o) aluna(o), para que assim consigam encontrar formas de validar toda a sua didática tornando o seu plano de aula efetivo (CORREIA *et al.*, 2015).

Um ponto importante que deve ser considerado é o fato de que o questionamento da competência da(o) professora(o) estagiária(o) para exercer a docência é sem dúvida um dos principais desafios que o estagiário ou estagiária vive no decorrer do seu processo de formação, isso ocorre porque demora para que ela(e) perceba que mesmo após formada(o), o seu preparo e a sua dificuldade para lidar com algumas questões ainda existirão.

Maldaner e Frison (2014) explanam que,

O desenvolvimento da formação acadêmico-profissional crítica e reflexiva necessita estar articulada a processos coletivos de formação contínua e de desenvolvimento curricular, de preferência com acompanhamento pela pesquisa educacional sobre os processos em curso. Reafirma-se, assim, que as interações propiciadas pelos contatos em situações práticas são as que permitem a reflexão e a constituição de novos olhares e novas formas de interpretação de ações cotidianas, novos significados conceituais que perfazem o conhecimento profissional. (MALDANER; FRISON, 2014, p. 44).

O ponto diferencial na capacidade de vencer esses desafios, é o reconhecimento de que a busca por conhecimento e formação devem ser constantes, pois, tanto o aprender a profissão docente quanto dar continuidade a mesma faz parte do cotidiano da professora e do professor (BERNARDY; PAZ, 2012).

PRÁTICAS VIVENCIADAS E HABILIDADES DESPERTADAS AO LONGO DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO EM QUÍMICA

Durante a formação de uma professora e um professor, o seu contato inicial com a sala de aula como um profissional, é sem dúvida o momento mais esperado. Nesse caso, deve-se reconhecer que a sala de aula é o ambiente em que o professor em formação inicial tem a sua primeira experiência como docente, uma vez que, para muitos, o único contato que tiveram até então com a sala de aula foi na condição de estudantes, mas agora os papéis se invertem, e isso acaba gerando muita ansiedade (MILANESI, 2012).

Um dos objetivos dos cursos de graduação é promover recursos e subsídios teóricos e práticos essenciais para o desempenho das funções profissionais, levando em consideração, é claro, cada área do conhecimento. Assim sendo, é fundamental que os cursos de licenciatura ofereçam aos discentes atividades que possibilitem a reflexão não só na concepção do conhecimento científico, mas também no âmbito de atuação, dos fundamentos da educação e da dimensão ética, política e ideológica de seu trabalho (OLIVEIRA; NOVAES; OLIVEIRA, 2019).

Os estágios nas Licenciaturas, conforme apontam Pimenta e Lima (2006, p. 13) tem a finalidade de “propiciar ao aluno uma aproximação à realidade na qual atuará”, fortalecendo também a visão crítica dos estudantes a respeito dos modelos de ensino e conseqüentemente na sua avaliação sobre a pertinência ou não destes modelos para ensinar Química. Nessa perspectiva, as licenciandas e os licenciandos participam de atividades e de rotinas próprias da profissão, proporcionando assim, a aprendizagem sobre vários aspectos pedagógicos, curriculares e avaliativos (TESSARO; MASSENO, 2016).

Silva e Schnetzler (2008) enfatizam que o estágio supervisionado é um mediador para a articulação entre teoria e prática, e destacam,

O Estágio Supervisionado se constitui em espaço privilegiado de interface da formação teórica com a vivência profissional. Tal interface teoria-prática compõe-se de uma interação constante entre o saber e o fazer, entre conhecimentos acadêmicos disciplinares e o enfrentamento de problemas decorrentes da vivência de situações próprias do cotidiano escolar (SILVA; SCHNETZLER, 2008, p. 2175).

Ou seja, o estágio deve caminhar para a reflexão a partir da realidade, onde não deve se separar teoria e prática, possibilitando às professoras e professores em formação inicial a articulação entre os conteúdos químicos, assim como, os pedagógicos. Por meio de um trabalho de revisão da literatura, Bego, Ferrarini e Moralles (2021) elencaram problemas relacionados acerca do ECS na formação de professoras e professores de Ciências. De acordo com os autores, temos,

i) utilizado apenas como espaço de aplicação de teorias, contribuindo para uma dicotomia entre teoria e prática; ii) considerado de menor importância em relação às outras disciplinas do currículo; iii) concebido apenas como um apêndice do curso de formação, com pouca ou nenhuma relação com as demais disciplinas ; iv) não é considerado como um processo coletivo que envolve o licenciando, o professor formador universitário e o professor supervisor da escola; v) a observação dos estágios, em alguns casos, é simplesmente negligenciada, devido ao fato de os professores regentes se sentirem desconfortáveis com a avaliação de suas aulas; vi) fundamentados em uma perspectiva de imitação acrítica, no qual o estagiário apenas mimetiza as ações do professor regente; vii) não incentiva a construção da autonomia, criatividade e responsabilidade profissional, pelo fato de o estagiário, geralmente, ficar preso ao planejamento rígido imposto pelo professor supervisor da escola ; viii) restringe-se ao aprendizado de técnicas instrumentais, a habilidades de manejo da sala de aula, ao preenchimento burocrático de fichas de observação, diagramas e fluxogramas; ix) caracterizados por contatos episódicos e verticalizados com a escola; x) desconsidera a importância de fundamentação teórica para sua realização. (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021, p. 7).

Nesse sentido, é um campo de disputa e com inúmeros obstáculos a serem vencidos. Com relação às aulas de Química, percebe-se que os desafios encontrados são consideravelmente

densos, isso porque a capacidade de aprender e de assimilar o que está sendo ensinado, se mostra um desafio constante nessas aulas, podendo estar relacionada à maneira tradicional de ensino com apenas a transmissão direta dos conteúdos e fórmulas, memorização de símbolos e nomes, a falta de contextualização com o cotidiano dos estudantes e a interdisciplinaridade, geram um grande desinteresse pela disciplina por parte dos alunos, exigindo que a professora e o professor tenha a capacidade de se desdobrar para fazer com que seus alunos realmente aprendam o que está sendo ensinado (DANTAS *et al.*, 2019).

De acordo com Araujo, Felix e Silva (2019), lidar com uma dificuldade estrutural e de resistência da aluna e do aluno ao entendimento do conteúdo é um desafio que se torna passível de solução quando as(os) professoras(es) buscam meios e novas metodologias para aproximar e despertar o interesse pelo estudo da disciplina, uma vez que a aprendizagem dos conhecimentos químicos deve proporcionar o entendimento das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de maneira abrangente e integrada. Nesse sentido, é necessário promover nos estudantes senso crítico fundamentado em aportes teóricos-práticos, pois, para Freire (1996, p. 21) “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Contudo, é válido ressaltar que cada turma possui o seu ritmo e tempo e que evoluem de formas diferentes. Essa evolução por sua vez retrata a capacidade que a professora e o professor regente têm de sistematizar um plano de ensino e de aula que contemple as principais dificuldades e as características de aprendizado de cada aluna(o), em consonância com o planejamento escolar.

O planejamento didático-pedagógico é um elemento fulcral do trabalho docente. Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 13) destacam o planejamento,

[...] como sendo uma crucial responsabilidade profissional que não pode se configurar como mero aproveitamento de planejamentos prontos

confeccionados por terceiros. Essa afirmação insere protagonismo à ação docente devido ao fato de os professores serem os profissionais que compreendem aspectos peculiares de suas próprias disciplinas, da própria forma de se ensinar e da flexibilidade necessária para o relacionamento com seus estudantes, bem como das especificidades dos ambientes onde atuam. A intenção final é de obter um ensino de melhor qualidade e de refutar propostas simplistas e reducionista que pouco atendam às necessidades de um contexto escolar dotado de singularidade, complexidade e exigências próprias.

Dessa forma, o momento do estágio é também um objeto de estudo e reflexão, em que a(o) futura(o) professora(o) passa a enxergar o trabalho educativo com outro olhar, tentando compreender a realidade da instituição e comportamento das(os) estudantes, das(os) professoras(es) e dos profissionais que a constituem. A estagiária e o estagiário devem tentar entender também ao longo da prática vivenciada a importância da empatia com o exercício docente realizado pela(o) professora(o) regente, pois, é a partir de uma dedicada observação, que se compreende que em muitos casos, a inadequação do método didático desse(a) futuro(a) colega de profissão, com relação às teorias educacionais, que apontam caminhos para a efetivação de uma ação docente mais positiva, decorre justamente da incompatibilidade existente entre a realidade escolar e aquilo que a teoria prega (JANUARIO, 2008).

É de conhecimento que a estrutura que uma escola oferece as(os) professoras(os) nem sempre é adequada, existe a carência de suporte, salas de aula superlotadas e uma gama de desafios referente à efetivação do currículo escolar e do plano de aula que será aplicado. Essas condições afetam diretamente no desenvolvimento das aulas e conseqüentemente na evolução dos(as) estudantes.

Dessa forma, a partir da vivência e experiência obtida com o estágio, a(o) licencianda(o) deve tentar desenvolver o autoconhecimento de sua metodologia de ensino, sua capacidade de refletir de maneira profunda e aptidão de reformular as técnicas adquiridas durante o processo de aprendizagem, onde é crucial

que a(o) professora(o) tenha em mente que muitas vezes terá a necessidade de se reinventar, adaptar-se, inovar e encontrar caminhos para que o seu aluno compreenda de fato aquilo que está sendo ensinado (SILVA *et al.*, 2018). Porém, é necessário que se reconheça que os desafios presentes no exercício da docência, muitas vezes freiam e minam essas ações, esbarrando em um ambiente que não permite a sua execução de fato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios presentes no âmbito da educação escolar são muitos, e quando esses passam a ser percebidos por uma professora e um professor em formação inicial, a sua conduta e percepção quanto àquilo que ele antes julgava, passa a ser mais empática. Diante de um ambiente no qual a presença das(os) estudantes afeta diretamente a capacidade de execução de um plano de aula elaborado com um claro objetivo a ser cumprido, a(o) estagiária(o) passa a compreender que a sua ação para o exercício da docência precisa ser pensada de forma bem mais ampla, considerando uma quantidade de variáveis que impactam diretamente o seu planejamento didático-pedagógico.

Nesse contexto, compreende-se que o ECS, com foco específico no ensino de Química, proporciona a professora e o professor em formação, uma conscientização do mundo no qual irá exercer o seu ofício, sendo uma oportunidade para que ele compreenda todas as contradições que se apresentam dentro da sala de aula.

Ao finalizar essas reflexões, salienta-se que, é difícil enumerar os fatores que validam a importância do estágio supervisionado na formação da professora e do professor de Química, justamente pelo fato de que a prática vivenciada se estenderá como influência positiva na vida profissional por toda a sua formação e atuação em sala de aula. Além disso, é possível que existam lições e aprendizados que só serão concretizados ao longo dos anos de experiência que ainda estão por vir. Cabe mencionar ainda, a importância do desenvolvimento de políticas públicas que sejam

realmente voltadas para o aprimoramento da formação docente e, conseqüentemente, para a melhoria dos estágios nas Licenciaturas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.I.; PIMENTA, S. G. (orgs.). **Estágios supervisionados na formação docente: educação básica e educação de jovens e adultos**. São Paulo: Cortez,2014.

ARAÚJO, A. C. F.; FÉLIX, M. E. O.; SILVA, G. N. Relatos das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de Campina Grande. **Realize**, 2019.

BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Ressignificação dos estágios supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação em Ponto de Vista**, v. 5, n. 1, p. 5-28, 2021.

BERNARDY, K. PAZ, D. M. T. Importância do estágio supervisionado para a formação de professores. **Reflexividade e (In)certezas**, 2012.

CORREIA, C. F. S, et al. O estudo da química no cotidiano: as dificuldades para os alunos no ensino de química. **Ensino médio em diálogo**, 2015.

DANTAS, F. M. S.; LIMA, B. C.; BEZERRA, A. C. O.; BARROSO, M. C. S. Os desafios do ensino de química do ensino médio. Conedu, VI Congresso Nacional Educação. **Realize**, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia- saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e terra,1996.

GARCEZ, E. S. C.; GONÇALVES, F. C.; ALVES, L. K. T.; ARAÚJO, P. H. A.; SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. O estágio supervisionado em química: possibilidades de vivência e responsabilidade com o exercício da docência. **Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.3, p.149-163, 2012.

LUNKES, M. J.; ROCHA FILHO, J. B. A baixa procura pela Licenciatura em Física, com base em depoimentos de estudantes do Ensino Médio público do oeste catarinense. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 21-34, 2011.

JANUARIO, G. O estágio supervisionado e as suas contribuições para a prática pedagógica do professor. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA E INVESTIGAÇÕES DE/EM AULAS DE MATEMÁTICA, Campinas: Anais: **II SHIAM**, v. único. p. 1-8, 2008.

MALDANER, O. A.; FRISON, M. D. Constituição do conhecimento de professor de química em tempos e espaços privilegiados na licenciatura. In: NERY, B. K.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Formação de professores: compreensões em novos programas e ações**. Ijuí: Editora Unijuí, 2014, p. 43-81.

MILANESI. I. Estágio supervisionado: concepções e práticas em ambientes escolares. **Educar em Revista, UFPR**, n. 46, p. 209-227, 2012.

NÓVOA, A. (org). **Os professores e a sua formação**. Portugal, 1997.

OLIVEIRA, A. N.; NOVAES, A. B. S. V.; MOREIRA, M. S. Contribuições do estágio supervisionado em química I na formação do licenciando em química: um relato de experiência. Conedu, VI Congresso Nacional Educação. **Realize**, 2019.

PIMENTA. S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e docência: diferentes concepções. **Póiesis**, v.3 n.3-4, p.5-24, 2006.

SANTOS, E. A.; FREIRE, L. I. F. Os conhecimentos basilares mobilizados no estágio supervisionado de Química. **ReLAPEC**, v.5, n.1, 2021.

SILVA, R. M.; SCHNETZLER, R. P. Concepções e ações de formadores de professores de Química sobre o estágio supervisionado: propostas brasileiras e portuguesas. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2174-2183, 2008.

SILVA, J. A.; PINHEIRO, F. G. A.; LIMA, M. D. C.; DOMICIANO, R. L. Reflexões sobre o estágio supervisionado na formação docente. **Realize**, 2018.

TESSARO, P. S.; MACENO, N.G. Estágio Supervisionado em Ensino de Química. Santa Catarina: **Redequim**, v 2, n° 2, 2016.

Capítulo 2 ...

REFLEXÕES E PROBLEMATIZAÇÕES A RESPEITO DO ENSINO DE JOVENS E ADULTOS: 28 anos de história

Adrielle Maciel Cavalcante de Mesquita*; Milene Santana Paixão**;

Wagner dos Santos Mariano*** []

* Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

** Petiano (a) egresso (a) do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a)

[] Tutor do grupo PET Ciências Naturais.

E-mail de contato: adrielle.mesquita@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos muitos autores se propuseram a produzir trabalhos voltados para a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), tais estudos passeiam por diversas vertentes: legislação, inclusão, evasão, práticas pedagógicas e entre outros. De acordo com Paranhos (2017), com o surgimento de tais estudos, a EJA tornou-se cada vez mais conhecida, tornando-se cada vez mais essencial para a promoção da igualdade educacional do Brasil. Ao analisarmos seus diferentes contextos históricos, políticos, econômicos e culturais, percebemos lacunas que dificultam o desenvolvimento de uma educação mais significativa, na qual esses jovens e adultos possam se identificar e transformar a realidade. É fundamental adotar um olhar sensibilizado sobre essa situação para agirmos de forma diferente e contribuirmos para a melhoria das diversas mazelas sociais em nossa sociedade.

No Art. 205. da Constituição Federal de 1988 diz que:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno

desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Brasil, 1988).

Ao estabelecer que “a educação é direito de todos e dever do Estado e da família” proporciona às pessoas, independentemente da idade, a oportunidade de desenvolver seu potencial, coletivo ou individualmente, entende-se que não é apenas um direito, mas também um dever e uma responsabilidade para com os outros e com toda a sociedade (Martins Junior, 2006).

Infelizmente nem todas as crianças, jovens e adultos têm seu direito concretizado, por diversos fatores. Em 1996, a EJA foi institucionalizada, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira LDB 9394/96, na seção V: Art. 37. onde diz que,

A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria (Brasil, 1996).

É uma forma de “reparação”, equalização e qualificação para aqueles que não puderam ter seu ensino na idade correta. É preciso avançar além das lacunas existentes, buscando uma educação mais inclusiva, significativa e transformadora para jovens e adultos que buscam (re)construir suas trajetórias educacionais. Uma educação crítica pode ser concebida como mecanismos mobilizadores que lhes garantirão a permanência nas classes da EJA, é necessário que esses alunos, sintam-se parte integrante da sociedade em que vivem.

Paulo Freire (1967, p. 50), em seu livro “Educação como prática de liberdade”, escreve: “a partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo”. Entende-se que, a educação, nesta perspectiva, tem caráter libertador e permite aos educandos, jovens e adultos buscarem transformar a sua condição na sociedade, a partir da leitura de mundo que realizam.

Diante disso, buscamos nesse capítulo realizar uma análise crítica e reflexiva sobre o ensino de Jovens e Adultos, considerando os 27 anos de existência da EJA no contexto brasileiro. Contribuindo para o

entendimento das complexidades e dos potenciais da EJA. Ao problematizar questões-chave e propor reflexões sobre o futuro desse sistema educacional, esperamos que este trabalho estimule discussões construtivas e contribua para a busca contínua por uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos os brasileiros.

CONTEXTO HISTÓRICO

O ensino de jovens e adultos no Brasil tem uma história marcada por desafios e transformações ao longo dos anos. Para entender um pouco mais sobre esse contexto histórico, é importante destacar alguns marcos relevantes na trajetória da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no país.

PERÍODO COLONIAL E IMPÉRIO

Os primórdios da educação de jovens e adultos relacionam-se ao processo histórico de colonização do Brasil, onde teve início no período subsequente à chegada dos padres jesuítas no ano de 1549 (Beserra; Barreto, 2014) momento histórico em que os missionários religiosos da Companhia de Jesus advindos de Portugal exerciam o papel de professores e detinham a responsabilidade sobre a educação de adultos brancos, indígenas (Santana, 2015) e, também, negros escravizados.

Segundo Darcy Ribeiro (1995), o Brasil registra, desde esse período, altos índices de sujeitos que foram inseridos em uma espécie de “educação escolar” por meio da catequização, ação que foi conduzida por europeus a fim de empreender uma pretensa pacificação desses povos (Motta, Alves; Maia, 2021),

Esse processo gerou na sociedade altos índices de sujeitos que não foram inseridos na escola, tornando assim um processo de ‘descolarização’, ou seja, indivíduos educados apenas através de suas experiências sem contar com uma educação escolar próxima do que conhecemos atualmente (Ribeiro, 1995). Nesse período a educação era responsabilidade da igreja e não do estado tendo por

objetivo ensinar os colonos a simples tarefa de ler e escrever (Silva et al, 2012).

Somente a partir de 1808, período conhecido como Brasil Império, por consequência da vinda da família real portuguesa para o Brasil, a educação de fato ganhou novamente uma função, isso porque na época foi emergente a necessidade da qualificação de trabalhadores para atender à aristocracia portuguesa por meio da criação de um processo de escolarização de adultos (Friedrich et al, 2010). Partindo da independência em 1822 e o início do Império, alguns esforços foram feitos para expandir a educação, mas ainda faltava uma abordagem inclusiva para essa parcela da população.

REPÚBLICA VELHA E ERA VARGAS

Durante a República Velha, avanços limitados na educação não conseguiram atender às necessidades dos jovens e adultos excluídos do sistema escolar. A Era Vargas trouxe novidades com leis trabalhistas e direitos sociais, a Educação de Jovens e Adultos efetivamente começa a se destacar no cenário educacional do país, quando em 1934, o governo cria o Plano Nacional de Educação que estabeleceu como dever do Estado o ensino primário integral, gratuito, de frequência obrigatória e extensiva para adultos como direito constitucional (Friedrich et al, 2010).

O Conselho Nacional de Educação, organizado na forma da lei, a elaborar o plano para ser aprovado pelo Poder Legislativo, sugerindo ao Governo as medidas que julgasse necessárias para a melhor solução dos problemas educacionais, bem como a distribuição adequada de fundos especiais (Plano Nacional de Educação, p. 13).

A Constituição de 1934 representou um marco legal significativo para a Educação no Brasil. No campo jurídico, a Carta Magna introduziu avanços consideráveis, especialmente no que se refere à obrigatoriedade da educação, à necessidade de um plano nacional educacional, à organização de um orçamento específico para a área e, de forma pioneira, ao reconhecimento de pessoas

adultas como destinatárias de ensino gratuito. No entanto, esse progresso foi abruptamente interrompido em 1937 com a promulgação da nova Carta Constitucional que gerou um retrocesso, de forma prática, a educação primária, minimamente, seja ofertada aos adultos de forma gratuita. (Silva e Watanabe, 2023)

Através da campanha de Educação de Adultos, lançada em 1947, abre-se a discussão sobre o analfabetismo e a educação de adultos no Brasil (Colavitto e Arruda, 2014). Nessa época criou-se o Serviço Nacional da Educação de Adultos (SNEA) voltado ao ensino supletivo.

MOVIMENTO BRASILEIRO DE ALFABETIZAÇÃO (MOBRAL) E A DITADURA MILITAR

Durante a década de 1950, com o processo de modernização que ocorria no Brasil, com uma crescente urbanização e industrialização, ampliava-se também a demanda pela educação como um todo, inclusive para jovens e adultos. Neste segmento, destacou-se a proposta do educador Paulo Freire, a qual segundo Porcaro (2007, p. 02), significou um novo paradigma pedagógico, pois a concepção pedagógica por ele iniciada trazia consigo um outro ponto de vista sobre o problema do analfabetismo, destacando assim, às classes populares, no sentido de entender as duas vertentes bastante criticadas da época: educação e sociedade (Beluzo; Toniosso, 2015).

Esse método de alfabetização utilizado por Paulo Freire, se caracterizava por possuir uma perspectiva libertadora e era baseado principalmente nos conhecimentos prévios dos alunos, buscando compreender suas próprias experiências de vida, fazendo com que o indivíduo adquirisse consciência crítica, podendo compreender e questionar sua própria realidade (Horiguti, 2009, p. 06).

Como o trabalho de Paulo Freire teve uma repercussão positiva, ele foi encarregado pelo governo federal no ano de 1963 para desenvolver o Programa Nacional de Analfabetismo e

elaborar um Plano Nacional de Alfabetização. Apesar disso, de acordo com Aranha (1996, p. 196), em 1964 houve a implantação do regime militar, e com isso, o Plano Nacional de Alfabetização foi interrompido, ocorrendo uma ruptura do trabalho de alfabetização realizado por Paulo Freire.

À vista disso, em 1967 surge o Movimento Brasileiro de Alfabetização, mais conhecido como MOBRAL, esse movimento surgiu, de acordo com a Lei nº 5.379, quando o governo assumiu o controle da alfabetização de adultos. O Mobral foi fundado com algumas metas vistas como relevantes para a população adulta analfabeta da época. Belluzzo e Tonisso (2015) apontam que na concepção educacional do regime militar, tinha como seus principais objetivos: erradicar o analfabetismo, integrar os analfabetos na sociedade, dar oportunidades a eles através da educação, buscando assim, benefícios para a população menos favorecida economicamente.

De acordo com os métodos que foram utilizados no ensino do Mobral, em conformidade com Aranha (1996, p. 207), eram praticamente os mesmos adotados por Paulo Freire, no entanto, de maneira deformada, pois o governo oferecia o seu oposto, eles não consideravam o conhecimento prévio do aluno e tampouco existia o processo de conscientização, a qual era sustentado por Freire.

Mas a ditadura militar controlou a educação, limitando sua abrangência e perspectivas. Os programas, movimentos e campanhas foram extintos ou fechados. A desconfiança e a repressão reinantes atingiram muitos dos promotores da educação popular e da alfabetização.

CONSTITUIÇÃO DE 1988 E NOVOS PROGRAMAS EDUCACIONAIS

A promulgação da Constituição de 1988 representou um marco importante ao reconhecer o direito à educação para todas as idades. Em 1996, surge a nova Lei de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional (LDB) (nº. 9.394/96)¹, que reafirma o direito dos jovens e adultos trabalhadores ao ensino básico e ao dever público sua oferta gratuita, estabelecendo responsabilidades aos entes federados através da identificação e mobilização da demanda, com garantia ao acesso e permanência (Brasil, 1996). Nesse contexto, surgiram programas governamentais como o “Programa Brasil Alfabetizado”, visando aumentar a oferta de ensino para jovens e adultos e combater o analfabetismo.

REFLEXÕES

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil revela uma persistente falta de progresso significativo ao longo de sua trajetória. A EJA é destinada a pessoas que não tiveram acesso ou continuidade no Ensino Fundamental ou Médio em idade própria, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). No entanto, questionamos o conceito de “idade própria” para ter acesso à escolarização, uma vez que a educação deve ser inclusiva e acessível a todas as idades. Por meio disso, Di Pierro (2001) exprime que:

Um passo prévio implica superar a concepção de que a idade adequada para aprender é a infância e a adolescência e que a função prioritária ou exclusiva da educação de pessoas jovens e adultas é a reposição de escolaridade perdida na “idade adequada”. Reconhecendo, de um lado, que jovens e adultos são cognitivamente capazes de aprender ao longo de toda a vida e que as mudanças econômicas, tecnológicas e socioculturais em curso neste final de milênio impõem a aquisição e atualização constante de conhecimentos pelos indivíduos de todas as idades, propugna-se conceber todos os sistemas formativos nos marcos da educação continuada (Di Pierro, 2001).

O aprendizado é um processo contínuo ao longo da vida, e todas as idades são apropriadas para adquirir novos conhecimentos e habilidades. É importante investir não apenas na educação infantil,

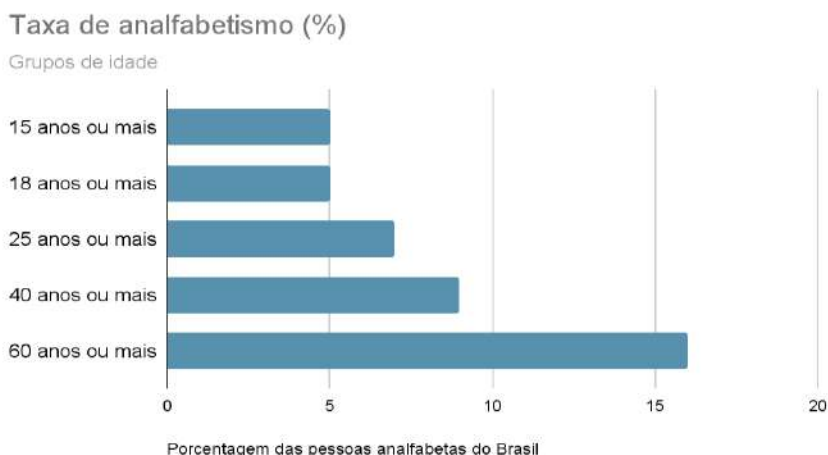
¹ Período em que a EJA se constituiu em uma modalidade da Educação Básica, nas etapas do Ensino Fundamental e Médio.

mas também na educação de adultos e na promoção da alfabetização entre os pais e familiares, é fundamental para enfrentar o ciclo de analfabetismo e melhorar a educação geral.

Logo, entendemos que a EJA é uma importante ferramenta para combater o analfabetismo e proporcionar o acesso à educação, pois há uma parcela significativa da população que foi excluída do sistema educacional. Em vista disso, as políticas públicas e programas de EJA são essenciais para a inclusão social, redução da desigualdade educacional, a mesma tem uma conexão direta com pessoas analfabetas, oferecendo-lhes uma oportunidade de aprendizado e desenvolvimento pessoal que antes lhes era negada. Gadotti (2014).

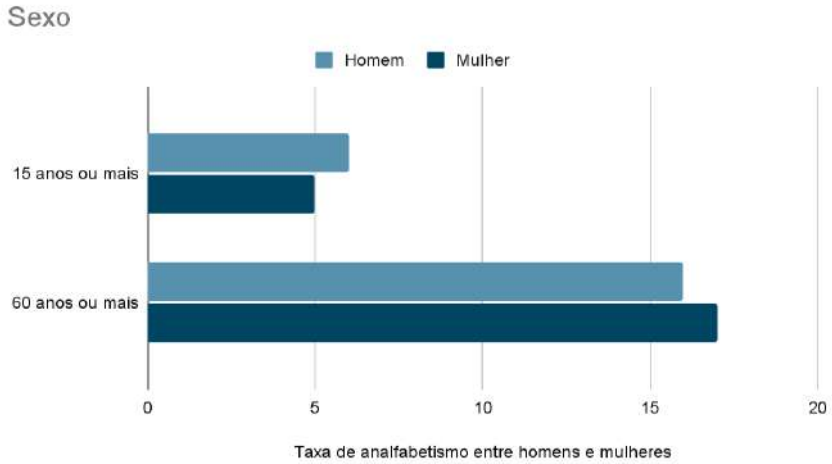
Diante dos dados, podemos observar que embora tenham ocorrido avanços nas últimas décadas, o país ainda enfrenta altos índices de analfabetismo funcional e absoluto em algumas regiões e entre certos grupos populacionais. A seguir apresentamos nas figuras (1, 2, 3 e 4) números atuais relacionados ao analfabetismo de jovens e adultos no último ano, os dados estão apresentados separadamente de acordo com: idade, sexo, regiões do Brasil e cor.

Figura 1: Taxa do analfabetismo por idade



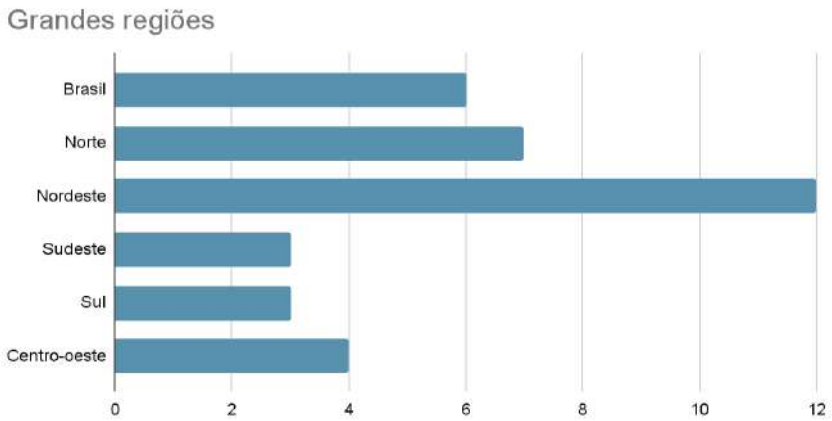
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2022. Adaptado pelo autor.

Figura 2: Taxa do analfabetismo por sexo



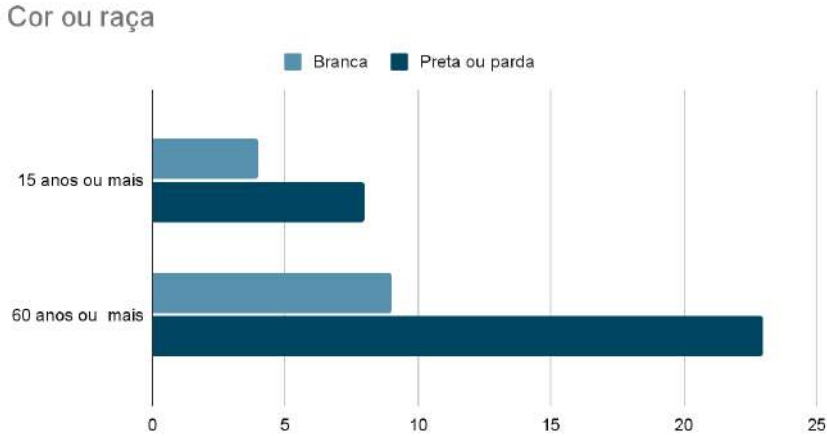
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2022. Adaptado pelo autor.

Figura 3: Taxa do analfabetismo por regiões



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2022. Adaptado pelo autor.

Figura 4: Taxa do analfabetismo por cor ou raça



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2022. Adaptado pelo autor.

Ao analisar o último censo do IBGE (2022) podemos ver que a taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais recuou de 6,1% em 2019 para 5,6% em 2022, uma redução de pouco mais de 490 mil analfabetos no país, chegando a menor taxa da série, iniciada em 2016. No total, eram 9,6 milhões de pessoas que não sabiam ler e escrever, sendo que 55,3% (5,3 milhões) delas viviam no Nordeste e 54,2% (5,2 milhões) tinham 60 anos ou mais.

Percebe-se, a partir dos dados expostos, que houve progressos em termos de redução do analfabetismo no Brasil. No entanto, para alcançar uma sociedade mais igualitária e educada, é crucial investir em educação de qualidade, melhorar a formação de professores, ampliar o acesso à educação em áreas rurais e remotas

Deslocando a análise para o ambiente escolar, é perceptível que este, historicamente orientado para crianças e adolescentes, nem sempre consegue acolher de maneira adequada os adultos envolvidos na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Esse cenário frequentemente resulta em um sentimento de desencaixe e inadequação por parte dos alunos adultos, dificultando a

construção de um senso de pertencimento e a identificação positiva com o espaço escolar.

Na opinião de Gadotti (2014):

É uma humilhação para um adulto ter que estudar como se fosse uma criança, renunciando a tudo o que a vida lhe ensinou. É preciso respeitar o aluno adulto, utilizando-se uma metodologia apropriada, que resgate a importância da sua biografia, da sua história de vida. Os jovens e adultos alfabetizados já foram desrespeitados uma vez quando tiveram seu direito à Educação negado. Não podem, ao retomar seu processo educacional, ser humilhados, mais uma vez, por uma metodologia que lhes nega o direito de afirmação de sua identidade, de seu saber, de sua cultura. (Gadotti, 2014, p. 17).

Além disso, a falta de materiais didático-pedagógicos adequados e a utilização de avaliações tradicionais, que não levam em conta as particularidades dos estudantes adultos, contribuem para o desinteresse e a evasão escolar. A maioria dos estudantes da EJA pertence à classe trabalhadora, e a necessidade de conciliar trabalho e estudo torna-se um desafio, pois a escola muitas vezes não oferece as condições necessárias para essa conciliação.

EJA E BNCC NA ATUALIDADE

A Base Nacional Comum Curricular, popularmente conhecida como (BNCC), é um documento normativo que estabelece os conteúdos mínimos que todos os estudantes têm o direito de aprender nas escolas brasileiras, foi criada para ser referência para elaboração dos currículos escolares. Para isso, ela determina quais são as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver enquanto estiverem na educação básica, seja ele estudante de escola municipal, estadual, federal ou particular. Brasil (2018)

A BNCC tem um total de três versões, tudo se iniciou em 16 de setembro de 2015 quando a 1ª versão da BNCC foi disponibilizada, a falta de qualquer menção à Educação de Jovens e Adultos (EJA) chamou a atenção. Esse abandono se tornou um

tópico discutido em reuniões com educadores. Em 3 de maio de 2016 a 2ª versão da BNCC foi disponibilizada, houve uma pequena alteração a fim de compensar a ausência da EJA na primeira versão, onde antes se lia “crianças e adolescentes”, passou a figurar “crianças, adolescentes, jovens e adultos”. Em 14 de dezembro de 2018, o ministro da Educação, Rossieli Soares, homologou o documento da Base Nacional Comum Curricular para a etapa do Ensino Médio e a EJA mais uma vez não foi citada, o que sugeria que esse documento não abrangia essa modalidade (Brasil, 2018).

A análise procedente identifica uma lacuna significativa na BNCC, já que o documento se concentra principalmente em crianças e adolescentes, não abordando especificamente as necessidades e características da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Ficou claro que a BNCC, conforme estava sendo proposta, não era adequada ao público da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essa omissão é relevante, pois as demandas educacionais e os contextos de aprendizagem de uma criança de 8 anos diferem consideravelmente daqueles de um adulto de 40 anos (Catelli Jr 2019).

A EJA abrange um público diversificado de adultos que buscam retomar ou iniciar sua trajetória educacional para concluir o Ensino Fundamental e Médio. Esses estudantes trazem consigo experiências de vida, conhecimentos prévios e objetivos pessoais distintos dos alunos mais jovens, o que requer abordagens e estratégias educacionais adequadas à sua realidade. (Colavitto e Arruda, 2014)

A total displicência dos governantes que homologaram a BNCC, fica um questionamento interessante de Catelli Jr (2019) “... qual o lugar da Educação de Jovens e Adultos em um país em que cerca da metade da população com 15 anos ou mais não concluiu nem mesmo o Ensino Fundamental” (Catelli Jr 2019)

Sob a perspectiva curricular, pesquisas recentes têm sugerido que progredir na Educação de Jovens e Adultos requer um avanço concomitante na elaboração de um currículo que reflita a diversidade dos indivíduos que buscam essa modalidade. A inclusão de uma seção específica voltada para a EJA na BNCC seria

importante, pois possibilita considerar as particularidades desse público. Tal seção deveria abordar os objetivos de aprendizagem pertinentes à fase adulta da vida, levando em conta temas relevantes para a formação de cidadãos conscientes, capazes de se integrar ativamente na sociedade e no mercado de trabalho.

Portanto, ao abordar a Educação de Jovens e Adultos na BNCC, poderíamos suprir essa lacuna, promovendo uma educação mais inclusiva e atendendo às demandas específicas desse público, que é tão relevante para a construção de uma sociedade mais equitativa e enriquecedora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste contexto, propomos repensar a educação escolar para o público da EJA, considerando suas características e particularidades. É fundamental buscar uma abordagem pedagógica mais flexível e contextualizada, que dialogue com a realidade dos estudantes e contribua para a construção de uma educação mais significativa, inclusiva e transformadora. Dessa forma, esperamos contribuir para a superação dos desafios enfrentados na EJA e promover a igualdade educacional e o desenvolvimento social no Brasil.

Em resumo, ao repensar a educação escolar na EJA e adotar uma abordagem pedagógica mais flexível, contextualizada, inclusiva e transformadora, estamos pavimentando o caminho para um futuro educacional mais promissor no Brasil. Nossa esperança é que essas mudanças contribuam para a superação dos desafios enfrentados na EJA, promovam a igualdade educacional e, por fim, impulsionem o desenvolvimento social em nosso país. Ao investir na educação dos jovens e adultos, estamos investindo no futuro de nossa nação, construindo uma sociedade mais justa e próspera para todos.

REFERÊNCIAS

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. **História da educação**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1996.

BELUZO, Maira Ferreira. **O Mobral e a alfabetização de adultos: considerações históricas**. 2015.

BESERRA, Valesca; BARRETO, Maribel Oliveira. Trajetória da educação de jovens e adultos: histórico no Brasil, perspectivas atuais e conscientização na alfabetização de adultos. **Cairu em Revista**. Ano, v. 3, p. 164-190, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016].

BRASIL. **Lei nº. 5.692**, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 ago. 1971.

BRASIL. **Lei nº. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 1996.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, **LDB. 9394/1996**. BRASIL.

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

CATELLI JR, Roberto. O não-lugar da Educação de Jovens e Adultos na BNCC. Educação é a Base. **Educadores discutem a BNCC**. v. 23, p. 313-318, 2019.

COLAVITTO, N.B e ARRUDA, A.L.M.M. Educação de Jovens e Adultos (eja): A Importância da Alfabetização. **Revista Eletrônica Saberes da Educação – Volume 5 – nº 1 – 2014**

DI PIERRO, Maria Clara; JOIA, Orlando; RIBEIRO, VERA. Visões da educação de jovens e adultos no Brasil. **Cadernos Cedes**, v. 21, p. 58-77, 2001.

FRIEDRICH et.al. Trajetória da escolarização de jovens e adultos no Brasil: de plataformas de governo a propostas pedagógicas esvaziadas. **Ensaio: avaliação das políticas públicas educacionais**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 67, p. 389-410, abr./jun. 2010.

GADOTTI, Moacir. **Por uma política nacional de educação popular de jovens e adultos**. São Paulo: Moderna: Fundação Santillana, p. 1575-0345, 2014.

HORIGUTI, Angela Curcio. **Do mobral ao PROEJA: conhecendo e compreendendo as propostas pedagógicas**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Profissional integrada à Educação Básica na modalidade Educação de Jovens e Adultos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Brasil**. Brasília, DF: IBGE, 2022.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e Terra, 1967.

MOTTA, Julia Pereira; ALVES, Carolina da Paz Sousa; MAIA, Maria Vitória Campos Mamede. A prática pedagógica decolonial na educação de jovens, adultos e idosos: abordagens criativas de leitura e escrita a partir de recurso literário no processo de ensino-aprendizagem. **Discentes: Revista Científica da Universidade do Estado da Bahia-Campus XVI-Irecê**, v. 8, n. 2, p. 52-68, 2021.

PORCARO, Rosa Cristina. **A história da educação de jovens e adultos no Brasil**. Viçosa: Departamento de Educação da Universidade Federal de Viçosa, 2007.

RIBEIRO, Vera Masagão. A formação de educadores e a constituição da educação de jovens e adultos como campo pedagógico. **Educação & Sociedade**, v. 20, p. 184-201, 1995.

SILVA, Jaqueline Luiza da, et al. Escolas eficazes na educação de jovens e adultos: estudo de casos na rede municipal do Rio de Janeiro. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 28, n. 02, jun. 2012.

SILVA, M. M.; WATANABE, Y. N. Educação De Jovens E Adultos (Eja) Nas Constituições Federais Brasileiras: Entre O Ideal, O Legal E O Real. SciELO Preprints, 2024. DOI: 10.1590/ **SciELO Preprints**.

UNESCO. Declaração de Hamburgo sobre Aprendizagem de Adultos V Conferência Internacional de Educação de Adultos **V CONFINTEA** – Julho 1997.

Capítulo 3 ...

PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA ARTICULADA ÀS CULTURAS INDÍGENAS (LEI Nº 11.645/08)

Brenda dos Santos Barbosa**; Luis Felipe Lima Guimarães**; Luciane
Jatobá Palmieri****

** Petiano (a) egresso (a) do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: barbosa.brenda@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Em 9 de janeiro de 2003, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva sancionou a Lei nº 10.639 que tornou obrigatório o estudo da História e Cultura Afro-Brasileira na Educação Básica. Cinco anos mais tarde, em 10 de março de 2008, ela é alterada para inclusão dos povos indígenas tornando-se assim a Lei 11.645, ressaltando que:

Os conteúdos referentes à história e cultura afro-brasileira e dos povos indígenas brasileiros serão ministrados no âmbito de todo o currículo escolar, em especial nas áreas de educação artística e de literatura e história brasileiras (Brasil, 2008).

Por mais que seja enfatizado que o ensino de tais culturas seja realizado em especial nas referidas áreas de Artes, Literatura e História, a obrigatoriedade é para todo o currículo escolar. É bem verdade que dificilmente há menção das culturas indígenas na disciplina de Química na Educação Básica, principalmente quando é mais fácil fechar os olhos e deixar essa responsabilidade a cargo

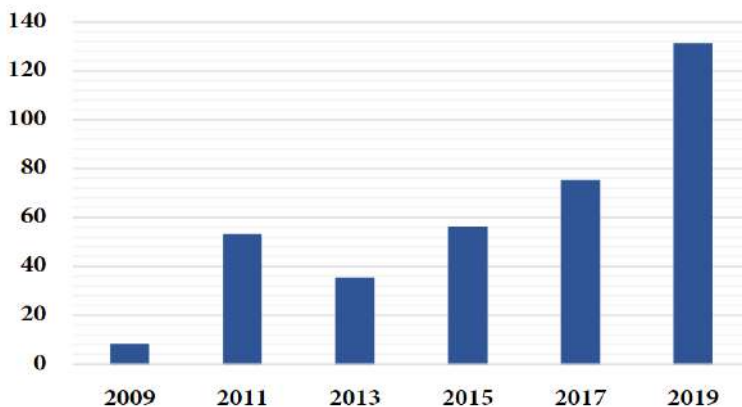
dos professores de História. Entretanto, a problemática é maior e podemos nos questionar: se é obrigatório ensinar, não deveria ser obrigatório aprender?

Assim, este trabalho pretende refletir e problematizar a formação de professores de Química no que diz respeito às culturas dos povos originários e à produção de materiais didáticos, além de discutir as contribuições de todo o processo construtivo destes materiais em um curso de Licenciatura em Química.

PROBLEMATIZAÇÕES INICIAIS

O número de pesquisas realizadas e trabalhos publicados com essa temática na área de Ciências/Química vem crescendo, porém ainda é algo novo e pouco explorado pela grande maioria dos pesquisadores. Em 2019, mais de 120 trabalhos foram apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) na linha temática “Diversidade, Multiculturalismo e Interculturalidade”, que apareceu no evento em 2009 com o intuito de discutir sobre inclusão, gênero, religião, classe; **educação para relações étnico-raciais**; educação do campo, **indígena, quilombola** e de outros grupos sociais específicos; e políticas de ações afirmativas. A figura abaixo explicita o crescente número de trabalhos nesta área nos últimos anos do evento. Em contrapartida, o número caiu para 62 em 2021, provavelmente por ter sido um evento online em consequência da pandemia de Covid-19.

Figura 1: Quantidade de trabalhos apresentados em Diversidade, Multiculturalismo e Educação em Ciências.



Fonte: Nascimento; Gouvêa, 2021.

No que diz respeito aos trabalhos que discutem sobre a educação indígena o número passou de 2, em 2011, para 5, de 2017 a 2019. Com relação à raça e etnia, o número de trabalhos saltou de 2, em 2011, para 9 em 2019 (Nascimento e Gouvêa, 2021).

Em 2020 a Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM) abriu uma chamada para publicação em dossiê temático intitulado “Ancestralidades afro e indígena: a Química sob novos antigos olhares”, os prazos foram prorrogados até 2021. Ao todo dez trabalhos foram publicados, dentro os quais 2 abordam a temática indígena. São eles: “O Uso de Corantes Naturais por Algumas Comunidades Indígenas Brasileiras: Uma Possibilidade para o Ensino de Química Articulado com a Lei 11.645/2008” e “(Des)Caminhos na Formação e Ação Docente: Reflexões sobre a EREER no PIBID/Química/UFS/Itabaiana”. Este último se configura como um relato de experiência, no qual buscou explicitar as dificuldades e desafios da Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER).

Observamos a importância dessas iniciativas como incentivo para a abordagem e estudos das culturas que compõem nosso país no Ensino de Química, bem como a divulgação e popularização destes trabalhos. Entretanto, podemos deduzir que a prorrogação do

prazo para submissão se deve ao fato da pouca familiaridade de professores e pesquisadores da área/Ensino de Química com o tema.

Refletimos que deveria ser natural falar sobre as culturas indígenas, já que tais povos são a constituição do que é ser brasileiro. Porém, não é. A exploração e devastação decorrente do processo de colonização apagou aos poucos a identidade original do Brasil e até hoje é assim. Ainda há resquícios das práticas dessa época tão dolorosa e as populações indígenas, as poucas que restaram, continuam a ser apagadas. Em paralelo, lembramo-nos que ensinar não é um dom. Ensinar é estudo, é metodologia, é prática e é formação. Então, retomemos o nosso questionamento.

Iniciativas têm sido tomadas para contornar tal situação. Trazendo para o nosso contexto, há a oferta de uma disciplina optativa no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), *campus* de Araguaína, intitulada “CHU894 - Cultura brasileira e as questões étnico-raciais” que tem por objetivo oferecer aos licenciandos e licenciandas uma compreensão de Educação e Educação em Ciências/Química antirracista, por meio de embasamento teórico (relações étnico-raciais e intercultural) e contato com as pesquisas na área do Ensino em Ciências/Química que problematizam a temática e sua materialização nas práticas educativas em Ciências/Química. A iniciativa do colegiado do referido curso deve ser comemorada, mas continua a ser um problema pois a disciplina não é obrigatória.

Na disciplina, além das discussões teóricas dos textos trabalhados, uma das principais formas de introduzir os embasamentos adquiridos no campo educacional foi a elaboração e produção de materiais didáticos para a divulgação das contribuições dos povos africanos, afro diaspóricos, indígenas e quilombolas, com a finalidade de colaborar para os avanços dos conhecimentos científicos e tecnológicos realizados pela humanidade.

Ao longo dos séculos, o homem adquiriu e aperfeiçoou suas habilidades manuais e cognitivas para utilização de técnicas,

construção de materiais e produção de recursos como meio de tornar o trabalho mais eficiente e a vida mais confortável. Essa realidade não é exceção no campo da Educação, na qual recursos e materiais metodológicos são pensados, elaborados e aplicados como meio de contribuir para melhorias no ensino e aprendizagem e também na formação docente (Souza *et al.*, 2018). A exemplo disso temos os materiais didáticos, que podem ser livros, cartilhas, panfletos, jogos e diversas outras opções desde que este material tenha por objetivo a aprendizagem do aluno.

A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

O professor tem um importante papel no que diz respeito a ensinar, que para Libâneo (2010) significa ajudar os educandos a desenvolverem suas capacidades intelectuais e capacidades reflexivas frente à modernização da sociedade, à sua complexidade, ao conjunto de problemas sociais que a afeta e com isso construir uma base de ensino e aprendizagem sólida e crítica. Daí vem um importante ponto a ser desenvolvido desde a graduação: o domínio de metodologias, bem como a busca pelas mais adequadas, conforme a necessidade. Formar o professor para que seja capaz de se adequar e buscar as melhores maneiras de ensinar é um ponto crucial na graduação.

Sabe-se que uma das dificuldades enfrentadas na Educação Básica, pelos professores de Química, é planejar aulas que prendam a atenção de alunos, dado que, de acordo com uma investigação realizada por Lunkes e Filho (2011), os alunos ingressam no Ensino Médio sem muitas expectativas, mas com um certo interesse pela Ciência. No decorrer desses três anos, se deparam com conceitos complicados, fórmulas complexas e conteúdo que não são correlacionados ao seu cotidiano, dificultando mais ainda o processo de aprender. Assim, finalizam essa etapa da educação com baixo interesse pelo campo científico.

Acreditamos que parte dessas dificuldades se dá pela abordagem metodológica do professor em sala de aula. Ensinar conteúdo e conceitos Químicos é indispensável e necessita-se de uma abordagem tradicionalista em alguns aspectos. Porém, ela pode ser vinculada a outros meios de ensinar e de aprender, meios esses divertidos, dinâmicos e contextualizados. Tais materiais podem ser produzidos por professores e utilizados em suas aulas atrelados às maneiras divertidas e dinâmicas, caso o material produzido não seja um jogo, de aprender determinados conteúdos que geralmente são mais difíceis de serem compreendidos pelos alunos. Assim, abordando a produção de materiais didáticos na graduação e formando os professores neste âmbito, eles não ficam dependentes somente dos materiais didáticos distribuídos nas escolas.

Os livros didáticos são os principais materiais didáticos à disposição do professor e do aluno, na maioria das vezes é o primeiro recurso apresentado ao educador quando este é convidado a lecionar em uma escola. Para a construção e aprovação destes livros há uma leva de critérios a serem seguidos, logo, há uma limitação, exclusão e inclusão de temas, temáticas e conteúdos contidos nestes materiais (Vilarinho; Silva, 2015). E quando há uma temática importante a ser abordada em sala de aula, visando novos conhecimentos, aprendizagem de conteúdo e desenvolvimento social, que não há proposta nos livros didáticos, o professor e sua criatividade entram em ação para construir um próprio.

Neste processo de construção, o educador deve levar em consideração a realidade dos alunos, da escola e da comunidade, visando abordar temas de relevância para os educandos e para seu desenvolvimento. Tais pontos são de grande importância quando se busca atingir o objetivo de uma boa formação e de garantir que esse aprendizado tenha significado, no sentido de que faça parte da realidade do aluno, para que assim haja a possibilidade dele atribuir significados ao que foi aprendido de modo a relacionar com o que é “palpável” para si. Saindo do conhecimento do senso comum, para o conhecimento científico e assim caminhando para mais longe, desbravando novos conhecimentos e novas realidades.

Pensando nisso, frisamos a importância de formar professores autônomos e proativos, no sentido de que em situações assim não dependam do que lhes é imposto, mas busquem meios de alcançar o seu ideal no que diz respeito às práticas pedagógicas e ao ensino e aprendizagem. Principalmente quando o educador tem o dever de abordar temáticas culturais e sociais nas suas práticas e não há materiais para tal, que não apresentam essas questões de acordo com as ideias do professor em relação a elas ou de maneira mais adequada, tanto para o ensino dos temas/conteúdos quanto para a aprendizagem do aluno. De acordo com Souza *et al.* (2018), a elaboração de materiais didáticos viabiliza ao professor em formação o desenvolvimento de conhecimentos interdisciplinares, articulando teoria e prática neste processo, bem como promover uma formação docente de qualidade quando há tais propostas didático-metodológicas diversas.

QUÍMICA, FORMAÇÃO DOCENTE E OS POVOS ORIGINÁRIOS

Como já citada, a Lei 11.645 (Brasil, 2008) dá ênfase nas áreas de educação artística, literatura e história para abordagem obrigatória da história e culturas afro-brasileira e indígenas, porém deixando em aberto às possibilidades para tal abordagem nas demais disciplinas da Educação Básica. O incômodo vem quando há a obrigatoriedade em ensinar, mas a obrigatoriedade de formar não está presente em todos os cursos de Licenciatura, principalmente da área de Ciências da Natureza. É mais do que dever e talvez nos deveria ser natural falar disso, da nossa própria história e defendê-la, defender os povos que dela fazem parte. Precisou-se de uma lei para isso. Precisou-se de leis para tantas outras coisas.

Mas como abordar a história e as culturas indígenas de forma correta e verdadeira se ela foi alterada e massacrada ao longo dos anos? É preciso ser paciente e crítico para que nas nossas propostas, como professores-pesquisadores, não tratemos aspectos redundantes e superficiais. Mas que utilizemos e façamos dos nossos

recursos ferramentas ricas e importantes de aprendizado não só cientificamente, mas, não menos importante, socialmente também.

Para o Ensino de Química dar à mão à essa lei pode ser uma dificuldade. Normalizou-se, ou talvez esse sempre foi o pensamento, a Química como uma Ciência prática, experimental e distante. Normalizou-se deixar a cargo da História, da Geografia e da Literatura a abordagem mais “cultural”, social e humana do nosso ser. Como se a ética universal humana² não fosse um “dever” de todos. Observa-se que a formação na Licenciatura em Química é tão “robótica” que os graduandos se preocupam mais em aprender leis, fórmulas, cálculos e expressões técnico-científicas. A preocupação maior só é essa porque é o que nos foi/é ensinado.

A formação inicial de professores poderia ser bem mais sucedida se os conceitos e conteúdos que precisamos aprender para nos formar fossem ensinados a partir de metodologias as quais aprendemos na graduação para executar na Educação Básica, na nossa futura prática docente. Talvez seja por isso que quando chegamos à uma sala de aula, temos dificuldades em aplicar um conteúdo científico de maneira interdisciplinar e contextualizado, porque não fomos formados assim. Porém de maneira separada, disciplinas pedagógicas de um lado e disciplinas específicas da Química de outro. Nesse contexto, englobar as culturas do nosso país neste tipo de configuração de formação pode ser considerado algo idealizado demais a ser alcançado. Mas, com algumas iniciativas, como disciplinas extras e/ou optativas, essa realidade pode ser alterada. Apesar dos pequenos passos em direção à uma educação interdisciplinar e contextualizada, estamos andando.

Nessa perspectiva, a de formar, há inúmeros conteúdos possíveis a serem trabalhados dentro das culturas indígenas. Ricos em saberes ancestrais, principalmente no uso da natureza, os povos indígenas, bem como suas respectivas culturas, nos trazem um leque de possibilidades de ensino. A utilização da natureza pelos povos indígenas está intimamente interligada às suas culturas,

² FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

tradições e modo de vida. As comunidades aborígenes têm uma relação única com o meio ambiente, caracterizada por uma abordagem sustentável e respeitosa dos recursos naturais. As suas práticas tradicionais incluem o conhecimento aprofundado de plantas medicinais, métodos de cultivos ecológicos, técnicas de caça e pesca sustentáveis, bem como outras tarefas que permitem viver em harmonia com a natureza.

Ao adentrar no Ensino de Química, podemos abordar os aspectos históricos e culturais indígenas, conectando-os à Química e à importância das práticas tradicionais desses povos que utilizam recursos naturais. Enfatizando a sabedoria acumulada dessas culturas ao longo de gerações e como essas práticas estão enraizadas no conhecimento científico moderno que conhecemos. A utilização de exemplos práticos de como a Química está envolvida no seu cotidiano como a preservação ambiental, os conhecimentos sobre as substâncias, compostos, e moléculas encontrados em plantas medicinais, bem como suas eficácias, os processos de obtenção dos pigmentos naturais para tintas e até mesmo a preservação de alimentos por métodos tradicionais.

Somando-se a isso, há também as possibilidades de desenvolvimento de metodologias e materiais facilitadores de aprendizagem, além da própria contextualização. Vale ressaltar que é de suma importância, e ter sempre em mente, que ao ensinar Química pautado nas culturas indígenas deve-se trabalhar com sensibilidade, respeito e ética, pois o objetivo é promover uma educação inclusiva que respeite e valorize as diversas formas de conhecimentos existentes na nossa sociedade. Esse tipo de abordagem pedagógica, que integra o conhecimento tradicional ao conhecimento científico, tem um grande potencial, além dos já citados, de promover e amplificar a valorização da diversidade cultural e uma maior conexão entre aluno, professor e conteúdo.

PRODUZINDO UM MATERIAL DIDÁTICO ARTICULADO À LEI Nº 11.645

A abordagem da história e das culturas indígenas no Ensino de Química é enriquecedora para o professor e principalmente para o aluno. Quando abrimos a possibilidade de integrar conhecimentos científicos aos conhecimentos tradicionais, possibilitamos uma aprendizagem interdisciplinar e inclusiva que valoriza a diversidade cultural e mostra ao aluno que a Ciência está “logo ali”. Diferentemente de quando há uma abordagem pedagógica tradicional e fechada de conteúdo, não ligado a um tema, passando uma mensagem ao aluno de que a Ciência é distante, imutável, formada e construída somente pelos países ao Norte.

É interessante explicitar que há Ciência aqui também, ao sul, e que provavelmente a Ciência do norte pertenceu à princípio ao sul também. A abordagem histórica e cultural nas aulas de Química abre portas para discussões mais sociais e de relevância para entendermos a construção da Ciência que conhecemos. Mostrar que ela está no nosso dia a dia, nas nossas origens e “pertinho” da gente é o ponto principal a ser desenvolvido no aluno, para desmistificar a visão de que ela é distante, fora da realidade e complexa. Talvez até seja complexa, mas com as ferramentas corretas podemos facilitá-la para promover um melhor entendimento. É com estas reflexões que iniciamos um breve relato da construção de um material didático abordando a Química nas culturas indígenas.

O material foi elaborado a partir da disciplina já citada “CHU894 - Cultura Brasileira e as Questões Étnico-raciais” de maneira a incitar a criatividade do aluno e autonomia em relação a escolher uma temática voltada às discussões realizadas durante o semestre para construção de um material didático, sendo ele jogo, fanzine, cartilha e outros. Escolhemos, portanto, elaborar e

produzir uma cartilha³ digital voltada para a Química do Urucum presente nas culturas indígenas, já que o pigmento do fruto é uma notável característica de muitos desses povos.

A cartilha foi construída para o uso do professor de Química e foi dividida em três partes, a iniciar com a origem do urucum e a história em relação aos povos indígenas. Na sequência há roteiros experimentais baseados nas extrações de duas etnias, Bakairi e Terena, e por fim deixamos dispostos alguns conteúdos que podem ser abordados pelo professor dentro da temática. A Figura 2 apresenta a capa e contracapa do material.

Figura 2: Capa e contracapa da cartilha.



Fonte: Barbosa; Guimarães, 2023.

Iniciamos o processo de elaboração de textos teóricos contando desde o princípio à primeira menção do fruto urucum, na carta de Pero Vaz de Caminha mandada ao rei de Portugal, e dos povos aqui encontrados. Citamos as características deste fruto, da sua árvore e origem. Posteriormente, selecionamos conteúdos de

³ Acesse o material completo por meio do link: <https://drive.google.com/drive/folders/1EQRx6Fx2psLzhtFITwtUW031hrh9ZHYz?usp=sharing>.

textos referentes ao uso do urucum na culinária, artesanato e medicina indígenas com base em artigos já publicados por pesquisadores do meio. Importante citar que a cartilha foi construída com uma linguagem simples e de fácil entendimento em conjunto com figuras que ilustrassem a mensagem dos textos.

Em sequência a Química foi abordada em cada aspecto de uso citado, como o pigmento, o chá das folhas, pomadas como cicatrizantes e outros, trazendo uma breve explicação científica para o uso do urucum e urucuzeiro pelos povos indígenas. Mais à frente a molécula do pigmento é ilustrada, os grupos e funções orgânicas presentes, e os elementos químicos que constituem a molécula, com o propósito de abranger uma gama de conteúdo químico no material proposto, servindo assim a todas as séries da Educação Básica, a depender da criatividade do professor ao utilizar a cartilha para elaboração de sua aula.

Há também roteiros experimentais escolhidos a partir de um artigo de Campos e Leão (2018), baseado em duas etnias e em três técnicas de extração. O intuito da experimentação no Ensino de Química é ser utilizada de modo a fugir das aulas tradicionais e pouco contextualizadas, trazendo inovação e aspectos visuais, assim, considerada uma importante estratégia para o ensino e aprendizagem se bem utilizada (Gonçalves e Goi, 2021). Até porque a experimentação por si só não garante que o aluno vá aprender, é importante o acompanhamento constante do professor e que o experimento tenha uma proposta de ensino significativa, objetivando para além da visualização e instrumentação laboratorial.

Além disso, no contexto do material elaborado, os roteiros tem por objetivo também trazer os métodos de extração do pigmento do urucum utilizados pelos povos indígenas para dentro do laboratório, sem alterar nenhum dos passos seguidos por eles. Ao fim da cartilha, dispusemos de indicações de temáticas, conteúdos e maneiras de abordá-los em sala de aula. Direcionando o professor por qual caminho seguir, qual Tendência Pedagógica e metodologias escolher.

Figura 3: Sumário e página 8 da cartilha.

SUMÁRIO	
Urucum: a origem	5
Urucum: na culinária	13
Urucum: na medicina	14
Urucum: na ornamentação	17
Extraindo o pigmento Povo Terena Povo Bakairi Povo sul-mato-grossense	19
E agora o que fazer?	23
Urucum: o que abordar na minha aula?	24
Urucum: quais conteúdos trabalhar	25
Materials consultados	26



Fonte: Barbosa; Guimarães, 2023.

A cartilha é toda ilustrada, como viés representativo, para que a leitura e estudo não se torne maçante. Se o objetivo é facilitar a aprendizagem, não se pode construir um material engessado e tradicional, mesmo que o material não seja para o uso direto do aluno.

Figura 4: Roteiro experimental e propostas de conteúdos da cartilha.

Povo Terena Sul-mato-grossense

Material:
 Balança analítica;
 Bastião de vidro;
 Béqueres 100 mL;
 Chapa aquecedora;
 Funil de vidro;
 Frasco de vidro;
 Peneira;
 Proveta 10 mL.

Solvente:
 Óleo vegetal (óleo de soja).

Procedimento:
 1. Em um béquer de 100 mL pesar 10 gramas de semente de urucum em uma balança analítica;
 2. Após pesagem, adicionar 13 mL de óleo vegetal ao béquer e levar à chapa aquecedora a 115 °C por 25 minutos;
 3. Após isso, separar o líquido das sementes utilizando uma peneira e um béquer;
 5. Com o auxílio de um funil, transportar o líquido para um frasco.

Urucum: quais conteúdos trabalhar?

- Funções orgânicas: Hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos e éster.
- Grupos orgânicos: carotenóides.
- Nomenclatura dos hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos e ésteres, bem como a nomenclatura da bixina segundo a IUPAC.
- Tabela periódica: elementos químicos, cálculo de massa, eletronegatividade dos elementos presentes no urucum.
- Isomeria cis e trans: como essas isomerias influenciam na solubilidade e no rendimento das extrações do pigmento do urucum.
- Polaridade das moléculas e solubilidade: por que é possível utilizar tanto água (solvente polar) quanto gordura/óleo vegetal (solvente apolar) na extração e qual o impacto no rendimento do pigmento?
- Solução, mistura e substâncias químicas.

Fonte: Barbosa; Guimarães, 2023.

Apesar dos direcionamentos ao fim da cartilha, é o professor quem decidirá que caminho tomar ao elaborar sua aula. O material tem um viés progressista, por defender o ensino por temas geradores, assim como Paulo Freire aconselha em sua pedagogia⁴, por ter um conteúdo que tem por objetivo provocar discussões sobre os saberes científicos presentes nas culturas indígenas e, conseqüentemente, trazer outras discussões sociais relevantes para o desenvolvimento crítico e cidadão do aluno. Mas não seremos nós que obrigaremos o professor a segui-lo. Assim, fica a critério do educador que concepção pedagógica e quais metodologias fará uso para desenvolver a sua aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho discute as contribuições que o material didático promove no processo de formação inicial do professor e no processo de ensino e aprendizagem de Química, bem como relata a experiência da elaboração de uma cartilha no âmbito da disciplina “CHU894 - Cultura Brasileira e as Questões Étnico-raciais”.

A elaboração da cartilha foi desenvolvida visando aplicar as discussões teórico metodológicas referente aos povos indígenas, na qual se discute os aspectos históricos, culturais e correlacionando com o Ensino de Química.

Nesse íterim, salientamos a importância de mais iniciativas de formação como esta, e chamamos a atenção para a falta da não obrigatoriedade de formar o professor para a abordagem destas temáticas em sala de aula, salvo a História. Se é dever ensinar tem de ser dever também formar. Além da promoção do respeito às diversidades culturais, tais abordagens possibilitam o conhecimento dos povos que constituíram/constituem o Brasil que para “nós” nos são estranhos, bem como os diversos benefícios já citados em relação à formação inicial do professor.

⁴ Pedagogia libertadora.

Destacamos ainda a propagação e o incentivo de construção de trabalhos dentro de tais temáticas, de divulgação e pesquisas em relação às diversidades culturais, à Lei nº 11.645 e da disseminação de seus saberes dentro do espaço escolar. Os pontos aqui abordados que podem e devem ser trabalhados na sala de aula são de suma importância para a formação social do educando, já que entre tantos objetivos, o Ensino de Química também deve possibilitar o desenvolvimento social e cultural, além do preparo para a vida em sociedade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 10.639, de 09 de janeiro de 2003.** Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, DF, 9 jan. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.639.htm#:~:text=L10639&text=LEI%20No%2010.639%2C%20DE%209%20DE%20JANEIRO%20DE%202003.&text=Altera%20a%20Lei%20no,%22%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 17/07/2023.

BRASIL. **Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008.** Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei no 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". Casa Civil, Brasília, DF, 10 mar. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11645.htm. Acesso em: 17/07/2023.

CAMPOS, D. D. ; LEÃO, M. F. Utilização do urucum pelos indígenas Terena do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul:

divulgação de saberes tradicionais e científicos. **Ex@tas Online**, vol. 9, n.1, p. 12-30, 2018.

GONÇALVES, R. P. . N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 136–152, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627>. Acesso em: 17/07/2023.

LUNKES, M. J.; FILHO, J. B. da R. A baixa procura pela Licenciatura em Física, com base em depoimentos de estudantes do Ensino Médio público do oeste catarinense. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 21-34, 2011.

NASCIMENTO, H. A.; GOUVÊA, G. Diversidade, Multiculturalismo e Educação em Ciências: Olhares a partir do Enpec. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 469–496, 2020. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2020u469496. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19614>. Acesso em: 01/07/2023.

ORNOLD, A. **Função da escola por Libâneo**. Youtube, 2010. 1 vídeo (2:22 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=6kk__FXVwC0&t=9s. Acesso em:01/07/2023.

SOUZA, G. A. P.; GHIDINI, A. R.; SANTOS, A. L.; SOUZA, A. A. de. Elaboração de Materiais Didáticos: Possibilidades na Formação de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 47–58, 2018. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1345>. Acesso em: 01/07/2023.

VILARINHO, L. R. G.; SILVA, J. de S. N. da. A avaliação do livro didático como instrumento de afirmação da autonomia da escola e de seus docentes. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 21, 2015, p. 403-428. Disponível em: <https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/895>. Acesso em: 24/08/2023.

Capítulo 4 ...

O ESTUDO DO PLANEJAMENTO DIDÁTICO- PEDAGÓGICO NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM QUÍMICA: EXPERIÊNCIA UTILIZANDO UMA UDM

Lucas Emanuel Oliveira Sabino**; Luciane Jatobá Palmieri****

** Petiano (a) egresso (a) do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: emanuel.oliveira@mail.uft.edu.br¹; lujpal@gmail.com²

INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado é a primeira aproximação do licenciando com a prática docente. É nesta etapa de instrumentalização inicial que ele terá oportunidade de vivenciar a aproximação entre a teoria, adquirida na sua formação, com prática observada e vivenciada na escola, tornando-se, desta forma, um importante “*locus* de construção de saberes docentes” (GARCEZ *et al.*, 2012, p. 1).

Os saberes e habilidades que compõem o conhecimento prático do professor, isto é, tudo aquilo que ele precisa dominar para ter uma abordagem pedagógica adequada em sua atuação docente, são denominados saberes docentes (SHULMAN, 1986). Esses saberes, classificados por Pimenta (2009) como saberes da experiência, do conhecimento e pedagógicos, tornam a formação e o trabalho docente multifacetados. É essencial, portanto, que os licenciandos se formem de maneira integral, a fim de estarem preparados para lidar com as diversas peculiaridades exigidas por sua profissão.

No intuito de aplicar um processo de humanização e proporcionar aos estudantes um contexto adequado à sua realidade, os docentes devem ser formados de uma maneira que possibilite-os desenvolver habilidades pedagógicas e conhecimentos específicos de suas áreas (PIMENTA, 2009). É essencial que esses profissionais encarem o processo de ensino e aprendizagem como algo homogêneo e conectado à realidade, para que possam ensinar de forma eficaz e cidadã, promovendo uma abordagem integral ao longo do percurso educacional dos estudantes.

Diante desta perspectiva, os estágios supervisionados nos cursos de licenciatura são geralmente divididos em três momentos distintos, visando a melhor organização e consolidação dos saberes docentes. Estes momentos são: a) observação e reconhecimento da estrutura e dinâmica da escola, no qual o licenciando compreende o contexto no qual a escola está inserida; b) planejamento das atividades docentes, em que ocorre a problematização da atuação dentro e fora da sala de aula; e c) as regências, que representam o momento em que a prática docente surge após todos os estudos realizados (SANTOS; FREIRE, 2017).

O planejamento escolar não se limita apenas à sala de aula, mas também abrange outras esferas da escola. Em um nível mais amplo, temos o Projeto Político Pedagógico (PPP), que estabelece metas e diretrizes para a escola, incluindo aspectos da gestão escolar. Em um nível mais específico, encontramos os planos de ensino e de aula, que são de responsabilidade do professor (LIBÂNEO, 2017).

Conforme afirmado por Libâneo (2017), o planejamento é um meio para programar as ações docentes. Ao considerar a realização de uma aula, é inevitável que haja um momento de reflexão prévia, mesmo que essa reflexão ocorra de forma não sistematizada e permaneça apenas na mente do professor. Nesse contexto, o planejamento docente representa um momento de racionalização, organização e sistematização da prática pedagógica, envolvendo a seleção consciente de ações, como a escolha da metodologia a ser aplicada, as abordagens a serem adotadas para o conteúdo e a

definição do tempo necessário para executar o que foi planejado (SANTOS; FREIRE, 2017).

Esse exercício de planejamento requer uma sequência lógica, objetividade, coerência e, acima de tudo, flexibilidade. Ele não deve permanecer preso estritamente ao que foi definido durante o momento de reflexão inicial, mas sim funcionar como um guia para a prática docente, que pode e deve ser ajustado de acordo com as observações e percepções obtidas na prática (LIBÂNEO, 2017).

Na perspectiva do plano de ensino, este abrangerá um período maior, geralmente de algumas semanas variando até seis meses, buscando abarcar todo um período letivo. O plano de ensino é elaborado com o intuito de fornecer uma visão geral do conteúdo, objetivos, metodologia e avaliação que serão abordados ao longo desse período. Por outro lado, o plano de aula é mais específico e está relacionado a uma única aula para uma turma específica e abrange um período mais curto, como de algumas horas de aula. O plano de aula é mais detalhado e contém informações específicas sobre os objetivos de aprendizagem, os recursos utilizados, as estratégias de ensino e as atividades planejadas para aquela aula em particular (LIBÂNEO, 2017).

Devido à diferença de escopo e duração, é comum que plano de aula sejam percebidos como uma tarefa mais burocrática, pois demanda um nível maior de detalhamento e pode ser repetitivo em comparação com o plano de ensino. No entanto, é importante ressaltar que a atividade de planejamento, tanto do plano de ensino quanto do plano de aula, deve ser vista como uma oportunidade de ação e reflexão (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021; LIBÂNEO, 2017).

Na ação de planejar, os docentes e licenciandos mobilizam o saber-fazer docente, em especial os saberes pedagógicos. São estes saberes que fornecem perspectivas e reflexões provenientes da sala de aula, auxiliando nesse momento de reflexão. Pode-se observar, portanto, que os saberes docentes permeiam a formação dos professores, uma vez que o saber-fazer é adquirido por meio das experiências durante o estágio supervisionado, fornecendo as

ferramentas necessárias para refletir sobre a prática e atuação docente (PIMENTA, 2009; SHULMAN, 1986).

Buscando deixar esse processo mais coeso, unificado e reflexivo, o professor Amadeu Moura Bego⁵ juntamente com seu grupo de pesquisa vem trabalhando ao longo dos anos visando melhorar o processo de planejamento nos estágios curriculares, colocando-o em destaque por meio de uma Unidade Didática Multiestratégica:

[...] vimos desenvolvendo o conceito de Unidade Didática Multiestratégica (UDM). Uma UDM consiste em um projeto de ensino que integra, de modo organizado e sequenciado, um conjunto de estratégias didáticas, de acordo com objetivos de aprendizagem previamente definidos [...] (BEGO, 2016, p. 57).

A implementação da Unidade Didática Multiestratégica (UDM), seguindo uma perspectiva lógica e objetiva, é dividida em três etapas em um nível macro: a) fundamentação teórica, b) intervenção e c) replanejamento. Já numa perspectiva micro, a elaboração da UDM envolve sete passos nos quais os saberes docentes são usados e aplicados para responder às perguntas – propostas pelos pesquisadores – nestes sete passos. Importante frisar que eles interrelacionam ao invés de estarem separados, e é nesse entranhamento das etapas, especialmente na elaboração da fundamentação teórica, que a UDM é capaz de causar diversas consequências, como o afastamento da burocracia, o fortalecimento da relação entre teoria e prática, e a reflexão sobre a prática docente, que se reflete posteriormente no replanejamento (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).

Diante desta perspectiva, em defesa de melhorias didático-pedagógicas nas aulas de Química para o Ensino Médio, o presente texto trata-se de um relato de experiência sobre o processo de elaboração de uma UDM, sua intervenção e replanejamento, cujo

⁵ Professor Adjunto do Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica do Instituto de Química da UNESP, *campus* de Araraquara. É líder da Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ).

objetivo é refletir sobre as principais dificuldades e contribuições ao planejamento escolar e contribuições para a formação inicial de professores de Química.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A seguir, apresentamos o contexto, os estudos teóricos, a experiência prática e as etapas do processo de elaboração da Unidade Didática Multiestratégica (UDM).

Contextualização

Este trabalho é baseado nas experiências coletadas durante as aulas da disciplina NCL170 - Estágio Supervisionado II, ministrada no 1º semestre de 2023, para o Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), em Araguaína (TO). Os encontros teóricos da disciplina iniciaram-se no dia 10 de março de 2023 e manteve-se quinzenalmente, às quintas-feiras, das 19h00 às 22h30, no Centro de Ciências Integradas (CCI), e as experiências práticas foram constituídas na escola com o estagiário, por meio das atividades de observação e intervenção/regência da UDM registrados em um diário de bordo. A turma foi constituída de onze alunos e alunas de períodos diferentes do curso. Dos onze, sete são homens e quatro são mulheres, com idades entre 18 e 27 anos e diferentes vivências socioculturais.

Antes de partir para a construção da UDM, e para entender sua proposta e como o estágio se desenvolveria, as primeiras aulas se concentraram em repassar orientações do que seria trabalhado e discussões teóricas usando textos de pesquisadores na área de estágio e do planejamento. Para a escolha da escola para realizar o estágio, a professora orientadora (da UFNT) deixou escolha livre para os acadêmicos. Na escola, os estagiários ainda ficaram com a responsabilidade de preencher um diário de bordo, para refletir sobre a permanência e experiências vivenciadas na escola.

Estudos teóricos

As aulas na universidade atuaram para orientar sobre o estágio e entender as concepções teóricas que o envolvem. Para estudá-las, a cada encontro realizado na sala de aula, foi proposto um texto para discussão, que estão resumidos no Quadro 1. O debate era mediado pela professora, com a contribuição de todos os estudantes da disciplina.

Quadro 1: Cronograma de discussão de textos.

ENCONTRO	TEXTO	TEMA
1	LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez Editora, 1990. Os elementos constituintes do planejamento didático-pedagógico.	Planejamento
2	ALVES, M.; BEGO, A. M. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: definição e caracterização de seus elementos constituintes. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , p. 71-96, 2020.	Definições de termos que aparecem no planejamento didático
3	BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Resignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. Educação Química em Punto de Vista , v. 5, n. 1, p. 5-28, 2 jul. 2021.	As Unidades Didáticas Multiestratégicas
4	MESSEDER NETO, H. O ensino da Química na Pedagogia Histórico-Crítica: considerações sobre conteúdo e forma para pensarmos o trabalho pedagógico concreto. Investigações em Ensino de Ciências , v. 27, n. 2, p. 271-293, 2022	A tríade conteúdo-forma-destinatário.

5	LEMOS, P. S.; SÁ, L. P. A avaliação da aprendizagem na concepção de professores de química do Ensino Médio. Revista Ensaio , v. 15, n. 3, p. 53-71, 2013.	Avaliação no ensino de química
---	--	--------------------------------

Fonte: Autoria própria (2023).

No primeiro encontro, discutiu-se sobre o planejamento escolar. Usando o texto escrito por José Carlos Libâneo, especificamente o capítulo 10 de seu livro, Didática. No debate foi possível compreender a importância do planejamento didático-pedagógico na formação docente, destacando que esse passo não é trivial. O autor argumenta que o planejamento didático deve ser intencional, uma vez que é o lugar no qual todos os objetivos de aprendizagem estarão explicitados, além de sistematizar suas ações de ensino para garantir organização do processo e evitar improvisos (LIBÂNEO, 2017).

No segundo encontro, discutiu-se sobre os termos usados no planejamento. Os autores Alves e Bego (2020), fazem uma seleção sistemática de definições de termos, alguns polissêmicos, que não se encontram necessariamente alicerçados em uma teoria pedagógica. Denominado pelos autores de “elementos do planejamento”, eles organizam seis palavras que mais aparecem nos materiais de planejamento (planos de aula e de ensino) e em pesquisas na área, como artigos e resumos de anais de eventos. Estes seis termos são colocados dentro de suas definições, características e classificações, são eles: metodologia, estratégia, técnica, método, recursos e materiais de aprendizagem (ALVES; BEGO, 2020).

O terceiro encontro, abordou as discussões acerca da elaboração da UDM propriamente dita, utilizando o texto de Bego, Ferrarini e Moralles (2021). Como dito acima, ele e seu grupo de pesquisa desenvolveram esta unidade com a finalidade de ressignificar o estágio supervisionado e colocar o planejamento escolar em protagonismo, sistematizando várias nuances deste processo em sete etapas em um documento único.

No encontro quarto, discutiu-se sobre o ensino de Química a partir do referencial teórico da Pedagogia Histórico Crítica – e como esta tem a possibilidade de responder mais peculiaridades da sala de aula e do mundo educacional – que em seu seio tem a lógica dialética e contraditória no processo de ensino e aprendizagem, trazendo consigo os elementos culturais de cada indivíduo (ALMEIDA *et al.*, 2022). No quinto encontro, por fim, discutiu-se acerca da avaliação no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no ensino de Química.

Experiências na escola

Com carga horária de 4 h semanais, os graduandos dividiam-se em participar do planejamento do professor supervisor do estágio para discutir sobre como ele o fazia, em observações (num primeiro momento) e regências/intervenção com a UDM. A cada visita à escola era registrado no diário de bordo as conclusões da vivência daquele dia de estágio com a finalidade de o estagiário refletir sobre o que experienciou.

As observações e os encontros no planejamento auxiliaram no processo de construção da UDM por dois fatores: a) as observações possibilitaram conhecer a turma, seu contexto e comportamento e fazer análise da escola; b) democratizar o planejamento da UDM com o professor supervisor, uma vez que ele também será afetado pela intervenção.

Etapas de elaboração da UDM

Para a elaboração da Unidade Didática Multiestratégica (UDM), utilizou-se como aporte teórico o artigo de Bego, Ferrarini e Moralles (2021), no qual os autores discutem o papel da implementação da UDM como um ponto base na ressignificação dos estágios curriculares. No trabalho, eles propõem objetivos e procedimentos a serem adotados para a elaboração da referida

Unidade, divididos em sete passos (ou tarefas), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Procedimentos para elaboração da UDM.

Tarefa	Objetivos	Procedimentos
Caracterização do contexto	<ul style="list-style-type: none"> - Racionalização do contexto de atuação - Identificação de condicionantes da prática pedagógica - Identificação de problemas práticos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterização da unidade escolar 2. Caracterização da turma 3. Caracterização dos estudantes
Análise científico-epistemológica	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturação dos conteúdos de ensino - Atualização científica do professor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar os conteúdos 2. Identificar o perfil conceitual ou histórico de desenvolvimento do(s) conceito(s) principal(is) 3. Definir o esquema conceitual da unidade
Análise didático-pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitação dos condicionantes de aprendizagem: adequação ao estudante 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento das concepções prévias 2. Delimitar os obstáculos epistemológicos 3. Explicitar as implicações para o ensino
Abordagem metodológica	<ul style="list-style-type: none"> - Conscientização sobre a concepção de ensino e aprendizagem a ser adotada - Explicitação de uma visão de ciência - Definição dos propósitos e expectativas para o ensino de química em determinado nível de ensino 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicitar os princípios psicopedagógicos da abordagem metodológica adotada 2. Delimitar os papéis desempenhados por professor e alunos no processo de ensino e aprendizagem 3. Definir a finalidade do ensino de química na educação formal 3. Descrever a visão de ciência assumida e suas implicações para o ensino
Seleção dos objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reflexão sobre as potenciais aprendizagens dos alunos 2. Estabelecimento de referências para o ensino e a avaliação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar conjuntamente as Tarefas de 1 a 5. 2. Definir e delimitar prioridades e hierarquizá-las
Seleção das estratégias didáticas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinação das estratégias e da melhor forma de sua estruturação e sequenciamento 2. Definição das tarefas a realizar por professor e estudantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar a abordagem metodológica e os objetivos de aprendizagem delimitados 2. Planejar a sequência global de ensino 3. Selecionar as estratégias didáticas 4. Elaborar materiais de aprendizagem 5. Prever recursos didáticos necessários
Seleção de estratégias de avaliação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação das aprendizagens dos alunos 2. Referências para ajustes e reorganizações do processo de ensino 3. Avaliação da própria UDM 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar o conteúdo da avaliação 2. Determinar atividades e momentos de atividades avaliativas e devolutivas para os estudantes 3. Planejar instrumentos para a coleta de informações sobre o processo de ensino e aprendizagem

Fonte: BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021, p 18.

A escrita e sistematização da UDM para a intervenção na escola seguiu-se os objetivos e procedimentos mostrados nas colunas da Figura 1, usando-as como perguntas norteadoras. Por exemplo, no caso da Tarefa 1 - caracterização do contexto, os

procedimentos eram de caracterizar a unidade escolar, a turma e os estudantes com o objetivo de entender o contexto no qual todos estes entes estavam inseridos e a partir disso traçar o restante das tarefas, com adaptações ao modelo proposto pelos autores acima. Todo o processo de elaboração da UDM perdurou por um mês, contando com as correções da professora orientadora de estágio e da professora supervisora na escola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo elaborado o restante da UDM, os tópicos abaixo ilustram cada tarefa. Cabe destacar que algumas tarefas apresentadas foram mescladas ou transpostas de lugar.

As tarefas de 1 a 3 constituem o que Bego, Ferrarini e Morales (2021), classificam como tarefas pré-metodológicas. A tarefa de análise do contexto escolar deu-se a partir das observações realizadas na escola, cujo objetivo foi entender como aquele meio social se integrava, interagia e quais aspectos circundavam a sala de aula e o professor. Foi um trabalho de investigação com a finalidade de entender o contexto tanto econômico quanto social daquela turma e escola, que está descrito no Quadro 2.

Esse entendimento prévio do comportamento dos estudantes da educação básica, é essencial ao trabalho docente, uma vez que um docente que se preocupa com a formação adequada e integral dos estudantes, buscará ministrar um conteúdo de forma que os estudantes assimilem. O saber docente, como afirma Pimenta (2009), que tem maior ênfase neste caso é o saber pedagógico: não basta somente ter o conhecimento específico, mas é usando da pedagogia que se obtém o aprendizado. Tal perspectiva se torna muito útil para a elaboração das tarefas 2 e 3, que dependem de um embasamento científico e metodológico para traçar a intervenção adequada. Os resultados das tarefas 2 e 3 estão nos Quadros 3 e 4 respectivamente.

Quadro 2: Análise do contexto da intervenção didático-pedagógica.

Unidade escolar	Escola Estadual GTI Dep. Fed. José Alves de Assis
Caracterização da unidade escolar	13 salas de aula com quadros brancos; sala de computação com 25 computadores com acesso à internet; sala de vídeo com projetor, tela de projeção, DVD e TV; biblioteca com acervo de livro didáticos e bibliotecário trabalhando no horário das aulas; não possui laboratórios de ensino; cantina; quadra poliesportiva coberta em boas condições, com estrutura para práticas de futebol de salão, handebol, basquetebol e vôlei.
Disciplina	Química
Ano/série/turma	2ª série (23.04)
Número de estudantes	40
Caracterização dos estudantes	Alunos advindos de famílias pertencentes a classe de renda média, alta e alguns com poder aquisitivo baixo. Mas isso não exclui problemas socioeconômicos e emocionais tais como pais com pouco interesse e participação da vida escolar, infrequência e separação. Além disso, as famílias transferem para a instituição escolar a suas responsabilidades e compromissos com a formação de caráter.

Fonte: Autoria própria (2023).

Quadro 3: Resultados da análise científico-epistemológica.

Tema	Contando e pesando átomos
Pré-requisitos para a UDM	<ul style="list-style-type: none"> ● Estrutura atômica ○ Número atômico ○ Constituintes do núcleo ● Notação científica ● Unidades de medida do SI ○ Litros, m³, cm³, kg, g

<p>Conteúdo programático</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Massa atômica ● Massa molecular ● Mol ○ Constante de Avogadro ○ Massa molar
<p>Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudos da UDM</p>	

Fonte: Autoria própria (2023).

Quadro 4: Resultados da análise didático-pedagógica.

<p>Concepções prévias</p>	<p>Sabem o que é massa e volume; conseguem entender que mol é um conceito relacionado à matéria. SILVA, et al. ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE MATÉRIA. II. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. 2008. Curitiba, PR.</p>
<p>Obstáculos epistemológicos</p>	<p>Indistinção entre os conceitos de mol e massa; indistinção entre os conceitos de massa atômica, massa molar e mol. Diferença entre “número” e “constante de Avogadro”. Dificuldades na transposição do universo macroscópico para o microscópico. ROGADO, J. A GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA E SUA UNIDADE, O MOL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE DIFICULDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM. Ciência e Educação. v. 10, n. 1, p. 63-73, 2004</p>

Fonte: Autoria própria (2023).

A escolha do conteúdo deu-se a partir do conluio com o planejamento didático docente escolar, tendo em vista a pouca

liberdade de decidir um novo. Com o conteúdo planejado e todas as dificuldades epistemológicas apontadas pela literatura em mãos, segue-se então para a abordagem metodológica, que abarca as tarefas 4 a 6. A abordagem metodológica pensada para superar as dificuldades epistemológicas, foi o ensino por investigação (CARVALHO, 2018). Os motivos e como se deu a escolha de tal metodologia está descrito no Quadro 5.

Quadro 5: Abordagem metodológica da UDM.

<p>Princípios teórico-metodológicos da abordagem</p>	<p><u>Teoria pedagógica</u>: Construtivismo/Ensino por investigação.</p> <p><u>Teoria psicológica</u>: psicologia cognitiva, que estuda diretamente o comportamento inteligente de sujeitos humanos, i.e., o ser humano como processador de informações.</p> <p>O construtivismo, no campo da educação, refere-se a uma teoria em que a aprendizagem humana é resultado de uma construção mental realizada pelos sujeitos com base na sua ação sobre o mundo e na interação com outros. Há o predomínio da linguagem em relação à razão, o papel da interação social na construção do conhecimento, a singularidade e a pluralidade dos sujeitos. Introduce com mais vigor o componente social na aprendizagem, tornando claro o papel determinante das significações sociais e das interações sociais na construção de conhecimentos.</p> <p><u>Metodologia</u>: Utilizar de problemas investigativos para ensinar sobre as grandezas e o conceito de quantidade de matéria. Sequências didáticas de Investigação composta por três etapas: 1ª problematização inicial; 2ª sistematização do conhecimento; 3ª contextualização.</p>
---	--

Fonte: Autoria própria (2023).

Como parte do planejamento escolar, o currículo e orientações acerca dele, estão presentes nas tarefas de sistematização da UDM, especialmente na parte dos objetivos de ensino. Pensando no contexto da intervenção, usou-se o Documento Curricular do Tocantins (TOCANTINS, 2022), como ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6: Seleção dos objetivos de ensino, das formas de avaliação e das orientações curriculares vigentes.

<p>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</p>	<p>(EM13CNT202) <i>Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</i></p> <p>QUÍMICA - análise das formas de manifestações da vida desde a estrutura atômica, moléculas, água e suas propriedades, o carbono e cadeias carbônicas e reações químicas. <i>(Atomística, Bioquímica: elementos fundamentais para vida, Propriedade da água - composição necessária para o organismo, Estudo do carbono - estrutura da vida, Constantes transformações - funções orgânicas e reações orgânicas, entre outros).</i></p> <p>(EM13CNT209) <i>Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</i></p> <p>QUÍMICA - análise das propriedades e distribuição dos elementos químicos no universo, compreendendo as condições necessárias para a origem e formação do universo. <i>(Elementos químicos, substâncias, tabela periódica, fissão e fusão nuclear, reações químicas, entre outros).</i></p>
<p>Objetivo da UDM</p>	<p>Compreender a diferença entre os conceitos de massa molar, massa atômica, e quantidade de matéria.</p>
<p>Avaliação</p>	<p>Os estudantes serão avaliados por sua participação nas aulas, pela resolução de atividades de investigação e de lista de exercícios.</p>

Fonte: Autoria própria (2023).

O sequenciamento didático pensado se deu em duas partes: a Sequência Didática 1 (SD-1) com a finalidade de problematizar questões iniciais que cercam o conteúdo e fazer diferenciação entre os conceitos, que, como apontado anteriormente (Quadro 4) os estudantes frequentemente confundem. O tempo pensado para a

SD-1 foi de 3 aulas. A Sequência Didática 2 (SD-2) teve como finalidade, então, de avaliar a compreensão ou entendimento que os estudantes obtiveram acerca dos conceitos ministrados nas três aulas anteriores. Estas sequências estão abordadas no Quadro 7.

Quadro 7: Sequenciamento didático para a UDM.

Sequência didática (SD)	Objetivo da SD	Conteúdo programático	Tempo aproximado	Avaliação
(SD-1) Quais são as grandezas químicas?	Diferenciar os conceitos usados por químicos em equações e suas grandezas.	Massa atômica (u); carbono 12; massa molecular, mol e constante de Avogadro	3 aulas	Atividade de compreensão
(SD-2) Fixação dos conceitos	Avaliar as dificuldades de aprendizagem e percepções dos conceitos aprendidos.	Massa atômica (u); carbono 12; massa molecular, mol e constante de Avogadro.	1 aula	Lista de exercícios

Quadro 7: Sequenciamento didático para a UDM (continuação).

SD 1						
Data	Estratégia didática	Objetivos	Conceitos enfocados	Descrição da aula	Recursos didáticos	Avaliação
Aula 1 - 19/05/2023	Aula expositiva e dialogada; perguntas investigativas.	Diferenciar e fixar os conceitos de quantidade de matéria, mol e de massa molar.	Massa atômica; carbono 12; construção histórica. Grandezas químicas, grama, mol, quilograma e seus múltiplos e submúltiplos.	Exposição de perguntas e de problemas relacionados ao tema.	Pincel e quadro branco.	Participação na aula. Atividade de compreensão.
Aula 2 - 26/05/2023	Aula expositiva e dialogada; perguntas investigativas.	Diferenciar e fixar os conceitos de massa molar, constante de Avogadro.	Massa molar (g/mol), molaridade.	Exposição de perguntas e de problemas relacionados ao tema.	Pincel e quadro branco.	Retorno à atividade de compreensão.
Aula 3 - 09/06/2023	Aula expositiva e dialogada; perguntas investigativas.	Diferenciar e fixar os conceitos de massa molar, constante de Avogadro.	Massa molar (g/mol), molaridade.	Exposição de perguntas e de problemas relacionados ao tema.	Pincel e quadro branco.	Lista de exercício.
SD 2						
Data	Estratégia didática	Objetivos	Conceitos enfocados	Descrição da aula	Recursos didáticos	Avaliação
Aula 4 - 16/06/2023	Aula expositiva e dialogada.	Avaliar o processo de ensino e aprendizagem.	-	Resolução de lista de exercício.	Pincel e quadro branco.	Atividade investigativa: estudo de caso.

Fonte: Autoria própria (2023).

Dificuldades e contribuições

Outrossim, é importante salientar as dificuldades que apareceram na intervenção da UDM, principalmente em pensar a abordagem metodológica mais adequada para abordar o conteúdo fora do ensino tradicional, isto é, baseado em memorização, com pouca liberdade de interagir com o conhecimento. O ensino por investigação surgiu como alternativa, pois põe o estudante como um investigador, para então assimilar o conteúdo da forma mais proveitosa, porém, aplicá-lo no contexto apontado pelo Quadro 1, mostrou-se desafiador por conta do número alto de estudantes na turma, e levou a fragilização das avaliações em cada SD e ao cancelamento da avaliação da SD-2.

Além disso, devido a imprevistos na fase de intervenção, como compromissos do calendário escolar e atividade extraclasse, somente duas das quatro aulas planejadas foram efetuadas, o que levou ao replanejamento da UDM diversas vezes. Mas mesmo com esta dificuldade, há um ponto positivo: assim como afirma Libâneo (2017), o planejamento não deve ser restrito, deve ser flexível. Desta maneira, até o repensar da UDM promoveu a movimentação dos saberes docentes de forma positiva para a formação do licenciando, mostrando que os aspectos estudados em sala de aula e também os aspectos adquiridos pela experiência, confirmam-se.

Por outro lado, as aulas expositivas e dialogadas funcionaram de forma adequada e permitiu mapear as dificuldades dos estudantes em seu primeiro contato com o conteúdo abordado. Pensando nisto, a UDM somente cumpriu o papel de guia na execução das duas aulas, procurando superar somente as dificuldades epistemológicas apontadas pela literatura (Quadro 4).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração da Unidade Didática Multiestratégica, segundo intenção de seus próprios autores, de estreitar o planejamento da prática docentes a partir da reflexão de suas ações e posteriormente

sistematização, é de grande benefício para a formação inicial de professores, uma vez que permite o vislumbre da escola, da sala de aula e do planejamento em si, como um ente fundamental para o licenciando. Sendo assim, foi possível observar estes benefícios na elaboração e replanejamento da UDM e ainda funcionou como um exercício para desenvolver e fixar os saberes docentes ainda imaturos nos licenciandos.

O docente deve constantemente atualizar sua prática pedagógica, refletindo sobre os resultados alcançados, a eficácia das estratégias utilizadas, as necessidades dos alunos e as mudanças no contexto educacional. O planejamento não deve ser encarado apenas como uma tarefa burocrática, mas sim como um processo contínuo de melhoria e adaptação, visando proporcionar uma experiência de aprendizagem significativa aos alunos. Desse modo, pensar o fazer da UDM promoveu uma reflexão na prática docente e nos licenciandos, a partir do exercício mental de utilizar os saberes docentes para problematizar a sala de aula e compreender melhor o papel do planejamento como um todo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. F.; SABINO, L. E. O.; AMORIM, C.; PALMIERI, L. J. A QUÍMICA E O TRABALHO COMO PRINCÍPIO EDUCATIVO: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM ENFOQUE HISTÓRICO-CRÍTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE LICOR. *In*: MARIANO, W. D. S. **Aspectos Formativos e Informativos em ensino, saúde e ambiente**. 1. ed. [S. l.]: Pedro & João Editores, 2022. p. 23–39. DOI 10.51795/9786526500262339. Disponível em: https://joaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/10/EBOOK_Aspectos-Formativos-e-Informativos-em-ensino-saude-e-ambiente.pdf#Cap1. Acesso em: 28 jun. 2023.

ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de

seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, , p. 71–96, 21 fev. 2020. DOI 10.28976/1984-2686rbpec2020u7196. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/14625>. Acesso em: 7 jun. 2023.

BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Ressignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 5, n. 1, p. 5–28, 2 jul. 2021. DOI 10.30705/eqpv.v5i1.2530. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/2530>. Acesso em: 7 jun. 2023.

CARVALHO, A. M. P. D. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**,, p. 765–794, 15 dez. 2018. DOI 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 23 ago. 2023.

GARCEZ, E. S. da C.; GONÇALVES, F. C.; ALVES, L. K. T.; ARAÚJO, P. H. A. de; SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. da S. O estágio supervisionado em Química: possibilidades de vivência e responsabilidade com o exercício da docência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 149–163, 1 nov. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37740>. Acesso em: 7 jun. 2023.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. [S. l.]: Cortez Editora, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=q3MzDwAAQBAJ>.

PIMENTA, S. G. Formação De Professores - Saberes Da Docência E Identidade Do Professor. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 3, n. 3, 15 dez. 2009. DOI 10.14572/nuances.v3i3.50. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/50>. Acesso em: 20 maio 2023.

SANTOS, E. A. dos; FREIRE, L. I. F. Planejamento e aprendizagem docente durante o estágio curricular supervisionado. **ACTIO:**

Docência em Ciências, v. 2, n. 1, p. 263–281, 18 ago. 2017. DOI 10.3895/actio.v2n1.6767. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br//article/view/6767>. Acesso em: 27 jun. 2023.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4–14, 1986. DOI 10.2307/1175860. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1175860>. Acesso em: 7 jun. 2023.

TOCANTINS. **Resolução nº 169**, de 20 de dezembro de 2022. Institui o Documento Curricular para o Território do Tocantins – DCT – TO – Etapa Ensino Médio, orienta a sua implementação e dá outras providências. Palmas, TO.

Capítulo 5 ...

AS PERSPECTIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CAMINHOS PARA UMA EDUCAÇÃO CONSTRUTIVISTA E LIBERTADORA

Talita Duarte Guimarães*; Alessandro Tomaz Barbosa****

* Petiano(a) do PET Ciências Naturais.

****Professor(a) orientador(a)

E-mail de contato: talita.guimaraes@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

A educação trata-se de um fenômeno social que se faz presente desde a existência humana. **Esse fenômeno está relacionado a diversos contextos, estando presente no meio político, econômico, científico e também cultural.** Desse modo, a sua prática educadora não é a mesma em todo espaço e região, pois se refere a um processo histórico social contínuo de uma determinada realidade (Dias; Pinto, 2019). Conforme Brandão:

A educação existe onde não há a escola e por toda parte podem haver redes e estruturas sociais de transferência de saber de uma geração a outra, onde ainda não foi sequer criada a sombra de algum modelo de ensino formal e centralizado (Brandão, 1981 p.4).

O autor retrata nesse trecho que a educação não está limitada a um contexto escolar, **pois ela ocorre** também em outros espaços, como o ensino que acontece de **maneira** informal. Logo, a educação informal é distinta da educação formal, **pois pode ser definida como aquela que se aprende** durante o processo de socialização de cada indivíduo, quando são compartilhados valores e experiências em diferentes contextos sociais, como por exemplo: escola, família,

ambiente de trabalho, igreja. Já a educação formal é definida como práticas para capacitação de indivíduos, desenvolvidas através de conteúdos ministrados em território escolar, ou seja, instituições regulamentares da lei (Gadotti, 2005).

Neto e Maciel (2008) relatam o ensino-aprendizagem no Brasil desde o período colonial, resgatando o projeto educacional que se realizou com a chegada dos jesuítas em 1549 nas terras da América, realizado pelo Padre Manoel da Nóbrega “.” Seu objetivo era utilizar um método de ensino para conversão dos indígenas ao catolicismo e o seu plano de ensino consistia na aprendizagem da língua portuguesa, associado ao ensinamento da doutrina cristã e da alfabetização.

Ao longo dos anos ocorreram várias reformas na educação brasileira. Destacamos neste capítulo alguns marcos, como a constituição de 1988, tornando a educação um direito de cada cidadão, sendo seu acesso gratuito e obrigatório e seu plano nacional educacional. Outro importante marco legal foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional — LDBEN Nº 9.394, que estabeleceu o sistema de ensino nacional com o objetivo de princípios educativos, conforme cada escolaridade estabelecida, sendo elas, a Educação infantil, o Ensino Fundamental, o Ensino médio, a Educação profissional técnica de nível médio, a Educação de jovens e adultos, a educação profissional e tecnológica, e a Educação superior.

Nesses diferentes níveis de ensino, sempre esteve presente as discussões sobre a aprendizagem. Buscando contribuir com essas discussões, apresentamos neste capítulo três ideias sobre a aprendizagem (inatismo, empirismo e construtivismo), que se consiste em conceitos de ensino, explicada por pensadores e filósofos que buscavam respostas, sendo uma delas a possibilidade de ensinar alguma coisa a alguém (Santomauro, 2010).

A ideia deste capítulo surgiu na disciplina Psicologia da Aprendizagem, ofertada pelo colegiado de Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). No âmbito dessa disciplina percebia-se os desafios que envolvem o ato de

aprender. Assim, este capítulo busca compreender os diferentes pontos de vista existentes sobre a aprendizagem e propor caminhos no ensino de ciências para uma educação construtivista e libertadora. Portanto, o objetivo deste trabalho é compreender os diferentes pontos de vista existentes sobre a aprendizagem, apontando caminhos no ensino de ciências para uma educação construtivista e libertadora.

Com o objetivo traçado, este capítulo está organizado em três momentos, além desta introdução: 1. “A perspectiva inatista no ensino de ciências: riscos existentes”, que tem como finalidade apresentar o que significa apriorismo e como ela se manifesta nas aulas de ciências. 2. “Empirismo no ensino de ciências: educação bancária”, que expõe as consequências do decoreba e da cópia no ensino de ciências; 3. “Construtivismo no ensino de ciências: caminhos para uma educação libertadora”, que apresenta práticas que podem levar a uma perspectiva construtivista e libertadora em sala de aula.

A PERSPECTIVA INATISTA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: RISCOS EXISTENTES

Platão (427--347 a.C.) foi o primeiro a defender que o corpo antes de encarnar tem acesso ao conhecimento e o seu discípulo, Sócrates (469--399 a.C.), também alegava que o indivíduo já possui o conhecimento antes de nascer. De acordo com Santomauro (2010), essa ideia de aprendizagem, definida como inatista, sustenta o pensamento que o indivíduo nasce com conhecimento, que se caracteriza em uma bagagem hereditária.

Essa ideia de aprendizagem tem várias consequências em sala de aula, pois conduz o educador a interferir no mínimo na educação do discente, pois o estudante já possui o conhecimento,

nasceu com um ⁶QI elevado, ele tem um dom divino e/ou é autodidata. As implicações no inatismo em aula de ciências são explicadas na Figura 1:

Figura 1: Articulações equivocadas na compreensão sobre a aprendizagem de ciências



Fonte: Realizado pelo autor (2023)

Buscando aprofundar o inatismo, nos perguntamos: o que é a inteligência afinal? Como ela pode se tornar problemática?

A psicometria possui origens na “psicofísica”, onde os criadores e desenvolvedores deste estudo foram os psicólogos alemães Ernst Heinrich Weber e Gustav Fechnerse — trata-se de um estudo científico na área das ciências que busca ressaltar os desempenhos intelectuais, assim como os fatores gerais e específicos de um indivíduo, considerando também a inteligência uma habilidade inata, que tem o seu grau medido através da utilização de testes resolvidos pelo o sujeito (Pasquali, 2009).

Porém, a inteligência também possuía um padrão sociocultural. Segundo Roazzi e Souza (2002), os testes **analisaram**

⁶ QI também conhecido como “coeficiente de inteligência”, trata-se de uma medida que visa quantificar a inteligência de uma pessoa em comparação com a média populacional.

o desempenho de **diversos** indivíduos com diferentes experiências de cultura e escolaridades, o que torna a avaliação desses testes falho, pois existia um padrão de conhecimento e habilidades que apenas pessoas privilegiadas — adotadas e prestigiadas pela classe média branca das sociedades ocidentais industrializadas — teriam acesso, como ensinamentos sobre a linguagem e valores, enquanto indivíduos de classe social baixa tornavam-se desfavorecidos por causa de sua diferente margem “étnico-social” e seus conhecimentos e experiências não eram considerados nos espaços de ensino formal. **Porém**, negava-se que as diferentes culturas possuísem variáveis de concepção de inteligência e distintas habilidades no ambiente em que o indivíduo estava inserido.

Portanto, na perspectiva inatista, o professor se torna apenas um mero auxiliar para o aluno, ajudando-o a reencontrar o seu raciocínio e se tornar o centro nessa prática pedagógica “.” além disso, é possível observar semelhanças com os Itinerários Formativos (IFs) do novo ensino médio, nele os estudantes possuem o direito de escolher o seu itinerário, e nesse processo o professor se torna apenas um mediador na sala de aula, ajudando o estudante a se especializar no que ele possui habilidade e facilidade em aprender.

Para refletirmos sobre o inatismo e a educação em ciências, levantamos algumas questões: Esse movimento de escolha do aluno, ingresso do ensino fundamental, pode estabelecer uma perspectiva inatista? Quais os fatores que levaram os alunos a escolherem um determinado IFs? Questionamos ainda, a escolha deve-se ao interesse do aluno em um determinado caminho ou por acreditarem ser uma aptidão natural e/ou hereditário? Todas essas perguntas se tratam de reflexões a serem feitas sobre os impactos que um tipo de epistemologia pode trazer para o todo o meio social envolvido. Porém, na próxima epistemologia o sujeito é totalmente determinado pelo mundo do objeto ou meio físico e social, onde o docente no seu imaginário, ele, e somente ele, pode produzir algum novo conhecimento no aluno.

EMPIRISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EDUCAÇÃO BANCÁRIA

No ensino empirista, diferente da ideia de ensino inatista, o professor é quem possui autoridade na sala, somente ele pode produzir novos conhecimentos para o discente, apenas ele é capaz de ensinar e o sujeito deve “aprender”, se submetendo a fala do professor e se mantendo em silêncio para aderir o que o docente repetiu (Becker, 2016).

Aristóteles (384–322 a.C.) apresentou uma concepção de que as pessoas podem até nascer com a capacidade de aprendizagem, porém, é necessária uma fonte de informações para que elas sejam concebidas pelos órgãos de sentidos (visão, audição, tato entre outros) do sujeito, referindo-se ao conhecimento como algo que é absorvido, apresentado à prática de memorização, repetição e cópia (Santomauro, 2010). As implicações do empirismo em aulas de ciências são explicadas na Figura 2 :

Figura 2: Articulações sobre o ensino empirista dentro do ambiente escolar.



Fonte: Realizado pelo autor (2023)

Pode-se analisar semelhanças na ideia de ensino empirista com a educação bancária apresentada por Paulo Freire:

[...] Na visão “Bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão - a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro (Freire, 1987, p.33).

O pedagogo retrata a educação bancária como depósito de conhecimento e valores, onde o discente se torna um objeto para receber a transferência do saber. Podemos dar um exemplo de uma transferência bancária, sendo ele o conhecimento depositado pelo professor para ser extraído em um momento de prova, aparentando que essa informação serve apenas para aquele “teste de conhecimento”, **sendo o discente apenas uma “tábula rasa” para o docente, trazendo assim prejuízos para o estudante**, pois seu pensamento crítico não é exercitado, tornando a educação bancária um instrumento de opressão para o indivíduo.

O ensino pregado pelo docente pode se tornar uma prisão para o indivíduo que está sujeito a ele. Ao contrário disso, defendemos que a verdadeira educação é um ato de libertação para o indivíduo, pois ele é libertado do seu senso comum, de ser objetificado, do medo de assumir sua liberdade e entende que é um ser inacabado, que está em buscar mais conhecimento para si (Freire, 1987).

Ao refletirmos sobre empirismo e educação bancária atualmente, é possível encontrarmos esse tipo pensamento no âmbito escolar do ensino de ciências, pois de acordo com Moraes et al. (2008), os professores que trabalham seguindo o ensino tradicional partilham do mesmo pensamento e ações empiristas, acreditando que o ensino é algo transmitido para o estudante, que apenas aprenderá com os seus sentidos, olhando, ouvindo e memorizando os conteúdos, e terminam reduzindo o aluno como “depósitos bancários” de conteúdos.

Ressalta-se, combatendo o “mito da metodologia”, até mesmo nas aulas teóricas que possuem o objetivo de ensinar fatos e conceitos, e na experimental, que possui a finalidade de incentivar os estudantes em um processo de conhecimento, podem ter características empiristas e bancárias, dependendo da forma que o docente compreende a aprendizagem. Na próxima epistemologia, acredita-se que “Aprender é proceder a uma síntese indefinidamente renovada entre a continuidade e a novidade” (Inhelder et alii, 1977, p.263), onde a aprendizagem não se trata de uma transferência de conhecimento, o aluno não se trata de uma

tabula rasa e nem mesmo possui uma bagagem hereditária de conhecimento, mas essa teoria é marcada por construção e coordenação de ações, onde é professor e aluno determinam isso igualmente.

CONSTRUTIVISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CAMINHOS PARA UMA EDUCAÇÃO LIBERTADORA

A terceira perspectiva teórica de ensino-aprendizagem, sendo oposta às duas ideias anteriores, foi descrita por Jean Piaget (1896--1980) acerca da relação entre o desenvolvimento e aprendizado, que define que não basta apenas ter contato com o conhecimento para adquiri-lo, contudo, os indivíduos constroem o conhecimento “.” sua definição da concepção construtivista pode ser comparada à construção de uma casa, que precisa de materiais e ajuda de pessoas mais experientes e especialistas para ser erguida, visto que no ensino construtivista o docente deve criar situações e problemas para que o discente resolva, para que assim ocorra o ato de educar e aprender (Santomauro, 2010).

Na perspectiva construtivista, o professor além de ensinar, é necessário que ele aprenda o que o aluno construiu até o momento para desafiar sua consciência, conseqüentemente, o professor além de ensinar aprenderá com seus alunos (Becker, 2016). As implicações do construtivismo em aulas de ciências são explicadas na Figura 3:

Figura 3: Articulações sobre o ensino construtivista



Fonte: realizado pelo autor (2023)

Apresenta uma abordagem educacional que visa romper e reinventar o modelo de educação bancária. Descrita como uma educação problematizadora, essa metodologia é definida como “educação libertadora” e possui uma prática de liberdade, onde o educador e o educando possuem ligação e aprendem em conjunto, o educador aprende com o educando e o educando aprende com o educador, assim, “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os seres humanos se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (Freire, 1987). A sua prática tem um caráter reflexivo, onde os educadores são intitulados como “professores problematizadores” buscando formas de problematizar a realidade para o discente tornar-se um “ser mais”:

[...]Deste modo, o educador problematizador re-faz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos. Estes, em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também (Freire, 1987, p.40).

Assim, a perspectiva construtivista ganha forma em sala de aula ao nos aproximarmos do professor problematizador, defendido por Freire (1987). Nessa perspectiva problematizadora de educação, segundo Carvalho e Pio (2017), a práxis refere-se a uma ação e reflexão do saber dos seres humanos sobre a realidade opressora a sua volta, com a sua utilização não apenas se obtém o conteúdo teórico, mas a capacidade de desenvolver sua

compreensão crítica ao serem desafiados, para que assim possam buscar a transformação da realidade.

Entendemos neste capítulo que o conhecimento científico construído na sala de aula não é apenas questionar o seu senso comum e suas ideias, mas também compreender que aprender ciências é fazer com que os estudantes comecem a pensar sobre a realidade em que estão inseridos de maneira diferente da que estão acostumados, para que saibam explicá-la, a fim de que contenham uma visão científica na prática (Driver et al. 1999)

Portanto, a educação libertadora e construtivista no ensino de ciências, diferente das outras ideias de ensino que foram apresentadas (Inatismo, empirismo), não busca apenas avaliar uma aprendizagem mecânica dos estudantes ou apenas realizar transferência de conteúdo que será válido em uma avaliação realizada pelo docente em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi dito sobre diferentes ideias de aprendizagem no tópico 2: A perspectiva inatista no ensino de ciências: riscos existentes, percebe-se que ela possui implicações na sala de ciências “.” Ao avaliar a inteligência do indivíduo por meio quantificação média através de padrões de experiências e valores determinados por grupos hegemônicos como universais, mostrando que se trata algo limitante, fazendo com que grupos minoritários ou marginalizados que possuem valores e experiências distintas, sofram invisibilidade desses na pesquisa social, reduzindo todo o meio cultural dos indivíduos a uma compreensão superficial dos fenômenos sociais, perdendo nuances que são importantes e cruciais para uma compreensão mais completa de um indivíduo.

Paralelamente, no tópico 2.1: **Empirismo no ensino de ciências: educação bancária**, a aprendizagem trata-se de uma prisão de pensamento e opiniões críticas dos estudantes “.” **Nele os alunos são apenas objeto de transmissão de conhecimento, e**

esse “conhecimento” seria esquecido quando não utilizado no ambiente escolar, e a educação bancária possuem semelhanças visíveis, pois nas duas teorias o aluno é o sujeito a ser moldado, e sua forma de “moldação” seria por meio da transferência de saber, como um depósito no banco, tornando assim o estudante um objeto de opressão.

Assim, apontamos o construtivismo no ensino de ciências como um caminho para uma educação libertadora “.” Sendo esta uma forma de romper o pensamento equivocado do inatismo e do empirismo que se manifesta por meio da educação bancária. Neste capítulo, consideramos pertinente que a construção do conhecimento seja considerando que discente e docente estejam em busca de conhecimentos, entendendo que se tratam de seres inacabados e que a realidade a sua volta e seu meio social, é o objeto a ser transformado, não apenas o estudante.

Por fim, foi possível compreender as diferentes teorias sobre aprendizagem, problematizando assim as epistemologias decorridas ao longo do capítulo. Além disso, mostra-se que seria de suma importância pesquisas sobre corrente de ensino na visão dos estudantes e dos professores da educação básica, buscando mais riquezas sobre a aprendizagem. Cada figura representada no texto teve como base Fernando Becker (1994), em seu artigo sobre “Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos”, onde exhibe como cada modelo pedagógico é sustentado e representado por determinada epistemologia.

REFERÊNCIAS

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. **Educação & realidade. Porto Alegre. Vol. 19, n. 1 (jan./jun. 1994), p. 89-96, 1994.**

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação.** São Paulo: Editora Brasiliense, 1981.

CARVALHO, Sandra Maria Gadelha de; PIO, Paulo Martins. **A categoria da práxis em Pedagogia do Oprimido: sentidos e implicações para a educação libertadora.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 98, p. 428-445, 2017.

DIAS, Érica; PINTO, Fátima Cunha Ferreira. **Educação e sociedade.** Rio de Janeiro, 2019.

DRIVER, Rosalind (org). **Construindo conhecimento científico na sala de aula.** Química nova na escola, v. 9, n. 5, p. 31-39, 1999.

FERREIRA VIANNA, Arthur ; SIRINO BERNARDINO, Marcio ; MOTA FLAVIA, Patricia. **Para além da significação ‘formal’, ‘não formal’ e ‘informal’ na educação brasileira.** Educação, v. 8, n. 3, p. 584-596, 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 17^a ed., 1987.

INHELDER, Barbel; BOVET, Magali; SINCLAIR, Hermine. **Aprendizagem e estruturas do conhecimento.** São Paulo: Saraiva, v. 282, 1977.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos.** 21. ed. São Paulo: Loyola, 2006.

MORAES, Roque. **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas.** 3. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2008. 209-230 p. v. 1. ISBN 978-85-7430-784-8.

PASQUALI, L. **Psicometria.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 43, n. spe, p. 992-999, dez. 2009.

ROAZZI, Antonio; SOUZA, Bruno Campello de. **Repensando a inteligência.** Paidéia (Ribeirão Preto), v. 12, p. 31-55, 2002.

SANTOMAURO, Beatriz. **Inatismo, empirismo e construtivismo: três ideias sobre a aprendizagem.** Nova Escola. Recuperado de: <https://novaescola.org.br/conteudo/41/inatismoempirismo-e-construtivismo-tres-ideias-sobre-a-aprendizagem>, 2010.

São Paulo: Saraiva, 1996. BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; MACIEL, Lizete Shizue Bomura. **O ensino jesuítico no período colonial brasileiro: algumas discussões**. Educar em revista, p. 169-189, 2008.

SOMAVILLA, Adriana Stefanello; ZARA, Reginaldo Aparecido. **Ciências e o Ensino de Ciências no Brasil**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 11, n. 3, p. 118-127, 2016.

Capítulo 6 ...

EXPLORANDO O PRINCÍPIO DE MACH: DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DA INÉRCIA E SUA ORIGEM

Luis Vinicius de Alencar Cunha*; Fernando Lessa Carneiro***; Fábio
Matos Rodrigues****

* Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

*** Professor (a) Colaborador (a)

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: luis.cunha@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

No alvorecer do século XXI atenuam-se informações sobre uma possível detecção de ondas gravitacionais possivelmente produzidas pela fusão de duas estruturas supermassivas em um universo mais antigo (Abbott, 2016), chamadas de buracos negros. Em outros, comentários e artigos (científicos e de divulgação) (Saracino, 2022; Lima Junior, 2020; SAA, 2016) surgem enaltecendo recentes observações de estruturas estranhas à nossa percepção humana e antes residentes apenas na contemplação abstrata, como os próprios misteriosos buracos negros. Questiona-se onde tudo começou e quando a humanidade se distanciou de um fundamentado indutivista, dos conceitos há séculos estabelecidos por Newton, para uma postura dedutivista. O ponto de inflexão do pensamento científico exalta-se com o surgimento da Teoria da Relatividade Geral proposta por Einstein em 1915 (Einstein, 1916). Pela primeira vez uma teoria surgia antes das evidências empíricas e estabelecia-se conforme as mesmas corroboravam-na posteriormente. Esse pensamento transformou a humanidade e guiou-a ao pensamento pós-contemporâneo. Os caminhos que

levaram Einstein a confeccionar sua teoria são diversos e não sustentados somente pela necessidade de corroboração experimental. Neste capítulo, revisitaremos a construção do pensamento filosófico do homem que talvez mais tenha influenciado Einstein em sua busca por uma nova teoria, que viria a mudar profundamente as percepções e a sociedade humana, Ernst Mach.

Por volta do século XVI, surgiu uma grande revolução nos estudos sobre o movimento e equilíbrio dos corpos, esse ramo da Física é chamado de mecânica. Isaac Newton (1642-1727) fez valiosas contribuições para a mecânica que ficou comumente conhecida como “mecânica clássica” ou “mecânica newtoniana”. Suas contribuições foram publicadas em um de seus principais livros chamado *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural)*, mais conhecido como *Principia*. Seus estudos são baseados fortemente nos conceitos de espaço, tempo, velocidade, aceleração, peso, massa, força, dentre outros.

Em suas publicações no *Principia*, Newton fez várias definições. A primeira definição feita por ele refere-se à *quantidade de matéria*, que é comumente chamada de massa ou corpo. Tal grandeza foi definida como o produto da densidade do corpo pelo volume que este corpo ocupa no espaço, segundo Newton (2016, p. 39) "A quantidade de matéria medida da mesma, é obtida conjuntamente a partir da sua densidade e volume". Newton tratou apenas desse tipo de massa, que é a quantidade de matéria do corpo. Tal grandeza passou a ser chamada nos dias de hoje massa inercial m_i , isso para diferenciar-se da massa gravitacional m_g que aparece na lei da gravitação universal. Essa grandeza pode ser expressa matematicamente na forma

$$m_i \equiv \rho_i V. (1)$$

onde V é o volume do corpo e ρ_i sua densidade inercial.

Algum tempo depois, Ernst Mach (1838-1916) criticou a definição de massa feita por Newton e achou que era necessário haver outra definição melhor estruturada, devido ele não ter

demonstrado como medir a densidade do corpo sem usar o conceito de massa, pois, definimos a densidade pela razão da massa ou quantidade de matéria pelo volume do corpo. Segundo Mach (1960, p.266-267) “Diz-se que têm massas iguais todos os corpos que, que ao agir mutuamente um sobre o outro, produzem em cada uma acelerações iguais e opostas.”

Na terceira definição, Newton definiu as expressões equivalentes *vis insita* ou *vis inertiae*. Essas expressões têm as seguintes traduções, *vis insita* (força inata da matéria) e *vis inertiae* (força de inércia ou inércia). Newton definiu nas seguintes palavras: A *vis insita*, ou força inata da matéria, é um poder de resistir, através do qual todo corpo, estando em um determinado estado, seja ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, resiste à mudanças no seu estado cinemático. Levando em consideração as definições feitas por Newton, em outras palavras, podemos dizer que a massa inercial é a medida em que um corpo resiste à aplicação de uma força.

No caso da massa gravitacional, temos uma propriedade um pouco diferente, como dito anteriormente, a massa gravitacional é a massa que aparece na lei da gravitação de Newton, podendo ser medida através de uma balança. Elas são proporcionais ao seu peso ou à força gravitacional que é exercida sobre um corpo que esteja próximo à Terra. Alguns autores chamam esse tipo de massa de “cargas gravitacionais”, pois, suas características são bem parecidas com a de cargas elétricas, já que uma carga gera um campo e sente forças atuando sobre si. Similarmente ocorre com as massas gravitacionais, onde uma massa atua sobre outras massas acelerando-as e também é afetada da mesma forma.

Apesar de se tratarem de dois tipos de massa, em resumo, são propriedades distintas de um mesmo corpo. A massa inercial é obtida quando tentamos acelerar um corpo, ou seja, alterar o seu estado de movimento, enquanto que a massa gravitacional é assim classificada quando há interação entre dois corpos por meio de uma força de repulsão e atração. Ressalta-se que os valores medidos da massa inercial e da massa gravitacional são muito semelhantes. Já

foram realizados vários experimentos com o intuito de verificar variações de um para o outro, no entanto apenas conceitualmente são diferentes com precisão experimental de uma parte para um milhão (Fedorov, 2008). Portanto, na Mecânica Clássica, consideramos usualmente uma única massa por uma simples coincidência experimental entre as massas inercial e gravitacional.

Na próxima seção, serão ilustradas algumas ocorrências das massas inerciais e gravitacionais. A partir dos conceitos estabelecidos, considera-se alguns simples experimentos onde a razão entre essas massas aparece e quais conceitos podem-se extrair desses experimentos. Finalmente, apresenta-se as ideias de Mach para explicar a coincidência experimental entre as massas e como tal ideia guiou Einstein para desenvolver uma nova teoria gravitacional.

OCORRÊNCIAS DO CONCEITO DE MASSA NA MECÂNICA CLÁSSICA

Serão resolvidos alguns simples problemas de dinâmica na mecânica clássica para ilustrar as distinções entre as massas.

Figura (1): Dinamômetro medindo a força exercida sobre um carrinho.



Fonte: Autoria Própria.

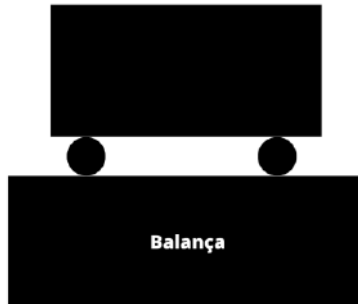
A figura (1) mostra um dinamômetro, que é uma ferramenta que se utiliza para medir a força sendo exercida sobre um carrinho de massa inercial m_i . Supõe-se que essa força F seja constante, gerando uma aceleração a constante no qual o carrinho está sendo submetido. Para determinar a massa inercial m_i desse carrinho, utiliza-se a segunda lei de Newton

$$F = m_i a \Rightarrow m_i = \frac{F}{a} \quad (2)$$

A equação (2) diz que a massa inercial é proporcional à razão entre a força que está sendo exercida sobre um objeto e a aceleração adquirida por ele. Essa aceleração, no contexto da Física newtoniana, é frequentemente concebida em relação ao espaço absoluto, um conceito que postula a existência de um referencial inerte e imutável. Segundo Newton (2016, p. 45) “O espaço absoluto, em sua própria natureza, sem relação com qualquer coisa externa, permanece sempre similar e imóvel.”

A figura (2) ilustra uma balança medindo a massa gravitacional m_g . Esse carrinho tem seu peso definido por P e está sendo submetido a uma aceleração gravitacional constante g .

Figura 2: Balança medindo a massa gravitacional de um carrinho.



Fonte: Autoria própria.

Pode-se determinar a massa gravitacional do carrinho como

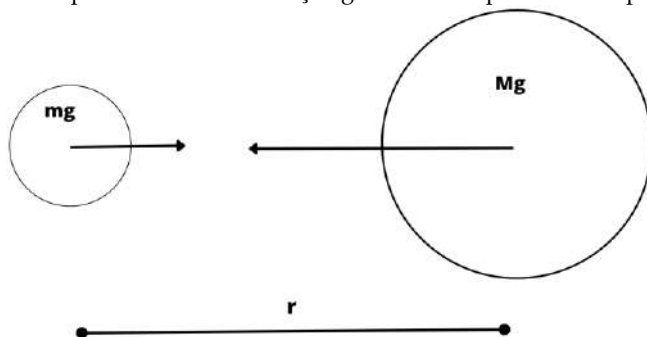
$$P = m_g g \Rightarrow m_g = \frac{P}{g} \quad (3)$$

A equação (3) dá o valor da massa gravitacional como sendo proporcional à razão entre seu peso e a aceleração da gravidade na qual está sendo submetido.

Na figura (3) tem-se um corpo (considerado como um planeta) que está sofrendo ação de um campo gravitacional criado por um

outro corpo esférico de massa gravitacional M_g (uma estrela, por exemplo). O seu centro está a uma distância r do primeiro.

Figura 3: Corpo sofrendo uma atração gravitacional por outro corpo maior.



Fonte: Autoria própria.

A força gravitacional, representada como F_g , como a força que age sobre um corpo. Essa força é determinada pela massa gravitacional desse corpo, denotada como m_g , e é influenciada pela constante gravitacional universal, G . A lei da gravitação universal de Newton descreve como essa força é calculada, e podemos usar tal lei para determinar a massa gravitacional m_g do corpo. Em resumo, a massa gravitacional de um corpo está relacionada à força gravitacional que age sobre ele, com a constante gravitacional universal desempenhando um papel importante nesse cálculo, através da relação:

$$F_g = G \frac{M_g m_g}{r^2} \Rightarrow m_g = \frac{F_g r^2}{G M_g}. \quad (4)$$

Os três exemplos apresentados acima ilustram problemas simples que são encontrados na mecânica clássica formas de resolver e ilustram os dois tipos de massa existentes em fenômenos distintos.

A QUEDA LIVRE DE GALILEU

Na seção anterior, os fenômenos vistos, são puramente gravitacionais ou puramente inerciais. Nesta seção, e nas duas seguintes, algumas situações onde entremeiam-se efeitos inerciais e gravitacionais.

Pouco tempo antes de Newton, Galileu Galilei (1564-1642) chegou a uma conclusão após uma série de experimentos sobre corpos em queda livre. Galileu concluiu que todos os corpos caem com aceleração constante nas proximidades da Terra. Segundo Galileu (1985, p.127) “Chamo movimento igualmente, ou o que é o mesmo, uniformemente acelerado, àquele que, partindo do repouso, adquire em tempos iguais, momentos (momenta) iguais de velocidade.” Essa foi a definição de Galileu para o que chamou de movimento uniformemente acelerado.

Após uma série de experimentos com planos inclinados em diferentes ângulos, Galileu constatou que o tempo de movimento de cada corpo, estava entre si na mesma proporção. Também concluiu-se que a aceleração não depende do peso do corpo, ou seja, se tivermos dois corpos com pesos distintos e se lançarmos os dois em queda livre no vácuo, os dois cairão com a mesma aceleração constante.

Outra curiosidade é que a aceleração não depende da densidade e nem da composição química do corpo. Galileu mediu os tempos de queda de corpos com densidades diferentes caindo em ambientes com densidades diferentes e comparou os resultados obtidos. Ele obteve que se a densidade do meio fosse maior, para os corpos de densidades diferentes, maior era a diferença entre as velocidades que esses corpos ganhavam quando eram soltos de uma altura igual. Essas descobertas foram feitas através de experimentos com planos inclinados e também com pêndulos simples. Segundo Galileu (1985, p.62):

Tendo em vista que a diferença de velocidade nos móveis de pesos específicos diferentes é cada vez maior em meios cada vez mais resistentes,

o que podemos dizer? Na prata incandescente o ouro desce ao fundo mais velozmente que o chumbo, mas é o único a descer, ao passo que outros metais e pedras sobem à superfície e flutuam, enquanto que no ar as bolas de ouro, de chumbo, de cobre, de púrpura ou de outras substâncias pesadas terão uma diferença de velocidade quase insensível, posto que certamente uma bola de ouro ao final de uma queda de cem braças não precederá em quatro dedos uma bola de cobre. Tendo constatado isso, cheguei à conclusão de que eliminada completamente a resistência do meio, todos os corpos desceriam com a mesma velocidade.

Com os resultados que Galileu obteve em relação à queda livre dos corpos podemos dizer que.

\vec{a} = constante para qualquer peso, densidade ou composição química do corpo
. (5)

Com a invenção da bomba de vácuo na década de 1650 por Otto von Guericke (1602-1686), Robert Boyle (1627-1691) pediu para seu assistente construir uma máquina que levasse em conta os mesmos princípios para a queda dos corpos. Boyle então realizou uma série de experimentos, um deles foi colocar uma pena em queda livre e notou que a pena caía em linha reta da mesma forma que acontece quando corpos densos caem no ar. Intrigados com essa descoberta, outros pesquisadores resolveram utilizar uma moeda e a pena, soltaram-nos do repouso a partir da mesma altura no vácuo e constataram os dois corpos levarem o mesmo tempo para chegar ao solo.

Quando Galileu chegou a essa constatação, ele obteve alguns valores para essa aceleração de queda dos corpos, porém, não eram valores precisos. Posteriormente, Huygens (1629-1695) e Newton fizeram uma série de experimentos com pêndulos e chegaram ao valor mais preciso de $9,8 \text{ m/s}^2$ (convertidos para o atual Sistema Internacional de Medidas).

Supõe-se um força gravitacional da Terra atuando sobre um corpo, ou seja, o seu peso \vec{P} e tal corpo cai de uma altura de 10 metros. A força gravitacional exercida pela Terra sobre ele será

essencialmente constante. Tal consideração torna-se possível por a queda de 10 metros ser desprezível comparada ao raio médio da Terra R_T que é de $6,37 \times 10^6 m$. Considera-se M_{gT} como a massa gravitacional da Terra. Durante a queda do corpo de massa m_g

$$\vec{F}_g = \vec{P} = -G \frac{M_{gT} m_g}{R_T^2} \hat{r} = m_g \vec{g}(R_T), \quad (6)$$

Onde,

$$\vec{g}(R_T) = -G \frac{M_{gT}}{R_T^2} \hat{r}. \quad (7)$$

O versor \hat{r} representa a direção e o sentido do vetor conectando o centro da Terra ao corpo de massa m_g . Com a segunda lei de Newton, podemos obter que a aceleração de queda livre será constante, dada por

$$\vec{a} = \frac{\vec{P}}{m_i} = -\frac{m_g}{m_i} \frac{GM_{gT}}{R_T^2} \hat{r} = \text{constante}. \quad (8)$$

O valor de \vec{g} , encontrado através da equação (7), depende unicamente da massa gravitacional da Terra e de onde se localiza o corpo no qual está sendo exercida a força sobre ele. Nota-se que não depende nem de m_g nem de m_i e conclui-se que o valor de \vec{g} não depende da massa gravitacional que está sendo acelerada em direção à Terra, tampouco depende de sua massa inercial.

Supõe-se que uma esfera metálica com peso $P_e = |\vec{P}_e|$ tem massa gravitacional m_{ge} e sua massa inercial é dada por m_{ie} . A esfera está em queda livre com uma aceleração constante $a_e = |\vec{a}_e|$ em direção à Terra. Uma folha de papel, com peso $P_f = |\vec{P}_f|$, massa gravitacional m_{gf} e massa inercial m_{if} , caindo em direção à Terra no vácuo com uma aceleração constante dada por $a_f = |\vec{a}_f|$. A razão destas duas acelerações é dada por

$$\frac{a_e}{a_f} = \frac{\frac{P_e}{m_{ie}}}{\frac{P_f}{m_{if}}} = \frac{\frac{m_{ge}}{m_{ie}}}{\frac{m_{gf}}{m_{if}}} \quad (9)$$

Utilizando apenas a mecânica newtoniana, não é possível prever o valor desta razão entre as acelerações de queda livre da esfera metálica e da folha de papel.

Pode-se utilizar também o resultado que Galileu obteve, que dizia que todos os corpos caem com aceleração constante, independentemente de seus pesos, densidades ou composição química. Aplicando o resultado que ele obteve na equação (5) temos que

$$\frac{a_e}{a_f} = \frac{\frac{P_e}{m_{ie}}}{\frac{P_f}{m_{if}}} = \frac{\frac{m_{ge}}{m_{ie}}}{\frac{m_{gf}}{m_{if}}} = 1. \quad (10)$$

A equação acima também pode ser expressa de outras formas como

$$\frac{P_e}{m_{ie}} = \frac{P_f}{m_{if}}, \quad (11)$$

ou

$$\frac{m_{ge}}{m_{ie}} = \frac{m_{gf}}{m_{if}}. \quad (12)$$

As duas equações acima são válidas para qualquer corpo de qualquer peso P , qualquer massa inercial m_i e qualquer massa gravitacional m_g , logo esse resultado implica que

$$\frac{P_e}{m_{ie}} = \frac{P_f}{m_{if}} = \frac{P}{m_i} = \text{constante.} \quad (13)$$

Quanto à equação (10), podemos expressá-la, fazendo a razão entre suas massas inerciais ser igual à razão entre os seus pesos ou a razão entre suas massas gravitacionais, resultando em

$$\frac{m_{ie}}{m_{if}} = \frac{P_e}{P_f}, \quad (14)$$

ou

$$\frac{m_{ie}}{m_{if}} = \frac{m_{ge}}{m_{gf}}. \quad (15)$$

No Sistema Internacional de Medidas é definido que a razão entre os dois tipos de massa de um corpo (gravitacional e inercial) possui um valor unitário adimensional. Portanto, a equação (12) pode ser expressa como

$$\frac{m_{ie}}{m_{if}} = \frac{m_{ge}}{m_{gf}} = \frac{m_g}{m_i} = \text{constante} \equiv 1. \quad (16)$$

A proporcionalidade entre o peso e a massa inercial de um corpo é um dado empírico que deve ser adicionado à formulação de Newton, visto que esse dado não pode ser deduzido de seus postulados ou axiomas e só pode ser notado empiricamente. Assim, pode-se definir empiricamente

$$m_i = m_g \equiv m. \quad (17)$$

No exemplo visto, mostrou-se que, mesmo os conceitos das duas massas sendo independentes, os resultados empíricos obtidos por Galileu indicam que essas quantidades deveriam ser iguais *ab initio*.

FIO INCLINADO

Pode-se considerar que o experimento da queda livre de Galileu seja uma coincidência isolada. Para averiguarmos tal possibilidade, considera-se outra situação física onde os conceitos de massa inercial e gravitacional se misturam.

Temos um corpo sendo acelerado em relação ao solo, preso a um fio. O comprimento do fio é definido por h , que está preso no teto de um ônibus que se desloca em relação ao solo. Na parte inferior do fio, há um bloco de ferro com seu peso definido por P , com massa gravitacional m_g e massa inercial m_i . Uma força é aplicada no ônibus, que se desloca em relação ao solo com uma aceleração constante dada por a , e o fio se inclina formando um ângulo ϕ com a vertical. Considerando que este corpo esteja em preso ao fio, podemos perceber que nele atuam duas forças, a força peso dada por P e uma força de tensão exercida pelo fio sobre o bloco de ferro, dada por T . De acordo com a segunda lei de Newton podemos dizer que

$$\sum \vec{F}_R = m_i \vec{a} \quad (18)$$

i.e.,

$$\vec{P} + \vec{T} = m_i \vec{a} \quad (19)$$

Considerando o ângulo ϕ entre o fio e a vertical, tem-se que

$$T \sin \phi = m_i a \quad (20)$$

e

$$T \cos \phi = m g \quad (21)$$

O peso do bloco de ferro P é definido por $m_g g$. Pode-se dividir as equações anteriores e obter

$$\frac{T \sin \phi}{T \cos \phi} = \frac{m_i a}{m_g g} \Rightarrow \tan \phi = \frac{m_i a}{m_g g}. \quad (22)$$

A tangente do ângulo ϕ é proporcional à aceleração do fio em relação ao solo. Pode-se elevar as duas equações (20) e (21) ao quadrado e depois somá-las, com isso obtém-se a força de tensão aplicada no fio dada por

$$T^2 \sin^2 \phi = m_i^2 a^2 \quad (23)$$

e

$$T^2 \cos^2 \phi = m_g^2 g^2. \quad (24)$$

Somando e tomando a raiz quadrada em ambos os lados,

$$T = \sqrt{m_i^2 a^2 + m_g^2 g^2}. \quad (25)$$

Conclui-se que a força de tensão do fio é descrita pela equação (25)

Como visto anteriormente, se soltos no vácuo perto da superfície da Terra, os dois corpos cairão com a mesma aceleração constante independentemente de suas composições químicas ou massa. Nesse caso, não é possível controlar a aceleração que o corpo está caindo, pois ela depende unicamente da Terra. Nesse experimento, é possível alterar facilmente a aceleração do corpo em relação ao solo. Ao encontrar o valor da aceleração definido pela Terra, o ângulo de inclinação do fio será fornecido pela natureza, se a aceleração puder ser controlada, o valor do ângulo pode ser determinado com facilidade. Levando em conta a equação (17), a equação (22) pode ser simplificada da seguinte forma

$$\tan \phi = \frac{a}{g}. \quad (26)$$

Pode-se também fazer uma distinção entre a aceleração e a velocidade a partir da inclinação do fio. Nota-se que quando o ônibus está parado, o fio permanece parado sem se inclinar e não forma nenhum ângulo, quando o ônibus está se deslocando com uma velocidade constante o peso continuará em repouso sem inclinar o fio. Quando o ônibus sofrer uma aceleração constante com módulo a , podemos notar que o peso sofrerá uma oscilação e formará um ângulo ϕ , que pode ser determinado conforme demonstra a equação (25).

Outro aspecto importante a ser destacado é sobre a distinção entre a aceleração relativa e a aceleração absoluta a partir da inclinação do fio, segundo Assis (2013, p. 83) “Ao perceber que há uma mudança na posição entre dois corpos, dizemos que há um movimento relativo entre eles.” Considera-se um ônibus movendo-se com velocidade constante em relação a um observador inercial com um fio pendurado ao teto. Alguém fora do ônibus notará o estado de movimento do fio, com o sistema se deslocando para a direita, com velocidade v . Para um observador em repouso dentro do ônibus em relação ao espaço absoluto, ele observará que o fio e o ônibus permanecerão em repouso para ele, nesse caso quem irá se deslocar será o solo com uma velocidade para a esquerda definida por $-v$. Destarte, não é possível determinar quem se move quando a velocidade é constante.

Se o ônibus for acelerado para a direita, o fio vai se inclinar na direção oposta, para a esquerda. Isso é o que se espera de acordo com a mecânica newtoniana. Entretanto, se a Terra for acelerada para a esquerda (o que não é possível na prática, mas é um cenário hipotético), o fio não se inclinará. Isso é algo que a mecânica newtoniana prevê. Essa diferença ocorre porque, na mecânica newtoniana, o espaço absoluto é considerado como um referencial fixo e independente. Portanto, quando a Terra se move, o fio não está acelerado em relação ao espaço absoluto. Tal fato consiste em uma simplificação da visão newtoniana do espaço e do movimento. A força de atração que a Terra exerce sobre a massa que está pendurada no fio, descrita pela equação $P = mg$ aponta

verticalmente para baixo e a massa é atraída para o centro da Terra. A Terra sempre continuará puxando o peso para baixo, podemos perceber que a equação $\tan\phi = a/g$ que determina o ângulo que não é causado pela Terra. No caso de qualquer referencial sendo acelerado em relação ao espaço absoluto, se o ônibus for acelerado, o vagão ou plataforma o fio se inclinará, já se a Terra for acelerada, ou outro corpo no universo, o fio não se inclinará. Distintamente do caso do movimento não acelerado, os observadores, interno e externo, não discordarão sobre quem está acelerado, isto é, a aceleração é absoluta e não relativa.

Foi visto que não é a Terra a responsável pela força que causa a inclinação do fio. Uma grande pergunta surge diante disso: o quê causa a força que inclina o fio? Com as ferramentas que compõem a mecânica clássica, não é possível determinar a origem física desta força. A origem dessa inclinação pode ser atribuída à inércia do corpo. Quando o ônibus é acelerado em relação ao solo, o corpo tende a permanecer em repouso em relação ao espaço absoluto, quando o fio está preso ao teto do ônibus, no momento que o ônibus começa a se deslocar, o fio começará a se inclinar e uma força de tensão surgirá no fio. A massa na extremidade do fio apresentará uma pequena inclinação conforme o sistema é acelerado em relação até que em dado instante o corpo começará a se deslocar juntamente com o ônibus.

O BALDE DE NEWTON

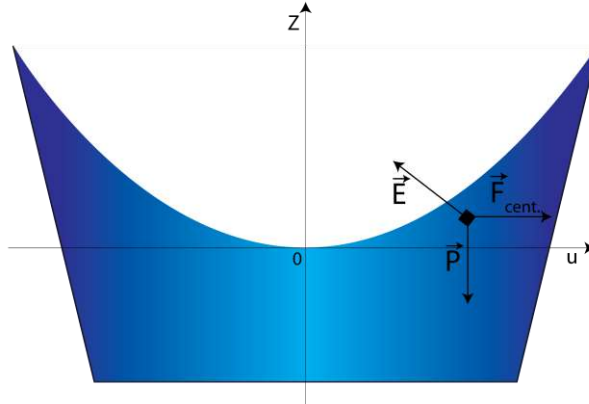
Um experimento mental muito importante foi proposto por Sir Isaac Newton em seu livro *Principia*, essa experiência ficou conhecida como o balde de Newton. Tal experimento ilustra historicamente os conceitos imersos na conexão entre a inércia e a gravidade. Para realização do experimento, imagina-se que há uma corda suspensa e um balde preso em sua ponta, gira-se a corda até que ela fique bastante torcida e enche-se o balde com água ou algum outro fluido. Inicialmente, observa-se que a superfície da água fica plana, porém, ao soltar a corda e deixar o balde girar com

certa velocidade angular constante, é possível notar que a superfície da água assume um formato côncavo, ao passo que abaixa seu nível ao longo do seu eixo de rotação e sobe no contato com o balde. Algumas perguntas surgem diante de tais observações, como por exemplo: qual é o formato resultante da superfície da água? Por qual motivo a superfície da água fica com o formato côncavo quando giramos o balde? Quem é o causador desse movimento da água?

Conforme a pergunta feita acima, por qual motivo a superfície da água fica com um formato côncavo? Então, o mistério por trás disso está na medida em que o balde gira, supondo que a água esteja girando com uma velocidade angular constante em relação ao solo dada por ω , a inércia da água tenta forçar a manter seu estado de repouso, porém, a força centrífuga impele a água a se mover para as laterais do balde. Quando paramos o balde, a água vai perdendo velocidade, isso se deve ao fato do atrito gerado pela parede do balde, ao mesmo tempo que o seu nível volta a aumentar em relação ao seu eixo de rotação.

Para determinar o formato da superfície da água, considera-se um ponto qualquer do líquido no interior do balde e determinaremos a pressão no ponto. Tem-se uma massa inercial infinitesimal na parte de baixo da superfície, que é definida por $dm_i = \rho_i dV$ e $dP = dm_i g$ sendo a força gravitacional para baixo sofrida por tal massa. Há também uma força de empuxo que está na superfície do fluido que é originada pelo gradiente da pressão definido por dE . Leva-se em conta também a distância entre um ponto arbitrário do fluido e o eixo de rotação $u \equiv \sqrt{x^2 + y^2}$, também a presença de uma força centrípeta que aponta na direção do eixo para cima, capaz de mudar a direção do movimento, ou uma aceleração centrípeta dada por a_c . O módulo tangencial da velocidade mantém-se o mesmo no regime estacionário, i.e., quando a velocidade angular é constante.

Figura 4: Diagrama das forças em um ponto arbitrário do fluido.



Fonte: Autoria própria.

Com as seguintes considerações feitas acima e fazendo o diagrama das forças, conforme pode ser visto na Figura (4), pode-se encontrar a equação do movimento de uma quantidade qualquer do fluido pela segunda lei de Newton

$$d\vec{P} + d\vec{E} = dm_i \vec{a}. \quad (27)$$

Na equação acima temos que $d\vec{E}$ é o gradiente de pressão. Serão utilizadas coordenadas cilíndricas para descrever o problema. Assim, tem-se que $(x, y, z) = (u \cos \phi, u \sin \phi, z)$. Para o empuxo

$$d\vec{E} = -(\nabla p)dV = -\left(\frac{\partial p}{\partial u} \hat{u} + \frac{1}{u} \frac{\partial p}{\partial \phi} \hat{\phi} + \frac{\partial p}{\partial z} \hat{z}\right)dV. \quad (28)$$

Utilizando a definição de empuxo (28), o peso $d\vec{P} = -dm_g g \hat{z}$ e a aceleração centrípeta $\vec{a} = -\omega^2 u \hat{u}$, tem-se, pela segunda lei de Newton

$$d\vec{E} = -d\vec{P} + dm_i \vec{a} \quad (29)$$

$$-dm_i\omega^2 u \hat{u} = -dm_g g \hat{z} - \left(\frac{\partial p}{\partial u} \hat{u} + \frac{1}{u} \frac{\partial p}{\partial \phi} \hat{\phi} + \frac{\partial p}{\partial z} \hat{z} \right) dV. \quad (30)$$

Pode-se separar cada componente em sua respectiva direção.
Para u ,

$$\frac{\partial p}{\partial u} - \rho_i \omega^2 u = 0. \quad (31)$$

Para ϕ

$$\frac{\partial p}{\partial \phi} = 0. \quad (32)$$

Para z

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho_g g. \quad (33)$$

Integrando as equações acima em cada direção, obtém-se, lembrando que $\rho_i = dm_i dV$,

$$p = \frac{1}{2} \rho_i \omega^2 u^2 + f_1(\phi, z), \quad (34)$$

$$p = f_2(u, z), \quad (35)$$

$$p = -\rho_g g z + f_3(u, \phi). \quad (36)$$

As funções $f_{1,2,3}$ são funções obtidas pela integração indefinida. Não pode haver dependência em ϕ , portanto

$$p(u, z) = \frac{1}{2} \rho_i \omega^2 u^2 - \rho_g g z + cte. \quad (37)$$

Devido à escolha da origem do sistema de coordenadas no ponto mínimo, conforme visto na figura 4, o ponto mais baixo da

equação (36) é a pressão atmosférica p_0 , que pode ser definida como $p_0 \equiv cte$. Destarte, tem-se que a pressão no interior do fluido é dada por

$$p(u, z) = \frac{1}{2}\rho_i\omega^2u^2 - \rho_ggz + p_0. \quad (38)$$

Se $p(u, z) = p_0$, tem-se que

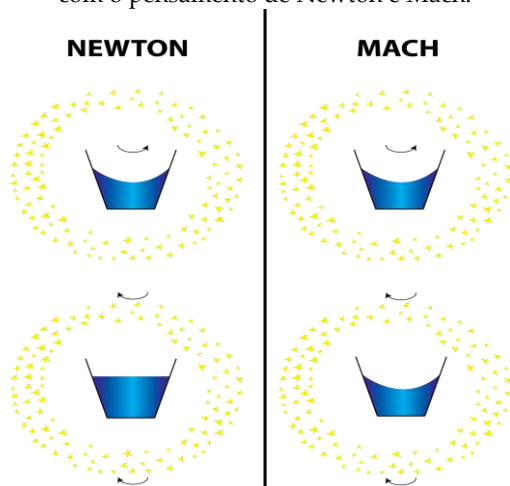
$$\rho_ggz = \frac{1}{2}\rho_i\omega^2u^2 \quad (40)$$

$$z = \frac{1}{2} \frac{\rho_i}{\rho_g} \frac{\omega^2}{g} u^2. \quad (41)$$

Nota-se pela equação (41) que o fluido descreve uma parábola no plano uz quando o balde está girando com velocidade angular constante. Experimentalmente, o formato da parábola não depende do tipo de fluido, i.e, é o mesmo para água, mercúrio, álcool, etc. Isso implica que a razão entre as densidades inercial e gravitacional não depende da composição química do corpo.

Após uma análise minuciosa sobre o experimento do balde, Mach ficou intrigado com o que causava o movimento na água e levantou algumas hipóteses sobre o movimento, supondo que isso acontecia por conta da interação gravitacional entre a água e as estrelas e galáxias distantes. O que deve acontecer segundo a mecânica newtoniana em uma situação relativa equivalente, i.e., se o balde for fixado junto a terra e as estrelas fixas no céu girassem rapidamente em torno do eixo do balde? Para a mecânica newtoniana a água permaneceria plana, o que para Mach não era verdade. Para ele, a superfície da água assumiria a mesma parábola (41), pois seria resultado da interação gravitacional das estrelas com a água da mesma forma que ocorria com o balde girando, i.e., previa uma equivalência para a aceleração como ocorre com a velocidade.

Figura 5: Baldes ilustrando o que aconteceria com o formato da água de acordo com o pensamento de Newton e Mach.



Fonte: Autoria própria.

A ESTRADA PARA A RELATIVIDADE GERAL

Na segunda seção, foram introduzidos dois conceitos distintos de massa. O primeiro conceito surge como uma propriedade intrínseca de um corpo ao tentarmos acelerá-lo e o segundo ao aproximarmos dois corpos entre si. Quando se trata do conceito de força, define-se como a grandeza pela qual corpos interagem entre si. No segundo caso (gravitacional), torna-se claro a interação entre dois corpos, e.g., tais corpos são o planeta e o carrinho. Entretanto, quando o carrinho é acelerado, qual corpo é o responsável pela interação (inercial) com o carrinho? Não se consegue encontrar outro corpo responsável pela força de inércia. Mach chamou esse tipo de força de fictícia, também conhecida como força inercial ou força de inércia, e são efeitos percebidos por um observador em um sistema de referência acelerado. Embora essas forças não correspondam a interações físicas reais entre objetos, elas são cruciais para explicar o comportamento de corpos em movimento relativo a diferentes sistemas de referência. Um exemplo clássico de força fictícia é a "força centrífuga" experimentada por um objeto

em rotação em relação a um ponto de referência externo. O estudo das forças fictícias é fundamental na mecânica para entender a dinâmica de sistemas em aceleração.

Segundo Newton, a inércia é a tendência natural dos objetos de manter seu estado atual de repouso ou movimento uniforme em linha reta, a menos que uma força externa atue sobre eles. Essa propriedade, descrita pela primeira lei do movimento de Newton, é causada pela resistência intrínseca dos objetos à mudança de movimento e está diretamente relacionada à massa dos objetos, sendo que objetos mais massivos exibem uma inércia maior, tornando-os mais difíceis de acelerar ou desacelerar quando comparados a objetos menos massivos sob a mesma força externa.

Como visto na terceira e na quarta seção, os conceitos de massas inercial e gravitacional são indistinguíveis do ponto de vista empírico, apesar de o serem teoricamente. Seria uma coincidência da natureza se corpos com composição química, tamanhos e densidades distintos possuísem a mesma razão entre as massas inerciais e gravitacionais. Tal coincidência não era aceita por Ernst Mach que acreditava que a inércia dos objetos estava relacionada à sua interação com o espaço circundante e com as outras massas no universo. Então propôs que a inércia de um objeto era resultado de sua relação com todas as outras massas no universo, embora ele não tenha dado um nome, muitos chamaram de "princípio de Mach". Segundo ele, a massa de um objeto e sua inércia estavam ligadas à distribuição de massa do universo como um todo, o que implicava que a inércia de um objeto poderia ser afetada pela presença e distribuição de outras massas e explicava a equivalência empírica entre as massas inercial e gravitacional. A essência do pensamento de Mach pode ser demonstrada com o simples experimento do balde visto na seção anterior, onde a força de inércia seria uma força gravitacional e os corpos responsáveis pela elevação da água seriam as estrelas distantes do universo.

A ideia de Mach encontrava apenas um empecilho, i.e., a gravitação Newtoniana. Podemos imaginar as estrelas distribuídas ao nosso redor preenchendo o espaço como se estivéssemos dentro

de uma casca esférica com a massa do universo. A clássica relação da força inversamente proporcional ao quadrado da distância da Lei da Gravitação Universal gera uma força gravitacional nula dentro de uma casca esférica. Portanto, não pode haver força gravitacional resultante dentro da casca e a mesma não pode ser a origem da inércia.

A incompatibilidade entre a gravitação de Newton e o Princípio de Mach pode ser resumida na figura 5. Como a inércia para Newton é o movimento em relação ao espaço absoluto, se o balde for mantido parado e todo o universo à volta dele fosse rodado, não haveria alteração na superfície da água. Para Mach, como tais situações são dinamicamente equivalentes, o comportamento da água seria o mesmo do caso do balde girando, i.e., a parábola surgiria na superfície.

A motivação de Albert Einstein para a criação de uma nova teoria gravitacional, que posteriormente se tornaria a Teoria da Relatividade Geral, estava, em parte, relacionada ao Princípio de Mach e à incompatibilidade percebida desse princípio com a gravitação newtoniana. Einstein foi profundamente influenciado pelas ideias de Ernst Mach e ficou intrigado com a noção de que a distribuição de massa no universo deveria desempenhar um papel fundamental na descrição da inércia.

Einstein percebeu que a gravitação newtoniana não conseguia explicar completamente a influência da massa do universo sobre a inércia, e, insatisfeito com a ideia de que a gravidade era uma força instantânea à distância, como postulada por Newton, buscou uma teoria que satisfizesse tal influência. Esse desejo o levou a desenvolver a Teoria da Relatividade Geral (TRG), que descreve a gravidade não como uma força, mas como a curvatura do espaço-tempo em resposta à presença de massa e energia. Desta forma, ambos conceitos de massa coincidem. Tal teoria incorporou de maneira mais satisfatória o Princípio de Mach e forneceu uma compreensão mais completa e precisa da gravidade, que tem sido corroborada por uma série de experimentos e observações ao longo dos anos (Hobson, 2006). Portanto, a busca de Einstein por uma

teoria gravitacional que contemplasse o Princípio de Mach foi uma das principais motivações por trás do desenvolvimento da TRG.

Apesar da TRG não incorporar plenamente o princípio de Mach como outras teorias (Lima, 2020), sua existência marcou a vida de Einstein e o influenciou a desenvolver outra teoria gravitacional que colocaria a fundamentada teoria gravitacional de Newton como incompleta.

REFERÊNCIAS

1-Abbott, B. P. et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Physical review letters*, v. 116, n. 6, p. 061102, 2016.

2- Saracino, S. et al. A black hole detected in the young massive LMC cluster NGC 1850. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 511, n. 2, p. 2914-2924, 2022.

3- Lima Junior, H. CD et al. Sombras de buracos negros: desvendando a física por detrás da imagem de M87. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, p. e20200232, 2020.

4- SAA, A. Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, p. e4201, 2016.

5-Einstein, A. Näherungsweise integration der feldgleichungen der gravitation. *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften*, p. 688-696, 1916.

5- Isaac, Sir N. *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural — Livro I - 2. ed., 3. reimpr.* - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

6- Fedorov, V. V. et al. Diffraction enhancement and new way to measure neutron electric charge and the ratio of inertial to gravitational mass. *Nuclear Instruments and Methods in Physics*

Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, v. 593, n. 3, p. 505-509, 2008.

7 -Daniel G. A origem da inércia. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 16, nº 1 (1999), pp. 43-53.

8 - Assis, A. K. T. Mecânica Relacional: e Implementação do Princípio de Mach com a Força de Weber Gravitacional. C. Roy Keys, Incorporated, 2013.

9 - Galilei, G. Duas Novas Ciências, tradução de Pablo Rubem Mariconda, Nova Stella Editorial. Istituto Italiano di Cultura, SãoPaulo, 1985.

10-Hobson, M. P.; Efstathiou, George P.; Lasenby, A. N. General relativity: an introduction for physicists. Cambridge University Press, 2006.

11- Lima, F. MS. Nonzero Gravitational Force Exerted by a Spherical Shell on a Body Moving Inside It, and Cosmological Implications. Gravitation and Cosmology, v. 26, p. 387-398, 2020.

13-Mach, E. English edition: The Science of Mechanics. Open Court, London, 1960.

Unidade II

Metodologias e Tecnologias Inovadoras em Ciências Naturais

*...Quem me dera, ao menos uma vez / Ter de volta todo o ouro que
entreguei...*

Índios - Legião Urbana

Capítulo 7 ...

A BUSCA POR NOVOS FÁRMACOS PARA O TRATAMENTO DA LEISHMANIOSE

Arthur Lima de Arruda*; Danilo da Silva Olivier****

* Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a).

E-mail de contato: arthur.arruda@mail.ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

A leishmaniose é considerada uma das doenças mais negligenciadas do mundo, ocorrendo principalmente em países de continentes como África, América, Europa e Ásia, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) esta doença acomete cerca de 2 milhões de pessoas por ano, isso deve-se a sua ocorrência principalmente em países com vulnerabilidade social, falta de saneamento básico, difícil acesso à saúde, além de fatores ambientais e climáticos.

Além disso, tal enfermidade é causada por parasitas protozoários da família *Trypanosomatidae* e do gênero *leishmania*, em que existem mais de vinte espécies já identificadas. Os principais vetores são os flebotomíneos que são pequenos insetos pertencentes ao gênero *Lutzomyia*, popularmente chamados — a depender da região onde são encontrados — de mosquito-palha, tatuquira, birigui, cangalhinha, asa branca, asa dura e palhinha (Fonseca, 2021; Souza, 2007).

Dentre os tipos de leishmaniose existentes estão a tegumentar ou cutânea, que é a forma mais leve da doença apresentando úlceras nos locais de inoculação do parasita; leishmaniose mucosa ou mucocutânea, acometendo regiões mucosas da boca, nariz e

garganta; leishmaniose visceral, que é a forma mais grave da doença causando febre alta, anemia, acomete órgãos como baço e fígado levando a cerca de 90% dos pacientes à morte se não tratada (Avilán *et al.*, 2011). Na América Latina, os países mais afetados por esta doença são Suriname, Panamá, Bolívia, Peru, Guatemala, e principalmente o Brasil (OPAS, 2022).

No Brasil, de acordo com dados divulgados pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2022), ocorrem cerca de 93,5% dos casos notificados das Américas, o que se torna um número bastante preocupante. As regiões Norte e Nordeste são as principais localidades com quantidades de casos e estados como Tocantins, Pará, Maranhão e Ceará assumem os primeiros lugares nos números de casos de leishmaniose. No estado do Tocantins, a cidade de Araguaína apresenta o maior número de casos notificados, seguida de Palmas, Gurupi, Darcinópolis, Lajeado, Paraíso e Porto Nacional (OPAS, 2021).

O tratamento para esta doença é baseado em quimioterapias, visto que não há vacinas, usa-se os medicamentos anfotericina B e antimoniais pentavalentes como os estibogluconato de sódio (Pentostan) e o antimoniato de N-metilglucamina (Glucantime) (Souza, 2007). Apesar de serem algumas das únicas formas de tratar a leishmaniose, eles não oferecem o tratamento adequado já que não foram planejados para tratá-la especificamente, mas sim os sintomas. Em decorrência disso, apresenta alguns efeitos colaterais como náuseas, febre, cefaléia, fraqueza, entre outros.

A falta de tratamentos voltados apenas para as Leishmanioses abre um vasto campo de pesquisa no desenvolvimento de novos fármacos e terapias no combate ao parasita. Assim, neste capítulo, tem-se como objetivo, apresentar algumas técnicas e enzimas alvo utilizadas no desenvolvimento de novos fármacos contra leishmanioses.

TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS FÁRMACOS

A forma de tratamento atual contra leishmaniose é baseada em medicamentos como antimoniais pentavalentes, anfotericina B e pentamidina. O principal medicamento utilizado no Brasil é o Glucantime® (Oliveira; Gilbert; Bôas, 2013) em virtude de ser importado, os custos acabam sendo bastante elevados e pelo fato do governo ser o único demandante do produto o fabricante acaba perdendo o interesse na produção. Sendo assim, urge que novos fármacos sejam desenvolvidos e para isso existem alguns critérios e técnicas para esta produção. De acordo com Melos e Echevarria (2012, p. 376):

O desenvolvimento de novos agentes antiparasitários, de maneira geral, tem sido realizado considerando os seguintes itens: a) o conhecimento de princípios ativos de plantas utilizada na medicina popular para o tratamento de doenças parasitárias; a investigação de fármacos já utilizados para o tratamento de outras doenças, uma vez que já foram submetidos a ensaios clínicos muito dispendiosos e c) a identificação de alvo específico na via metabólica-chave para o parasito.

Muitos estudos, na atualidade, estão sendo realizados com o uso de princípios bioativos de plantas medicinais, medicamentos já existentes no tratamento de outras doenças e busca de proteínas alvo atuantes no metabolismo do parasita, para o desenvolvimento de novos fármacos com finalidade no tratamento da leishmaniose.

O USO DE PLANTAS MEDICINAIS COMO LEISHMANICIDAS

Os compostos bioativos chamados flavonóides encontrados em plantas medicinais, frutas e vegetais presentes em nosso cotidiano, têm sido utilizados como base para a produção de medicamentos. Alguns estudos feitos por grupos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) indicam alguns compostos de

plantas que isolados agem contra os parasitas de Leishmania conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Plantas e componentes bioativos isolados contra leishmanias.

Espécie/ Família	<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lamarck) Persoon Crassulaceae	<i>Plumbago scandens</i> (Muell. Arg) Miers Plumbaginaceae	<i>Physalis angulata</i> Schum. & Thonn Solanaceae	<i>Piper aduncum</i> L. Piperaceae	<i>Tabernaemontana australis</i> L. Apocynaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> L. Phyllanthaceae
Nome popular	Folha da fortuna	Louco	Cama pu	Apertaruão	Jasmin catavento	Quebra pedra
Parte da planta	Folhas	Raízes	Planta inteira	Inflorescências	Caule	Caule
Principais substâncias ativas/Classe química	Quercitrina(Quercetina-3-O- α -L ramnopiranosídeo) (flavonoide)	Plumbagina (5-hidroxi-2-metilnaftoquinona)	Fisalinas B e F Secosteróides	2',6'-hidroximatocina (chalcona)	Coronaridina (alcaloide indólico)	Geraniol, Filantusiina B, Filantusiina C, Amariina (Taninos) Polifenóis
Leishmania (amastigotas) (in vitro)	<i>L. amazonensis</i>	<i>L. amazone nsis</i> <i>L. donovan</i>	<i>L. amazonensis</i>	<i>L. amazone nsis</i>	<i>L. amazonensis</i>	<i>L. major</i> <i>L. donovan</i>

Fonte: (Adaptado pelo autor, Oliveira; Gilbert; Bôas, 2013).

Componentes como flavonoides, polifenóis, alcalóides e outros têm atividades biológicas contra a leishmaniose. Por estarem presentes em baixas concentrações nas plantas, possuem baixa toxicidade e demonstram efeitos terapêuticos, o que minimiza os riscos associados ao tratamento (Oliveira; Gilbert; Bôas, 2013). Dessa forma o uso de compostos naturais têm se tornado bastante eficazes na produção de novos medicamentos e tratamento da leishmaniose.

INVESTIGAÇÃO DE MEDICAMENTOS JÁ UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA LEISHMANIOSE

Os medicamentos atuais disponíveis para o tratamento de leishmanioses — para diferentes espécies de *Leishmania*, são utilizados diferentes medicamentos — são baseados em antimoniais pentavalentes como estibogluconato de sódio e antimonite meglumina que vêm sendo utilizados há cerca de 70 anos (Surur *et al.*, 2020).

Porém, estes medicamentos acabam trazendo alguns problemas colaterais tóxicos, por exemplo paladar metálico, dor de cabeça, letargia, náuseas, vômitos e mialgia (Fonseca, 2017), levando assim a utilização de medicamentos de segunda linha como a anfotericina B e pentamidina o que acaba aumentando o desenvolvimento da resistência do parasita (Haldar; Sen; Roy, 2011). Logo,

O único tratamento oralmente ativo, a miltefosina, (hexadecilfosfocolina), foi originalmente desenvolvido como um agente anticancerígeno e foi aprovado em 2014 contra infecções causadas por *L. braziliensis*, *L. panamensis* e *L. guyanensis*. Os dados relativos à eficácia da miltefosina contra leishmanioses do velho mundo são escassos e extremamente limitados (Surur *et al.* 2020, p.2059).

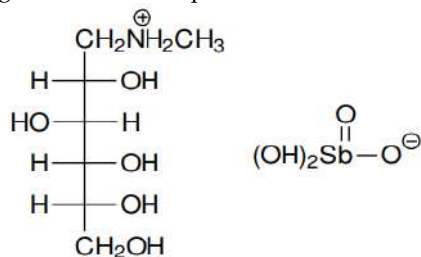
Dessa forma, o descobrimento da miltefosina trouxe um novo grupo de medicamentos antiprotozoários a ser estudado, verificando seu mecanismo de ação contra os tripanossomatídeos

possibilitando a diminuição da resistência a tais medicamentos (Berardi, 2010). Esse descobrimento, representa um avanço significativo no campo da pesquisa antiprotozoária, pois introduz um novo grupo de medicamentos para combater os tripanossomatídeos. A investigação do seu mecanismo de ação é crucial para compreender como os parasitas respondem a esse composto e, assim, encontrar maneiras de reduzir a resistência aos medicamentos existentes. Isso destaca a importância contínua da inovação na descoberta de novos tratamentos e na manutenção da eficácia dos medicamentos contra doenças parasitárias.

ANTIMONIAIS

Existem registros de antimoniais sendo usados há séculos ao longo da história da humanidade, e relatados pela primeira vez contra tripanossomatídeos no início do século XX. Inicialmente, por volta de 1905, fazia-se o uso do antimônio e tártaro de sódio e potássio contra a leishmaniose, que mais tarde foi substituído por antimoniais trivalentes em 1913 (Haldar; Sen; Roy, 2011), porém descobriu-se que era bastante tóxico sendo trocado por antimoniais pentavalentes, onde existem dois tipos mais utilizados atualmente: antimoniato de N-metilglucamina Glucantime® (Figura 1) e o gluconato de antimônio de sódio Pentostan®, este primeiro o único disponível no Brasil (Souza, 2007).

Figura 1: Estrutura química da Glucantime®.



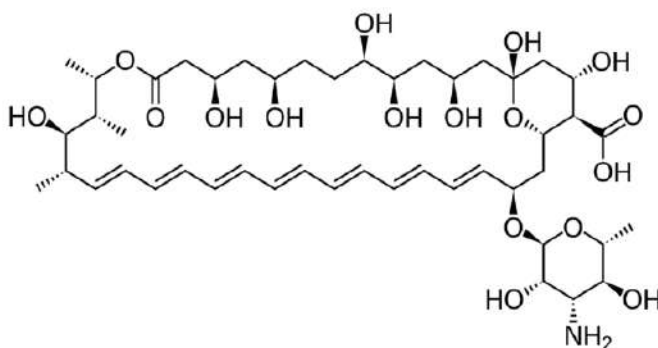
Fonte: (Souza, 2007).

O antimoniato de N-metilglucamina (Glucantime®) por ser a primeira opção recomendada no tratamento e o único pentavalente do antimônio disponível no Brasil, os custos acabam se tornando bem elevados e além disso, há algumas contraindicações de uso para gestantes e pacientes com menos de dois, e mais de quarenta e cinco anos (FONSECA, 2017). Mesmo sendo utilizada para o tratamento da doença este medicamento traz alguns efeitos colaterais bastante tóxicos, fazendo-se necessário o uso alternativo de medicamentos de segunda linha como a anfotericina B.

ANFOTERICINA B

Na falta de respostas ao tratamento utilizando o antimoniato de N-metilglucamina ou resistência do parasita faz-se o uso da Anfotericina B (figura 2) por apresentar grande potencial contra os estágios promastigotas e amastigotas do parasita, sendo esta a mais recomendada para gestantes com leishmaniose (Brasil, 2014). Entretanto, devido a sua toxicidade, ocorrem alguns efeitos adversos desde de complicações imediatas e curtas como calafrios, febre, náuseas, vômitos, dores de cabeça, hipotensão, dentre outros sintomas, a problemas mais prolongados como toxicidade renal, hematológica e hepática (Falci; Pasqualotto, 2015).

Figura 2: Estrutura química da Anfotericina B.



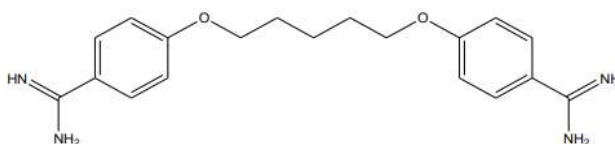
Fonte: (Falci; Pasqualotto, 2015).

Mesmo com uma certa taxa de eficácia seu uso gera bastantes agravantes, o que levou ao desenvolvimento de formulações do fármaco em sistemas lipídicos que formam micelas que são capturadas no interior das células por fagócitos mononucleares proporcionando resultados promissores, porém os altos custos para a realização dessa forma terapêutica acaba se tornando inviável para os serviços públicos de saúde do país.

PENTAMIDINA

Outra alternativa para o tratamento da leishmaniose é a Pentamidina (figura 3), uma diamina aromática que vem sendo utilizada no combate de outros protozoários patogênicos (Neves *et al.*, 2011). Ela é indicada na ausência de resultados dos medicamentos de primeira linha ou impossibilidades de seus usos, recomendada principalmente para crianças, e contraindicada para pacientes gestantes, com insuficiência renal, diabéticos, doenças cardíacas e insuficiência hepática (Souza, 2007).

Figura 3: Estrutura química da Pentamidina.



Fonte: (Fernandes, 2014).

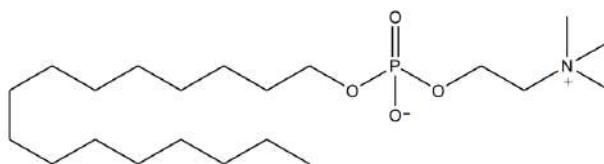
As reações adversas decorrentes pela Pentamidina são tontura, vômito, mialgia, cefaléia, hiperglicemia e hipoglicemia. Apesar de seu custo para produção ser alto comparada com os antimoniais, a pentamidina acaba sendo mais viável de se utilizar, o que a torna um medicamento de primeira linha em alguns países como Suriname e Guiana Francesa. Isso porque os custos com as aplicações e todas as logísticas de uso acaba se tornando mais

vantajoso em relação aos antimoniais mesmo sendo mais caro para produção (Neves *et al.*, 2011).

MILTEFOSINA

Um fármaco que tem sido testado no tratamento da leishmaniose bastante promissor é a Miltefosina (figura 4). Inicialmente produzida para o tratamento do câncer, ela é o mais recente medicamento aprovado contra leishmaniose e o primeiro de via oral (Haldar; Sen; Roy, 2011). Ensaios clínicos realizados na Índia comprovam uma taxa de 82% de cura dos pacientes tratados com miltefosina, todavia, este medicamento é extremamente contraindicado para mulheres em período fértil ou na gravidez (Haldar; Sen; Roy, 2011) e apresenta graves efeitos colaterais sendo eles insuficiência renal, diarreia, náuseas e vômitos. A eficiência no uso da miltefosina é mais evidente em espécies de *Leishmania* do Velho mundo do que em espécies do Novo mundo, o que acaba tornando sua utilização bastante limitada no tratamento da doença nas Américas do Sul e Central (Oliveira; Gilbert; Bôas, 2013). Além disso, o custo de produção deste medicamento é bem elevado o que se torna inacessível para as populações mais carentes.

Figura 4: Estrutura química da miltefosina



Fonte: (Fernandes, 2014).

Portanto, é notório que os medicamentos já utilizados no tratamento da leishmaniose são muito caros, pouco acessíveis e geram agravantes efeitos colaterais sendo necessários melhorá-los. Para isso, um dos caminhos é a busca por compostos que sejam

mais baratos financeiramente e tenham ação antileishmanicida em enzimas alvo.

POSSÍVEIS ENZIMAS CANDIDATAS VITAIS PARA A VIRULÊNCIA DO PARASITA

A utilização de proteínas como alvos terapêuticos vem sendo estudada por vários grupos de pesquisas. Seu uso consiste na busca por potenciais inibidores específicos que causem um desequilíbrio no patógeno impedindo-o de realizar suas funções normalmente, o que pode causar a redução de sua viabilidade celular e levar à morte. Um potencial alvo proteico é aquele que possui características que proporcionam uma alta interação com moléculas semelhantes aos fármacos.

Dessa forma, para o desenvolvimento de novos fármacos os alvos precisam ser específicos, ou seja, não apresentar efeitos tóxicos contra o hospedeiro humano e ser imprescindível para a sobrevivência do parasita (Costa, 2017). Pesquisas recentes identificaram potenciais vias metabólica-chave e enzimas importantes que atuam na virulência do parasita, como biossíntese de esteróis, metabolismo de folatos, a Tripanotiona Redutase (TR), a Enolase e Proteases.

BIOSSÍNTESE DE ESTERÓIS

Os esteróis são componentes de grande relevância da membrana celular, sendo responsáveis pela manutenção e função celular. Nos mamíferos o principal esterol encontrado na membrana celular é o colesterol, já em espécies de tripanossomatídeos os principais esteróis são o ergosterol e o estigmasterol (Fernandes, 2014). O colesterol é o esterol que está majoritariamente presente em seres humanos, realiza tarefas estruturais e funcionais importantes como crescimento celular, organização, dinâmica e atua como modelador de fluidez (Neto; De, 2009).

Em espécies de *leishmania* os esteróis atuam no crescimento celular, manutenção e controle da fluidez da membrana. O esterol encontrado nesses indivíduos se assemelha com o colesterol produzido pelos mamíferos em suas estruturas. Por esta razão, quando se utiliza a anfotericina B (AmB) no combate ao parasita ela é capaz de ligar-se ao colesterol das células do hospedeiro e conseqüentemente causar graves efeitos colaterais tóxicos. Seu mecanismo de ação está relacionado a ligar-se ao e afetando a permeabilidade da membrana celular, formando poros que leva o vazamento de íons de potássio, cálcio e magnésio promovendo a morte celular (Mesa-Arango; Scorzoni; Zaragoza, 2012).

Figura 5: Estrutura da metiltransferase de *Leishmania amazonensis*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A enzima esterol 24-C-metiltransferase (ERG6), (figura 5) tem sido um objeto de estudo bastante promissor, por ser um esterol encontrado apenas nos tripanossomatídeos restrita a parasitas do gênero *Leishmania* e ser única e tardia⁷ na biossíntese do ergosterol

⁷ Inibição de enzimas iniciais e intermediárias da via de biossíntese levam à morte do parasita, porém estão presentes no hospedeiro também. A ERG6 por participar de uma etapa tardia da biossíntese torna-se suscetível à inibição por azaesteróis.

(Veltri, 2019). Alguns ensaios realizados com azaesteróis, que são fármacos, apresentaram grande capacidade de inibição da enzima esterol 24-C-metiltransferase (Melos; Echevarria, 2012). Isso demonstra que candidatos a novos fármacos podem ser buscados através de experimentos com o uso da ERG6.

METABOLISMO DE FOLATOS

Os folatos são cofatores utilizados em processos metabólicos essenciais como a síntese de DNA e RNA, metabolismo de aminoácidos e estão envolvidos no crescimento. Enzimas como Timidilato Sintase (TS), Dihidrofolato Redutase (DHFR) participam desses processos e são responsáveis por converter a dihidrofolato em tetraidrofolato. Dessa maneira, despertam o interesse de pesquisadores em utilizá-las como alvo para quimioterapia (Chawla; Madhubala, 2010). Evidências na literatura demonstram que inibidores comuns da DHFR, por exemplo, a pirimetamina e o trimetoprim são pouco seletivos para algumas espécies de *Leishmania* (Gilbert, 2002).

Em indivíduos tripanossomatídeos essas duas enzimas se encontram no mesmo polipeptídeo, sendo o domínio TS encontrada no terminal carboxi e o DHFR no terminal amino. Em contrapartida, nos seres humanos tanto a TS quanto a DHFR possuem polipeptídeos monofuncionais separados, dessa maneira apresentando estruturas diferenciais e tarefas exclusivas no processo de produção de folatos (Herrera-Acevedo *et al.*, 2023). A DHFR-TS (figura 6) – enzima bifuncional encontrada apenas nas espécies de *Leishmania* – está diretamente relacionada com a sobrevivência do parasita, pelo fato de serem auxotróficos para o folato, ou seja, não são capazes de sintetizar este nutriente tais indivíduos possuem um mecanismo metabólico sofisticado para adquirir o folato do hospedeiro (Herrera-Acevedo *et al.*, 2023).

Figura 6: Estrutura da Dihidrofolato Redutase Timidilato Sintase de *Leishmania amazonensis*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Por estar envolvida tanto na etapa de síntese de nucleotídeos quanto nos níveis de concentração de folatos do parasita, a DHFR-TS dessa maneira é um potencial alvo para pesquisadores na busca por fármacos antileishmania.

TRIPANOTIONA REDUTASE

A Tripanotiona Redutase (TR), (figura 7) é uma enzima de suma importância para a sobrevivência dos tripanossomatídeos sendo fundamental contra o estresse oxidativo, visto que esses indivíduos não possuem catalase, sua defesa baseia-se na tripanotiona (Battista *et al.*, 2020). No hospedeiro há uma enzima homóloga à TR responsável pela manutenção do ambiente intracelular redutor nas células, que se mostra similar em aproximadamente 40% chamada de Glutationa Redutase (GR) (Fonseca, 2021). Tais enzimas apresentam estruturas específicas e características diferentes o que leva aos pesquisadores a possibilidade de desenvolver inibidores específicos, uma vez que a TR está ausente nos seres humanos, tornando-se exclusiva apenas ao parasita (Fernandes, 2014).

O mecanismo de ação da TR consiste em manter a tripanotiona em sua forma reduzida para posteriormente ser oxidada para tripanotiona oxidase, reduzindo o número de radicais livres mantendo um ambiente intracelular redutor (Melos; Echevarria, 2012). Alguns compostos de chumbo foram apontados como inibidores da TR, da mesma maneira, derivados de sulfuretos de aminobifenila, poliamina e tricíclicos (Chawla; Madhubala, 2010). Com base nisso, a via da tripanotiona torna-se um possível alvo para o desenvolvimento de novos fármacos.

Figura 7: Estrutura da Tripanotiona Redutase de *Leishmania amazonensis*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

ENOLASE

A Enolase (figura 8) é uma enzima que está envolvida em processos de metabolismo de aminoácidos e glicólise/glicogênese, apresentando possível diminuição em sua expressão ao longo do cultivo *in vitro* e pode estar presente na membrana do parasita capturando plasminogênio, desempenhando tarefas fundamentais para a sobrevivência do parasita no hospedeiro (Magalhães, 2014). A glicólise representa uma etapa de grande importância para a virulência do parasita, em virtude de tais indivíduos em sua forma

tripomastigota viverem na corrente sanguínea que é rica em glicose, onde utilizam açúcares como fonte de carbono e energia. Da mesma forma, a gliconeogênese é fundamental para a síntese de glicoconjugados (Avilán *et al.*, 2011).

Localizada principalmente no citosol de células eucariontes, a enolase também pode estar presente na superfície da membrana plasmática atuando como receptor de plasminogênio que posteriormente ao ser ativado é convertido em plasmina, enzima esta que propicia a entrada do patógeno no hospedeiro (Santos, 2017). Essa relação da enolase com o plasminogênio contribui para a virulência do parasita o que leva esta enzima ser considerada um alvo de fármacos, não só por auxiliar na entrada do parasita no hospedeiro, mas também por está diretamente ligada aos processos de glicólise e gliconeogênese fundamentais para a sobrevivência do patógeno.

Figura 8: Estrutura da Enolase (fosfopiruvato hidratase) de *Leishmania mexicana*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao que foi elucidado sobre a leishmaniose, é perceptível que esta doença negligenciada ocorrida em países com

vulnerabilidade social precisa em urgência ter o desenvolvimento de novas formas de tratamento que tragam mais benefícios e sejam mais eficientes, uma vez que, os já existentes estão se tornando menos eficazes e causando graves efeitos colaterais nos pacientes com a doença.

Nesse viés, a busca por medicamentos que tenham menos custos financeiros, seja mais acessível e com melhores efeitos terapêuticos se faz imprescindível. A utilização de compostos bioativos de plantas com baixa toxicidade e a busca por compostos que tenham ação antileishmania em proteínas alvo que sejam vitais para a sobrevivência do parasita é um caminho para a busca por fármacos eficazes para o tratamento da leishmaniose.

REFERÊNCIAS

ANDRADE-NETO; Valter Viana de. Avaliação da utilização do colesterol exógeno por *Leishmania amazonensis* como possível alvo farmacológico. 2009. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13347>. Acesso em: 5 out. 2023.

AVILÁN, Luisana; GUALDRÓN-LÓPEZ, Melisa; QUIÑONES, Wilfredo; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Limari; HANNAERT, Véronique; MICHELS, Paul A.M.; CONCEPCIÓN, Juan-Luis Enolase: a key player in the metabolism and a probable virulence factor of trypanosomatid parasites—perspectives for its use as a therapeutic target. **Enzyme Research**, v. 2011, p. 932549, 7 abr. 2011. <https://doi.org/10.4061/2011/932549>.

BATTISTA, Theo.; COLOTTI, Gianni; ILARI, Andrea; FIORILLO, Annarita. Targeting Trypanothione Reductase, a Key Enzyme in the Redox Trypanosomatid Metabolism, to Develop New Drugs against Leishmaniasis and Trypanosomiasis. **Molecules**, v. 25, n. 8, p. 1924, Jan. 2020. <https://doi.org/10.3390/molecules25081924>.

BRASIL 2014 - Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral.

Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília : MS, 2014. 120p.:il.

CHAWLA, Bhavna; MADHUBALA, Rental. Drug targets in Leishmania. **Journal of Parasitic Diseases: Official Organ of the Indian Society for Parasitology**, v. 34, n. 1, p. 1–13, abr. 2010. <https://doi.org/10.1007/s12639-010-0006-3>.

COSTA, Larissa Catharina. **Busca de alvos proteicos para desenvolvimento de inibidores enzimáticos em sistemas hospedeiro-parasito**. 2017. Thesis – 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/37782>. Acesso em: 4 out. 2023.

FALCI, Diego; PASQUALOTTO, Alessandro. Anfotericina B: uma revisão sobre suas diferentes formulações, efeitos adversos e toxicidade. **Clinical & Biomedical Research**, v. 35, p. 65–82, 1 jul. 2015. <https://doi.org/10.4322/2357-9730.56021>.

FONSECA, Maísa Santos da. **Análise funcional de enzimas da via de síntese e redução da tripanotiona em Leishmania spp**. 2017. Thesis – 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/33016>. Acesso em: 25 mai. 2023.

FONSECA, Myslene Soares da. **Papel biológico da tripanotiona redutase na virulência de Leishmania infantum**. 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/53397>. Acesso em: 7 out. 2023.

GILBERT, Ian Hugh.; Inhibitors of dihydrofolate reductase in leishmania and trypanosomes. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease**, Molecular Aspects of Chemotherapy. v. 1587, n. 2, p. 249–257, 18 jul. 2002. [https://doi.org/10.1016/S0925-4439\(02\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0925-4439(02)00088-1).

HALDAR, Arun Kumar; SEN, Pradip; ROY, Syamal. Use of Antimony in the Treatment of Leishmaniasis: Current Status and Future Directions. **Molecular Biology International**, v. 2011, p. e571242, 8 jun. 2011. <https://doi.org/10.4061/2011/571242>.

HERRERA-ACEVEDO, Chonny; DE MENEZES, Renata Priscila Barros; DE SOUSA, Natália Ferreira; SCOTTI, Luciana; SCOTTI, Marco Túlio; COY-BARRERA, Ericsson. Kaurane-Type Diterpenoids as Potential Inhibitors of Dihydrofolate Reductase-Thymidylate Synthase in New World Leishmania Species. **Antibiotics**, v. 12, n. 4, p. 663, 28 mar. 2023. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040663>.

MAGALHÃES, Rubens Daniel Miserani. Identificação de proteínas diferencialmente expressas em *Leishmania amazonensis* relacionadas com a diminuição da infecciosidade dos parasitas. 18 jul. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/35478>. Acesso em: 7 out. 2023.

MELOS, Jorge Luis R.; ECHEVARRIA, Aurea. Sistemas Enzimáticos de Tripanossomatídeos como Potenciais Alvos Quimioterápicos. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 4, p. 374–392, 16 ago. 2012.

MESA-ARANGO, Ana Cecília; SCORZONI, Liliana; ZARAGOZA, Óscar. It only takes one to do many jobs: Amphotericin B as antifungal and immunomodulatory drug. **Frontiers in Microbiology**, v. 3, p. 286, 8 ago. 2012. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00286>.

NEVES, Leandro Ourives; TALHARI, Anette Chrusciak; GADELHA, Ellen Priscilla Nunes; SILVA, Roberto Moreira da; GUERRA, Jorge Augusto de Oliveira; FERREIRA, Luís Carlos de Lima; TALHARI, Sinésio. Estudo clínico randomizado comparando antimoniato de meglumina, pentamidina e anfotericina B para o tratamento da leishmaniose cutânea ocasionada por *Leishmania guyanensis*. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, p. 1092–1101, dez. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000600005>.

OLIVEIRA, Luís Felipe; GILBERT, Benjamin; BÔAS, Glauco Villas. Potential for innovation in the treatment of leishmaniasis using

plants and natural products as sources of new drugs. **Revista Fitos**, v. 8, p. 33–42, 1 mar. 2013.

SANTOS, Thaís Teodoro de Oliveira. Avaliação da eficácia protetora induzida pela imunização de camundongos balb/c com a proteína recombinante enolase de *Leishmania braziliensis* contra a infecção causada pela espécie *Leishmania infantum*. 13 jul. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32541>. Acesso em: 7 out. 2023.

SOUZA, Marco Antonio Soares de. Estudo e desenvolvimento do modelo teórico de inibição da enzima tripanotiona redutase de *Leishmania* spp. por uma classe de N,N'-difetilbenzamidas. 30 mar. 2007. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/handle/tede/37>. Acesso em: 17 set. 2023.

SURUR, Abdrrahman Shemsu; FEKADU, A.; MAKONNEN, Eyasu; HAILU, Asrat. Challenges and Opportunities for Drug Discovery in Developing Countries: The Example of Cutaneous Leishmaniasis. **ACS Medicinal Chemistry Letters**, v. 11, n. 11, p. 2058–2062, 12 nov. 2020. <https://doi.org/10.1021/acsmedchemlett.0c00446>.

VELTRI, Eduardo Raul Pereira. Desenvolvimento de uma estratégia para a prospecção de fármacos inibidores da enzima esterol 24-C-metiltransferase (ERG6) de *Leishmania* spp. 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39497>. Acesso em: 5 out. 2023.

Capítulo 8 ...

CHÁ VERDE: BENEFÍCIOS E PRECAUÇÕES NO USO COMO ALIMENTO E SUPLEMENTO

Erik Almeida Carvalho*; Domenica Palomaris Mariano de Souza***;
Edenilson dos Santos Niculau****

* Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

**Professor (a) Colaborador (a)

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: erik.almeida@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

O uso de plantas para variados tipos de fins foi incorporado desde a muito tempo por comunidades antigas. Alguns pesquisadores ainda acreditam que até mesmo antes da domesticação de cereais provenientes de certas plantas, os povos mais antigos já compartilhavam de plantas com preferências de fins medicamentosos. Entre os mais usados para fins medicinais, o chá é um dos produtos naturais mais usados, muito por causa de seus inúmeros benefícios trazidos para a saúde humana. A popularização do chá impressionou demasiadamente nos últimos anos, principalmente no seu consumo por povos mais antigos, já que naquela época o uso de plantas era o meio mais acessível para tratar diversos problemas que envolvessem saúde (VÁLIO, 2009).

O chá verde é classificado como *Camellia sinensis*, pertencente à família Theacea. É um vegetal de arvore pequena, que quando cultivado, floresce mais ou menos no início do ano. No Brasil, este tipo de planta está cada vez mais conhecida devido à sua auto procura. Além disso, a planta é oriunda em grande parte do continente asiático, especialmente na região da China. Como também sendo semeadas em zonas tropicais e subtropicais da china

e indonésia. Durante o seu estágio, a planta acaba dando surgimento a três tipos de chá: oolong, preto e verde (ARABBI, 2001). O chá verde é o mais utilizado e comercializado no Brasil e no mundo.

O chá é uma bebida que ganhou e vem ganhando muita popularidade nos últimos anos, principalmente no que diz respeito à adoção de uma alimentação mais saudável e natural. A preparação desta bebida é realizada por meio da infusão, pois esta é a maneira mais utilizada em seu preparo. Posteriormente, coloca-se partes da planta em água fervente e logo em seguida deixa em descanso. (ALONSO *et al.*, 1998)

Desta forma, estudos e trabalhos que se atentem a estes assuntos são de extrema relevância, especialmente no que diz respeito a propagação de informações e orientações sobre a ingestão correta deste produto natural. Perante ao exposto, este manuscrito tem por finalidade compilar estudos e informações disponíveis na literatura recente em relação ao uso do chá verde, relatando os benefícios e efeitos na saúde, bem como na sua ingestão diária, uma vez que o uso e consumo cresceu na população brasileira, como também mundial.

HISTÓRIA E ORIGEM

O conhecimento empírico dos benefícios trazidos pelas plantas medicinais é antigo, gerando o interesse de muitos pesquisadores e cientistas com a finalidade de obter maior e melhor ciência sobre novas moléculas que possam ser usadas na terapêutica (Ceolin *et al.*, 2011). Em relação à origem exata da planta, alguns autores sugerem as cordilheiras de montanhas entre Yunnan (Sudeste da China) e Assam (Nordeste da Índia), contudo estudos apontam uma área mais ampla compreendendo a China, o Japão, Burma, Índia, Sri Lanka e outras regiões da Ásia Oriental (LAWS, 2013).

Historicamente, a produção da planta *Camellia sinensis* iniciou-se no Himalaia, por monges budistas, que usavam as folhas

para o preparo de uma tradicional bebida. Uma lenda chinesa retrata que a bebida foi descoberta pelo imperador Shen Nung no ano 2737 a. C. Na China antiga, o chá era visto como milagroso por trazer diversas melhorias para saúde, sendo em grande parte utilizado como remédio para dores de cabeça, dores no corpo, depressão, para detoxificação, como energizante, antioxidante e como forma de prolongar a vida (VALENZUELA, 2004). A China, naquela época, atuou energicamente na dispersão da bebida no mundo, pois as mercadorias orientais desempenhavam grande fascínio sobre os europeus. Os portugueses quando se comunicaram com esses povos do Oriente conheceram o chá, presentes nesses territórios há mais de 2 mil anos. Adotaram a designação de Cantão-tcha que deu origem à palavra chá. Os portugueses e os holandeses foram praticamente os primeiros a terem convívio com o chá, no qual era adquirido em Macau, colônia portuguesa na China (BASU *et al.*, 2007).

A comercialização de chá foi ingressada na corte real inglesa por Catarina de Bragança, princesa portuguesa que se casou com o inglês Carlos II em 1660. No Brasil, a bebida regressou conjuntamente com a família Real Portuguesa, no início do século XIX, sendo o plantio da *Camellia sinensis* estimulado por D. João VI para o abastecimento da corte. Ainda assim, o plantio foi gradualmente substituído pela cultura do café. Ademais, no Brasil, considera-se que a bebida tenha sido introduzida por intermédio de Luiz de Abreu, um pequeno comerciante e agricultor de Portugal, que obteve as sementes de *Camellia sinensis* e as ofereceu a D. João VI, quando esse chegou ao Brasil. Em seguida houve uma grande propagação do cultivo da planta, pela criação do Jardim Botânico em 1808, onde foram feitas as primeiras plantações. Em 1814, após a chegada de alguns chineses, houve uma multiplicação na produção e também um aprimoramento no consumo dos chás (LAWS, 2013).

CHÁ VERDE: PRODUTO NATURAL PARA AJUDAR A COMBATER CONDIÇÕES CLÍNICAS E MÉDICAS

As partes constituintes da planta *Camellia sinensis* acabam dando proveniência a quatro tipos de chá que são: chá branco, chá oolong, chá preto e chá verde. Esses chás podem ser diferenciados pelo seu processo e tratamento. O chá branco, geralmente, é o que menos é processado dos outros chás citados. O chá oolong, que pode ser conhecido como chá vermelho. Este chá é oriundo da China, possuindo sabores e aromas singular em relação aos outros chás. A principal diferença entre os chás citados está no seu processo de produção, porque as folhas do chá oolong são moderadamente oxidadas (CAÑIGUERAL *et al.*, 2003). Nesse caso, a oxidação será responsável pelo sabor e cor da bebida, que acaba passando por vários estágios até chegar a esta condição. Ademais, esta bebida ainda contém propriedades antidepressiva e anti-inflamatória, como também fortalece o sistema imunológico.

Também proveniente da planta *Camellia sinensis*. O chá preto é uma bebida que é muito requisitada para quem busca perder peso, visto que essa bebida é rica em polifenóis e catequinas e, conseqüentemente, por ser um importante termogênico que acelera a queima de gorduras para quem busca a perda de peso. Em suas propriedades, ele apresenta um alto teor de cafeína, que acaba tornando-se um grande aliado na reposição de energia na vida cotidiana da população e também tem uma boa capacidade de acelerar o metabolismo (CHENG, 2006). Contudo, a presença da cafeína no chá, pode acabar contribuindo para o surgimento e desenvolvimento de problemas com sono e ansiedade. O seu processo é feito da seguinte maneira. As folhas são oxidadas até o momento que apresentarem uma cor avermelhada e marrom, e a partir daí, elas podem ser aquecidas e, conseqüentemente, ser desidratadas.

Ademais, o chá verde de origem asiática vem sendo muito relacionado com um novo estilo de vida saudável. Essa bebida é recheada de características nutricionais que auxiliam no combate

de diversas doenças (ALONSO, 1998). Sendo importante contra a eliminação de gordura, dado que esta bebida tem sua composição a epigalocatequina, que é um polifenol que auxilia no gasto energético. A sua fase de preparação inicia-se com a coleta de folhas bem novas. Posteriormente, a folha é aquecida a vapor e, conseqüentemente, são embrulhadas ainda aquecidas. Sendo assim, entre os principais chás derivados da planta *Camellia sinensis*, o mais abundante em atividades biológicas no nosso organismo é o chá verde, pois além do seu uso eficiente no meio medicinal, o chá verde vem tendo uma grande importância no mercado de cosméticos, visto que algumas substâncias presentes apresentam um comportamento antienvelhecimento.

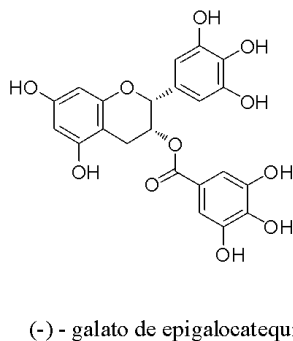
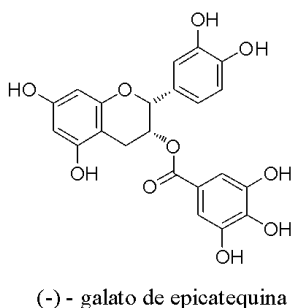
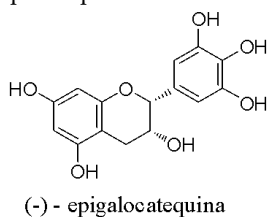
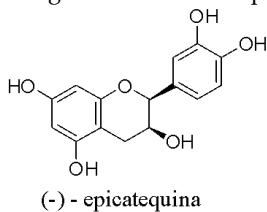
POLIFENOL DA C. SINENSIS NO TRATAMENTO ONCOLÓGICO

A ingestão do chá verde apresenta uma proteção significativa contra várias substâncias químicas e cancerígenas que entram em contato com o nosso organismo. Yang *et al.* (2000) e Liu *et al.* (2008) em seus estudos revelam que com o intuito de analisar os possíveis resultados do chá em relação ao câncer de mama, foram realizados doze testes para averiguar. Desses doze testes, oito obtiveram efeitos positivos para a proliferação do tumor. O estudo ainda destacou, que com um consumo elevado do chá, como também acompanhado na ingestão de quatro xícaras diárias consumidas, mostrou uma diminuição significativa na proliferação do câncer. Em relação aos outros quatro grupos, constatou-se que não houve efeitos significativos contra o tumor. Para os autores este resultado pode estar associado com o estágio e nível de grau da doença, ou seja, a doença pode estar em período mais avançado.

Além disso, os polifenóis (Figura 1) encontrados no chá diminuem significativas inflamações nas articulações, bem como a artrite reumatoide. Nos estudos de Liu *et al.* (2008) e Yang *et al.* (2000), mostram que os constituintes presentes na bebida contêm substâncias que protegem contra vários tipos de tumores. Como, o

próprio câncer de pulmão. Os autores, em estudos sobre câncer de pulmão foi confirmado que alguns compostos presentes na bebida conseguiram impossibilitar a multiplicação celular das células tumorais.

Figura 1. Estruturas químicas de algumas catequinas presentes no chá verde.



Fonte: Autoria própria

Nos estudos de (Klaus *et al*, 2005) e (Cho, 2007) foi investigado as possíveis vantagens do chá com vinte tabagistas e hipertensos, e obtiveram como respostas, que a bebida pode ser um ativo eficiente no combate contra as doenças cardiovasculares no grupo de participantes que foram analisados. Uma vez que a bebida possui polifenóis com ação antioxidante e anti-inflamatória. Em relação ao emagrecimento, a bebida vem sendo amplamente usada com a finalidade de queima de gorduras, pois o composto presente no chá verde (EGCG) epigalocatequina, reduz a absorção de gorduras, bem como interfere na vontade de consumir alimentos com maior teor de gorduras e, conseqüentemente agindo na remoção da gordura corporal. (XU *et al*, 2007; LAMARÃO *et al*, 2009)

Epigallocatequina (EGCG) é um antioxidante natural que contribui para os efeitos terapêuticos, por promover a diminuição do peso corporal como também auxiliando na prevenção e tratamento de obesidade e de doenças associadas como diabetes e doenças cardiovasculares, pois a obesidade é uma das doenças que vem mais acometendo a população mundial, devido a adoção de um estilo vida mais prático e rápido. Desta forma, o chá verde é um produto natural que vem a cada dia mais ganhando força como um meio de tratamento mais natural, visto que a EGCG tem efeito termogênico, por conter cafeína em sua composição. (DIEPVENS *et al.*, 2007).

Segundo (RIBALDO *et al.*, 2009), a bebida tem um grande potencial de diminuir a fome, bem como acelera a perda da adiposidade. Visto que as catequinas impedem a adipogênese, ou seja, a destruição das células gordurosas. Além disso, a cafeína existente no chá verde, contribui para a elevação da termogênese, ajudando na queima de calorias. Em trabalhos sobre a síntese e degradação de lipídios nas células, foi certificado que a bebida opera nas células gordurosas, e a partir daí acaba diminuindo o colesterol e triglicerídeos e, conseqüentemente, dificultando a aglomeração das células adiposas. Com isso, os ativos desta planta possuem um poder significativo no controle de peso ou pela perda dele, muito por causa da influência de alguns compostos que interrompem as enzimas participantes do processo de degradação dos lipídios (KURIYAMA *et al.*, 2006).

POSSÍVEIS RISCOS DO USO DESCONTROLADO DO CHÁ VERDE E SUGESTÕES MÉDICAS NUTRICIONAIS

A porcentagem de obesos vem aumentando nos últimos anos segundo a Sociedade Brasileira de Endocrinologia (2006). Pessoas que apresentam um acréscimo corporal vêm buscando meios naturais, como um tipo de forma de tratamento, por exemplo o uso do chá verde. (ALONSO, 1998), em seus estudos cita que a ingestão de forma exorbitante de constituintes contidos na bebida pode

acabar acarretando no surgimento de problemas em relação à saúde. Por exemplo: a cafeína que está contida no chá, que se for ingerida de maneira excessiva, pode acabar originando o aparecimento de algumas doenças como: distúrbio do sono, pressão arterial e mudanças no sistema cardiovascular. Visto que alguns compostos bioativos que fazem parte da bebida por se denominar ser um quelante de cobre e ferro, acabam interrompendo o aproveitamento do ferro no organismo e, conseqüentemente levando a pessoa a uma situação de anemia. (CHAN *et al.*, 2006).

Além disso, (SAIGG *et al.*, 2009) cita que em relação à bebida, o consumo inapropriado em estudos que a ingestão inapropriada da bebida pode causar hepatotoxicidade, que pode estar correlacionada como um efeito controverso de algum medicamento. Como também pode acarretar no aparecimento de gastrite e úlcera gástrica. Desta forma, o excesso de 5 ou mais xícara por dia, pode acabar agravando a situação clínica do fígado e de outros organismos.

Para os adultos que apresentam um bom quadro estável no que diz respeito a saúde, a ingestão da bebida, é aconselhado o seu uso em variadas quantidades, conforme a forma que o extrato da planta se apresenta. Todavia, a preparação do chá por infusão é o modo mais clássico, sendo assim, alguns estudos aconselham ingerir em média mais ou menos a seis ou sete xícaras de chá, consistindo assim na quantidade ideal para precaver contra o câncer. Ademais, a preparação do chá consiste em colocar aproximadamente uma colher de chá em casa xícara de água em ebulição, em seguida deixar o chá em 10 minutos por infusão. (ADCOCKS *et al.*, 2002).

Além disso, com relação às mulheres que amamentam seus filhos, elas sempre apresentam um risco maior no decorrer da amamentação, pois a parte da cafeína contida na bebida pode acabar interferindo no ciclo do sono da criança, bem como podendo desenvolver uma insônia. Com isso, a mãe precisará retirar a cafeína contida na bebida com a finalidade de aproveitar somente

alguns princípios ativos presentes na bebida. (PAGANINI-COSTA *et al.*, 2011). Desta forma, além dos seus amplos benefícios em relação a saúde. O próprio chá verde pode prejudicar a saúde, dependendo da quantidade de ingestão diária, como também, se for utilizado de maneira inapropriada, sendo assim, necessário um acompanhamento médico ou nutricional para um melhor uso e aproveitamento de seus principais compostos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante ao exposto, o chá está entre as bebidas mais consumidas no mundo. Em vários estudos científicos, o chá verde vem sendo associado ao bom estilo de vida saudável, uma vez que as catequinas presentes no chá verde, apresenta propriedades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana. O uso de plantas como tratamento natural na medicina tradicional, vem se tornando cada vez mais um método popular, pois o número de pessoas que estão adotando tipos de tratamentos mais natural vem crescendo muito nos últimos anos.

Apesar de a literatura científica apoiar o uso do chá verde no tratamento da obesidade, como também no tratamento contra alguns cânceres, seus resultados e evidências ainda são recentes, principalmente no que diz respeito à quantidade, bem como à escassez bibliográfica. Desta forma, é necessário um maior embasamento teórico, no que diz respeito aos benefícios e malefícios do chá verde, tendo em vista a sua importância.

REFERÊNCIAS

ADCOCKS, C.B. **Catechins from green tea (*Camellia sinensis*) inhibit bovine and human cartilage proteoglycan and type II collagen degradation in vitro.** The Journal of Nutrition v. 132, p. 341-6, 2002.

ALONSO, J.R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: ISIS Ediciones, 1998.

ARABBI, P.R. **Alimentos funcionais: aspectos gerais**. Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, v. 21, p. 87-102, 2001.

AZEVEDO, S. C. S; SANTOS, T. J; Paz, J.L. **Uma revisão sobre os benefícios e riscos à saúde do chá verde**. Candombá - Revista Virtual, v. 17, n. 1, p. 11-28, jan – dez 2021.

AZEVEDO, S. C. S; SANTOS, T. J; Paz, J.L. **Uma revisão sobre os benefícios e riscos à saúde do chá verde**. Candombá - Revista Virtual, v. 17, n. 1, p. 11-28, jan – dez 2021.

Basu A, Lucas EA. **Mechanisms and effects of green tea on cardiovascular health**. Nutr Rev. 2007 Aug;65(8 Pt 1):361-75.

BBC BRASIL. **chá verde reduz riscos de doenças cardíacas**, 2006. Disponível:https://www.bbc.com/portuguese/ciencia/story/2006/09/060913_chaverde_doencas. Acesso: 05 setembro. 2023.

BBC BRASIL. **chá verde reduz riscos de doenças cardíacas**, 2006. Disponível:https://www.bbc.com/portuguese/ciencia/story/2006/09/060913_chaverde_doencas. Acesso: 05 setembro. 2023.

CAÑIGUERAL, S.; VILA, R. La fitoterapia racional. In: **Vanaclocha B, Cañigueral S. Fitoterapia: vademecum de prescripción**. Barcelona: Editorial Masson, p.15-27, 2003.

CEOLIN, T. *et al*. Plantas Medicinais: transmissão do conhecimento nas famílias de agricultores de base ecológica no Sul do RS. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v.45, n.1, p.47-54, 2011.

CHAN, C.C.W.; KOO, M.W.L.; NG, E.H.Y.; TANG, O.S.; YEUNG, W.S.B.; HO, P.C. **Effects of chinese tea on weight, and hormonal and biochemical profiles in obese patients with polycystic ovary syndrome: a randomized placebo-controlled trial**. Journal of the Society for Gynecologic Investigation v. 13, n. 1, p. 63-8, 2006.

CHENG, T.O. **All teas are not created equal: the chinese green tea and cardiovascular health.** International Journal of Cardiology, v.108, n. 3, p. 301-8, 2006.

CHO, S.Y. **Catechin suppresses of kruppel like factor and increases expression and secretion of adiponectin protein em 3T3 – L1 cells.** American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, v. 292, n. 4, p. E1166-72, 2007.

DIEPVENS, K.; WESTERTERP, K.R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M.S. **Obesity and thermogenesis related to the consumption of caffeine, ephedrine, capsaicin, and green tea.** American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, v. 292, n. 1, p. 77-85, 2007

KLAUS, S.; PULTZ, S.; THONE-REINEKE, C.; WOLFRAM, S. **Epigallocatechin gallate attenuates diet-induced obesity in mice by decreasing energy absorption and increasing fat oxidation.** International Journal of Obesity – Nature, v. 29, n. 6, p. 615-23, 2005

KURIYAMA, S.; SHIMAZU, T.; OHMORI, K.; KIKUCHI, N.; NAKAYA, N.; NISHINO, Y., *et al.* **Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: the Ohsaki study.** JAMA, v. 296, n. 10, p. 1255-65, 2006.

LAMARÃO, C.R.; FIALHO, E. **Aspectos funcionais das catequinas do chá verde no metabolismo celular e sua relação com a redução da gordura corporal.** Revista de Nutrição, v. 22, n. 2, p. 257-269, 2009

LAWS, B. **50 plantas que mudaram o rumo da história.** Rio de Janeiro: Sextante, 2013.

LIU, J.; XING, J.; FEI, Y. **Green tea (*Camellia sinensis*) and cancer prevention: a systematic review of randomized trials and epidemiological studies.** Chinese Medical Sciences Journal, v. 3, n. 12, p. 1-7, 2008.

PAGANINI-COSTA, P.; CARVALHO-DA-SILVA, D. **Uma xícara de (chá) de química.** Revista Virtual de Química, v. 3, n. 1, p. 27-36, 2011.

RIBALDO, P.D.B.; SOUZA, D.S.; BISWAS, S.K.; BLOCK, K.; FARIA, J.M.F.L.; FARIA, J.B.L. **Green tea (*Camellia sinensis*) attenuates nephropathy by downregulating Nox4 NADPH oxidase in diabetic spontaneously hypertensive rats.** The Journal of Nutrition, v. 1399, n. 1, p. 96-100, 2009

SAIGG, N.L.; SILVA, M.C. **Efeito do chá verde na saúde humana.** Universitas: Ciências da Saúde, v. 7, n. 1, p. 69-89, 2009.

SANTOS, C. B. *et al.*. Preparo e caracterização de tinturas das folhas de chá verde [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Theaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 826–831, out. 2014.

SANTOS, C. B. *et al.*. Preparo e caracterização de tinturas das folhas de chá verde [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Theaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 826–831, out. 2014.

SBE - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA. **Perda de peso: tratamento heterodoxos e suplementos nutricionais.** Projeto Diretrizes, Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, 2006.

TEASHOP. **Tudo o que você precisa saber sobre chá preto e seus benefícios.** Espírito Santo, 2022. Disponível em: <https://www.teashop.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-cha-preto-e-seus-beneficios> Acesso: 02 setembro. 2023.

TEASHOP. **Tudo o que você precisa saber sobre chá preto e seus benefícios.** Espírito Santo, 2022. Disponível em: <https://www.teashop.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-cha-preto-e-seus-beneficios> Acesso: 02 setembro. 2023.

VÁLIO, I.F.M. Venenosas: plantas que matam também curam. **In.: Apresentação.** GIL, F. São Paulo: Senac São Paulo, 2009.

XU, J.; WU, Y.; SONG, P.; ZHANG, M.; WANG, S.; ZOU, M.H. **Proteasome-dependent degradation of guanosine 5'-triphosphate**

cyclohydrolase I causes tetrahydrobiopterin deficiency in diabetes mellitus. *Circulation*, v. 116, n. 8, p. 944-53, 2007.

YANG, P.; PRABHU, S.; LANDAU, J. **Prevention of carcinogenesis by tea polyphenols.** *Drug Metabolism Reviews*, v. 33, p. 237-53, 2000.

Unidade III

Educação ambiental e Sociedade

...Cais / Eu fico aqui / Pra não me perder / No meio de tanta gente...

Cais - Milton Nascimento

Capítulo 9 ...

ARTE PARA COMUNICAÇÃO EM CIÊNCIAS: POSSIBILIDADES DO USO DA FONOGRAFIA E MUSICALIDADES COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO ENSINO DE ECOLOGIA NAS ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA

Pedro Henrique Ferreira Sobrinho*; Gisele da Silva dos Santos***; Silvia
Leitão Dutra****

* Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

**Professor (a) Colaborador (a)

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: pedro.sobrinho@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

O mundo vive hoje uma crise civilizacional em virtude do crescimento e da demanda incontrolável por recursos naturais (Pinto, Bambi e Galbiati, 2018). Estamos imersos em uma sociedade extremamente consumista, tanto no que se refere a uma gama de produtos e itens quanto à ocupação de diversos espaços (Souza, Miyazaki e Enoque, 2018). Esta demanda incontrolável culmina em uma série de adversidades nos mais variados espaços de interação social e ambiental, isto é, conflitos socioambientais.

Aliado a isso, alguns autores defendem que os problemas ambientais são frutos do funcionamento do sistema, refletido em um modelo de desenvolvimento insustentável, cujas as consequências ambientais tendem a se manifestar de maneira severa e rápida (Martins *et al.*, 2011; Pinto *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2011, Pinto, Bambi e Galbiati, 2018). Desse modo o fenômeno da mudança climática, dada a sua extensão e impacto global na

biodiversidade, na economia e na sociedade, não deve ser percebido apenas como uma previsão catastrófica para um futuro distante, mas sim como uma realidade que estamos enfrentando no presente (ICMBio, 2016).

Reconhecemos a importância de estudar os fatores históricos e sociais de forma integrada para compreender a origem dos problemas ambientais, o que nos permite entender o que já ocorreu, o que está acontecendo ou o que está prestes a acontecer. Nessa perspectiva, dada a complexidade envolvida e o contexto global atual, a Educação Ambiental crítica (EAc), a ecologia e as artes emergem como ferramentas para promover a integração entre o conhecimento acadêmico e o popular, sendo estes reconhecidos por intermédio do Etnoconhecimento.

A EAc, uma das principais correntes defendidas pela Educação Ambiental (EA), fundamenta-se na análise crítica dos fatores que contribuem para a dominação humana e os mecanismos de acumulação de capital, além de abordar de maneira política as desigualdades e injustiças socioambientais (Layrargues e Lima, 2014; Figueiredo e Caporlingua, 2023). Nesse sentido, Ecologia é um dos ramos da Biologia mais importantes de serem estudados para o entendimento e combate das crises ambientais no planeta, de forma indissociada aos conflitos socioambientais. Segundo Hanazaki *et al.* (2013), a ecologia corresponde a um conjunto heterogêneo de pensamento nos dias atuais, podendo abranger os mais variados pontos de vista e posicionamentos políticos. Apresenta-se, portanto, como uma área do conhecimento propícia para fomentar o debate, como aparato de defesa da sociedade e do meio ambiente, devido a sua dimensão política e sua capacidade de transitar na interdisciplinaridade. A EAc contribui com o resgate dos valores essenciais para a cidadania, pois, permite que haja um olhar integrado das relações entre seres humanos e natureza, assim como entre seres humanos e seus semelhantes (Guimarães, 2004; Duarte *et al.*, 2016).

Deste modo, segundo as contribuições escritas de Maly (2021) no livro *Arte e ecologia*, p. 241:

Refletir sobre a linguagem científica torna-se uma atividade tão necessária quanto a produção do conhecimento. A arte, como linguagem, tem sido utilizada como forma de sensibilização para o conteúdo científico, alcançando diferentes públicos na difusão das ciências e concomitantemente registrando ao longo do tempo, seja por meio das artes audiovisuais, da literatura ou do teatro os diferentes momentos da relação entre o ser humano e seu habitat ao longo da história da humanidade.

A exemplo específico, a Ilustração Científica (IC) é um domínio gráfico que trabalha de forma conciliada a combinação de CIÊNCIA e ARTE num campo de intervenção muito vasto, diversificado e motivador (Correia, 2012). Sendo assim, o bom emprego das artes, IC, teatro ou música, no ensino de Ciências e Biologia pode tornar o ensino mais proveitoso devido à capacidade de se trabalhar distintos assuntos com estas ferramentas.

Desta forma, o presente capítulo objetiva analisar e abordar a letra da canção “*Feels Like Summer*” do cantor norte-americano, Childish Gambino (2018), link: https://youtu.be/F1B9Fk_SgI0 como possível ferramenta complementar para o ensino de ecologia nas escolas de Educação Básica (EB), traçando discussões reflexivas atreladas a letra da canção com temas pungentes na sociedade atual, tais como: perigos das mudanças climáticas para o aumento das mazelas à biodiversidade do planeta, mais especificamente sobre os âmbitos faunísticos e florísticos do mundo visto na disciplina de ecologia sobre o ponto de vista da EAc.

FEELS LIKE SUMMER, GAMBINO (2018) COMO FERRAMENTA PARADIDÁTICA NO ENSINO DE ECOLOGIA

Na música “*Feels Like Summer*” (Figura 1), de Gambino (2018), o cantor nos imerge em seu vasto universo musical, abordando questões relacionadas às mudanças climáticas em decorrência das ações e necessidades incontrolláveis da humanidade.

Figura 1: Tradução da música *Feels Like Summer* de Childish Gambino (2018).

**Feels Like Summer (Donal Glover/ Ludwig Goransson)
Childish Gambino (2018)**

1. *Você pode sentir nas ruas*
2. *Em um dia como esse, o calor*
3. *Parece verão*
4. *Eu tô no clima do verão*
5. *Eu tô no clima do verão*
6. *Você pode sentir nas ruas*
7. *Em dia como esse, o calor*
8. *Eu tô no clima do verão*
9. *Ela tá no clima do verão*
10. *Isso parece verão*
11. *Eu tô no clima do verão*
12. *Sete bilhões de almas que se movem ao redor do Sol*
13. *Rolando rápido, mais rápido e sem chance de desacelerar, desacelerar*
14. *Homens que construíram máquinas que fazem o que eles decidem*
15. *Pais tentando dizer às crianças: por favor, desacelerem, desacelerem*
16. *Eu sei*
17. *Oh, eu sei que você conhece essa dor (não, não, não, não)*
18. *Eu espero que este mundo mude (Espero que este mundo mude)*
19. *Mas parece o mesmo (Parece o mesmo)*
20. *Você pode sentir nas ruas*
21. *Em um dia como esse, o calor*

Fonte: Autores com base na letra da canção de Gambino (2018).

Ao analisarmos os trechos mencionados da música (Figura 1), percebemos que as denúncias feitas por Gambino são relevantes, especialmente à luz do que foi discutido na 27^a Conferência das Partes da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-27/CQNUMC) em 2022.

Para se ter ideia, de acordo com Maretti *et al.* (2023), a COP-27 é considerada uma das mais significativas devido à urgência climática que caracteriza a sociedade atual. Os autores destacam ainda que na Conferência houve progresso nos diálogos sobre a importância sinérgica entre biodiversidade e clima para o funcionamento do planeta, enfatizando a relevância dos ecossistemas, florestas e áreas verdes para o clima global. Por esse motivo, a seguir, alguns tópicos da canção serão discutidos conforme conflitos ambientais evidenciados na literatura científica.

IMPACTOS DOS AVANÇO DA TECNOLOGIA AOS ESPAÇOS VERDES

Na linha 14, Gambino sugere implicitamente que, o avanço tecnológico tem tomado vida própria, assumindo responsabilidades que elas mesmas optam por realizar. Por essa nota, podemos observar os impactos que esse avanço tem causado à natureza. Essas perturbações são exercidas por meio da evolução tecnológica, que por vezes é imprevisível, com riscos e danos invisíveis, mas que refletem seus impactos e operam silenciosamente o sistema ambiental (Nyland, 10 de julho de 2023). Esse verso da canção torna-se complexo de ser analisado devido aos diversos atritos encontrados entre as ideias das Ciências Exatas, Biológicas e da Terra com as Engenharias, e Ciências Sociais (Sociologia e Ciência Política) (Salmi e Coelho, 2023).

Em seu estudo, Salmi e Coelho (2023) expõem reflexões sobre o avanço tecnológico, isto é, a Inteligência Artificial (IA) e a relação entre a função de pesquisadores e profissionais das *ciências duras* frente às políticas climáticas. A análise das reflexões dos autores revelou uma discussão escassa sobre os papéis dos cientistas e profissionais ligados, direta ou indiretamente, aos processos de formulação de políticas climáticas (Salmi e Coelho, 2023) em seu estudo de Revisão Sistemática.

Apesar disso, para Nascimento (2014) e Menezes (2021) a sociedade está imersa em um processo de metamorfose contínuo no que diz respeito às tecnologias e suas interações com o meio ambiente. Isso cria uma relação de dualidade, uma vez que, conforme apontado pelos autores, a informática tornou-se uma necessidade na vida cotidiana das pessoas. A tecnologia abre novos caminhos e possibilidades para avanços, como a biotecnologia, facilitando assim o estilo de vida da sociedade.

Deste modo, assuntos como tecnologia e ambiente em conjunto estão sempre sendo discutidos nos mais variados espaços educacionais e sociais devido a sua relevância e assiduidade. Sendo assim, de acordo com Ferreira *et al* (2019) e Menezes (2021), torna-

se necessário que o desenvolvimento econômico cresça de mãos dadas com a sustentabilidade, no qual, as tecnologias sejam uma alternativa e/ou meio para o crescimento sustentável e a sociedade necessite de um planejamento e implementação de soluções reais para problemas reais que englobam todas as áreas como a economia, a política e a sociedade, através de esforços coletivos e individuais no desenvolvimento sustentável.

DESCONFORTO TÉRMICO E OS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Na linha 25 da canção, Childish destaca que a temperatura ambiental está aumentando a cada dia, evidenciando assim um desconforto térmico em relação ao clima local. Nesse sentido, ele experimenta um verão mais intenso ao percorrer as ruas de seu bairro (como retrato no videoclipe da música). Isso ocorre principalmente devido ao crescimento desordenado e mal planejado da população em determinadas áreas, ou seja, o surgimento das cidades.

Assim, a temperatura dentro das áreas urbanas é mais elevada em comparação com as zonas circundantes, uma vez que este fenômeno está diretamente relacionado à estrutura física e à urbanização, bem como às atividades humanas realizadas dentro das cidades (Andrade, 2005; Assis, 2010; Bias, Baptista e Lombardo, 2003; Souza, 2010; Matias e Costa, 2012). Esse aumento de temperatura dentro das cidades é atribuído à falta de vegetação, à alta densidade de edificações e à extensiva pavimentação asfáltica. Além disso, a falta de vegetação é um fator preponderante nas alterações climáticas locais, enquanto o excesso de asfalto e concreto amplifica e retém o calor, resultando em um aumento de mais de 8°C na temperatura da superfície em comparação com áreas menos urbanizadas (Barros *et al.*, 2016, Barboza *et al.*, 2020).

A análise desse fragmento da canção torna-se complexa ao observarmos os aspectos socioambientais. Duarte *et al.* (2017) demonstram em sua pesquisa que as regiões do Brasil com menor índice de pobreza são aquelas que apresentam os maiores níveis de

arborização nos arredores das residências. Assim, a relação entre a prevalência de extrema pobreza e a presença de vegetação pode indicar a escassez de infraestrutura urbana acessível às classes menos privilegiadas, refletindo, portanto, a desigualdade social existente no Brasil (Duarte *et al.*, 2017).

Desse modo, as parcelas mais vulneráveis da sociedade enfrentam mais do que mazelas socioeconômicas, passando a suportar também problemas ambientais (Rocha e Vasconcelos, 2018) padecendo assim pela deterioração da qualidade ambiental na vida urbana (Coelho, 2013; Duarte *et al.*, 2017) movida pelo desconforto térmico. Na figura 2 é possível observar um exemplo determinante da qualidade de vida de pessoas de acordo com a presença e/ou ausência de arborização urbana.

Figura 2: Comparação da Arborização Urbana em Áreas com Diferentes Índices de Pobreza: Paraisópolis (maior índice de pobreza e menor presença de arborização) vs. Jardim Morumbi (menor índice de pobreza e maior áreas verdes), São Paulo, Brasil.



Fonte: Autores com base em *Google Earth Pro*, 2023.

É relevante destacar que o sucesso da sobrevivência dos organismos vivos depende de sua interação com o ambiente externo (Ikefuti e Amorim, 2018). Para o homem a situação não é

diferente, isto acontece, pois, o excesso de calor, umidade, frio e vento afetam a saúde e o bem-estar das pessoas (Ikefuti e Amorim, 2018). Além disso, as variações extremas de temperatura podem causar uma série de alterações fisiológicas. Vicente *et al* (2002) e Ikefuti e Amorim (2018) ressaltam algumas delas, tais como perturbações no metabolismo, dilatação e contração dos vasos sanguíneos, aumento e diminuição da frequência cardíaca, transpiração, piloereção, entre outros.

De mesmo modo, segundo Matias e Costa (2012) estas alterações podem levar ao surgimento de outras problemáticas como:

(...) um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar (MONTEIRO, 1976; SOUZA, 2010, p. 05).

RECURSOS HÍDRICOS E O SURGIMENTO DE DOENÇAS

Quando consideramos esse trecho da música (25) e o relacionamos à nossa realidade, ou seja, ao cotidiano dos indivíduos deste capítulo, sob a perspectiva do bioma em que vivemos (o Cerrado), conforme observado por Zorzetto (2021), é evidente que o Cerrado está experimentando uma estiagem mais intensa. As temperaturas durante esse período estão até 4°C mais altas do que nos anos de 1960. Concomitantemente, o autor destaca que o bioma está mais seco do que no passado.

Essas mudanças, que começam a ser listadas em medições sistemáticas e observações em campo feitas por pesquisadores brasileiros, têm o potencial de afetar e impactar diretamente a sobrevivência dos espaços faunísticos e florísticos do Cerrado, levando a consequências severas, como: extinções locais e a redução da disponibilidade de água, prejudicando assim as 20 milhões de pessoas que vivem e sobrevivem no bioma (Zorzetto, 2021).

De forma análoga à diminuição da disponibilidade de água discutida por Zorzetto (2021) é descrita por Gambino na linha 26 da canção, onde a escassez de água é iminente. Em sintonia com essa ideia, Silva e Pereira (2019) destacam que o uso desse recurso pela humanidade enfrenta uma nova fonte de preocupação: as mudanças climáticas. Os autores enumeram uma série de atividades humanas que contribuem para essas alterações, como o uso indiscriminado de combustíveis fósseis na geração de energia, na construção de reservatórios artificiais e na alteração do curso dos rios, além da ocupação de terras tanto para a urbanização quanto para a agricultura.

Na mesma ótica, Ribeiro, Santos e Silva (2019) explicam que a diminuição da água no planeta acontece, pois, esse recurso é visto como um objeto de disputa, sendo essa competição feita de duas formas: o da quantidade de água global e o da construção social desse recurso. Portanto, todos esses fatores corroboram para a crise hídrica no planeta.

Além disso, dados coletados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2015 evidenciam uma outra problemática, a de saneamento básico, onde informam que 43,5% das residências rurais possuem sistemas precários de disposição de esgoto, ou seja, fossas negras. Cerca de 11% dos imóveis não possuem nenhum tipo de tratamento, despejando os dejetos diretamente em valas abertas, no solo, ou em corpos d'água (Embrapa, 2020), isto é, ausência de saneamento básico de qualidade. Aliado a esses fatores, outras problemáticas podem surgir, como os casos de epidemiologia, uma vez que, a falta de acesso ao saneamento básico converte-se como um dos fatores determinantes do processo saúde-adoecimento no país (Brasil, 2010; CNDSS, 2008; Jesus, 2020).

Dessa forma, o ensino de Ciências e Biologia mostra-se importante, pois converte-se como uma importante ferramenta para o conhecimento da realidade social a qual encontra-se imerso o discente (Ferreira-Sobrinho e Marin, 2024). Sendo assim, a fragmentação desses conceitos no processo de ensino-

aprendizagem nas aulas de biologia pode se tornar fator preponderante para o surgimento e/ou agravamento dessas condições, tais como, mazelas relacionadas à saúde (casos epidemiológicos) e problemas ecológicos enfrentados pelos espaços faunísticos e florísticos do Brasil e mundo (Ferreira-Sobrinho e Marin, 2024).

A RELAÇÃO DAS ABELHAS COM A HUMANIDADE: RISCOS DE SUA EXTINÇÃO

Na linha 27 da música, há uma referência à dependência dos seres humanos em relação às abelhas, devido ao papel fundamental que desempenham na manutenção da vida no planeta, proporcionando serviços ecossistêmicos essenciais para manutenção dos ecossistemas.

Destaca-se a importância crucial desses organismos para a natureza e para os seres humanos, uma vez que, conforme Kevan e Viana (2003), Klen *et al.* (2007) e Oliveira (2021) pontuam, a polinização é um dos processos mais importantes para a manutenção da diversidade em nosso planeta e para a abundância de grande parte das espécies vegetais, como as flores, visto que, cerca de 70% das plantas são polinizadas por abelhas, vegetais esses que fornecem alimentos para o homem (Gonçalves, 2012).

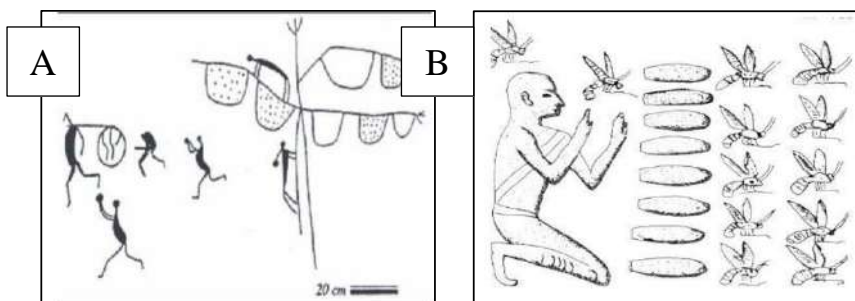
Além disso, conforme apontado por Imperatriz-Fonseca (19 de junho de 2023), uma das maiores preocupações dos cientistas atualmente é a redução do número de colônias de abelhas disponíveis para a polinização de culturas agrícolas em todo o mundo, o que tem um impacto direto na segurança alimentar. De mesmo modo, Gambino pontua nas entrelinhas de sua canção que, o mesmo ar dos quais dependem as abelhas para sobreviver é o responsável pela sua própria morte.

Mas, para ensinar essas importantes ações das abelhas, os serviços ecossistêmicos e de provisão na EB é necessário primeiro entender a história destes insetos polinizadores com os seres humanos, se tratando de como estas eram utilizadas pelos homens

antigos nas mais variadas atividades. Nesse sentido, as abelhas estão presentes em toda a história da humanidade, sendo ao longo da evolução humana encontrados diversos registros de uso destas pelo homem (Soares *et al.*, 2013).

Em consonância, Soares *et al.* (2013) destacam em seu estudo algumas representações rupestres encontradas nas cavernas da Espanha (Figura 3A) e no túmulo do Faraó Pa-Bu-Sa, datado de 630 a.C. (Figura 3B), que retratam a colheita de mel de enxames de abelhas e o uso racional, ainda que rudimentar, desses polinizadores invertebrados, datando de pelo menos 2.400 a.C. e 2.400 a.C., respectivamente. Além disso, os autores também mencionam o uso do mel pelos hindus há pelo menos 6.000 anos antes de Cristo e pelos sumérios há 5.000 anos antes de Cristo.

Figura 3: Na imagem A) Coleta de mel na pré-história. B) gravura imortalizada dos egípcios e as abelhas, onde é registrado a criação desses insetos em potes de barro.



Fonte: Soares *et al.*, 2013 p. 05.

O CLAMOR DE GAMBINO FRENTE AO CONSUMO DESENFREADO DOS RECURSOS NATURAIS

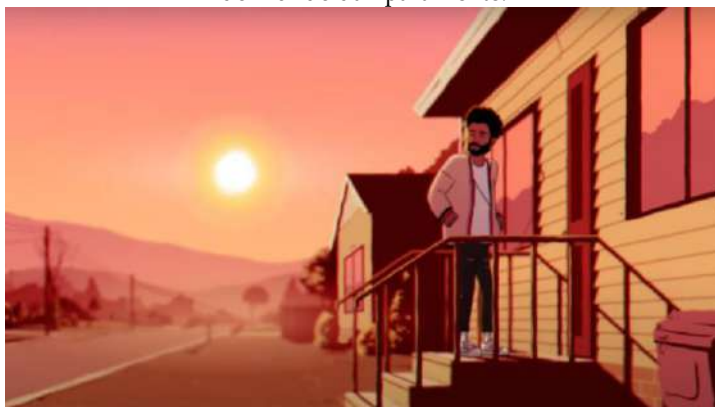
No desfecho da jornada de Gambino, retratado em animação no videoclipe da música que, segundo Hrithvika (2021) ocorre em um bairro fictício de Atlanta (EUA), ele reflete em seu subconsciente enquanto caminha pela rua sob um sol escaldante (Figura 4) o apelo por uma mudança de atitude da humanidade em relação ao modo de vida e o consumo desenfreado dos recursos

naturais fornecidos pelo planeta (linhas 29 a 42). Apesar de clamar por transformações e de esperar que o mundo mude ele parece não acreditar mais nessa possibilidade.

Desta forma, por intermédio da análise da letra, percebe-se que esta música como um todo pode ser vista como um recurso didático lúdico nas escolas, capaz de promover um processo de ensino de Ciências Naturais e Biologia mais envolvente e instigante (Barros, Zanella e Araújo-Jorge, 2013).

Assim, ao analisar a letra desta música, percebe-se que ela pode ser empregada como uma ferramenta de ensino complementar para abordar conceitos de ecologia nas escolas de EB devido aos diversos temas relacionados às problemáticas ambientais. Além disso, ela pode ampliar o desenvolvimento da alfabetização científica e a reflexão sobre as crises socioambientais (vistas na EAc), devido às múltiplas possibilidades de discussão que sua letra oferece.

Figura 4: Encerramento da Caminhada de Donald Glover (Childish Gambino) sob o que seria um olhar distante e reflexivo acerca de sua trajetória e a das ações do mundo dali para frente.



Fonte: Cena do videoclipe de Childish Gambino (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação de que a canção de Gambino se limita a apenas uma música é claramente equivocada ao analisar a letra. "*Feels Like*

Summer" transcende a mera categoria de música pop, convertendo-se em uma denúncia das mudanças climáticas e ambientais, refletindo sobre as ações da sociedade e da humanidade através de um discurso cantado. É um manifesto político em forma de música, defendendo a conservação dos ecossistemas, da biodiversidade e do equilíbrio climático do planeta.

Essa música aborda várias temáticas pertinentes à Biologia e à Ecologia, que podem ser exploradas no ensino de Biologia, especificamente na disciplina de Ecologia adjunto à Educação Ambiental crítica nas escolas de ensino básico. "*Feels Like Summer*" pode ser uma valiosa ferramenta complementar, devido à densidade de informações transmitidas em seus 4 minutos e 57 segundos de música e 4 minutos e 46 segundos de videoclipe. Além disso, ao utilizar essa música como recurso, há um aumento da conexão dos alunos com a realidade na qual estão inseridos, o que auxilia no entendimento e (re)conhecimento dessa realidade.

Portanto, compreender os fenômenos expressos nas músicas é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, letramento, alfabetização científica e produção de conhecimento. Isso é essencial para o sucesso de outras atividades, como a interpretação de problemas decorrentes e relacionados às crises ambientais, como as mudanças climáticas, a reflexão sobre esses desafios e, por fim, o engajamento em espaços de debate para buscar soluções. Gambino utiliza sua musicalidade como uma ferramenta de discurso cantado que busca entreter, conscientizar e sensibilizar as pessoas de maneira lúdica e eficaz.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Henrique. **O clima urbano –natureza, escalas de análise e aplicabilidade**. Finisterra, XL, n.80, p. 67-91, 2005. Disponível em: O Clima Urbano - Natureza, escalas de análise e aplicabilidade | Finisterra (rcaap.pt).

ASSIS, Wellington Lopes. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial**.2010. 299 f. (Geografia e Análise Ambiental) Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BARBOZA, Eliezio Nascimento. Influência da arborização nas variáveis climáticas em ruas com e sem asfaltamento na cidade de Barbalha-CE. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.1, p. 980-986. 2020.

BARROS, Hugo Rogério.; LOMBARDO, Magda Adelaide. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp-Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de.; ZANELLA, Priscilla Guimarães.; ARAÚJO-JORGE, Tânia Cremonini de. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? analisando concepções de professores da educação básica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 15, n. 1, p. 81-94, jan. 2013.

BIAS, Edílson de Souza.; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello.; LOMBARDO, Magda Adelaide. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sociedade de Especialistas Latino-americanos em Sensoriamento Remoto, 2003. p. 1-8.

BRASIL. Lei nº 12.288, de 20 de julho de 2010. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 jul. 2010.

CNDSS – COMISSÃO NACIONAL SOBRE DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE. **As causas das iniquidades em saúde no Brasil**: relatório final da Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. Brasília, 2008.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.

B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 10. ed. Rio de Janeiro, Editora Anablume, 2013.

CORREIA, Fernanda. A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. **Visualidades, Goiânia**, v. 9, n. 2, 2012.

DUARTE, Camila Fernandes et al. Educação ambiental: a música como meio para expressar as noções de meio ambiente. **Rev. Brasileira de Educação Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 60-77, 2016.

DUARTE, Taise Ernestina Prestes Nogueira et al. Arborização urbana no Brasil: um reflexo da injustiça ambiental. **Terr@Plural**, v. 11, n.2, p. 291-303, 2017.

FERREIRA, Leidryana et al. Educação ambiental e sustentabilidade na prática escolar. **Rev. Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 14, n. 2, p. 201-214, 2019.

FERREIRA-SOBRINHO, Pedro Henrique.; MARIN, Yonier Alexander Orozco. As aulas práticas para o ensino de biologia na perspectiva de professores(as) de escolas estaduais estaduais interioranas do Estado do Tocantins. *In: Encontro Regional de Ensino de Biologia*, 6, 2023, Uberaba. **Anais eletrônicos**. p. 459-472. Disponível em: (PDF) AS AULAS PRÁTICAS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA NA PERSPECTIVA DE PROFESSORES(AS) DE ESCOLAS ESTADUAIS INTERIORANAS DO ESTADO DO TOCANTINS. (researchgate.net).

FIGUEIREDO, Vanessa Aguiar.; CAPORLINGUA, Vanessa Hernandez. A contribuição da Educação Ambiental crítica para o Estatuto da Cidade: uma análise da recuperação socioambiental das cidades no contexto pós-pandemia. **Rev. Ambiente e Educação**, v. 28, n. 2, dez. 2023. Disponível em: Vista do A contribuição da Educação Ambiental crítica para o Estatuto da Cidade (furg.br).

GAMBINO, Childish. *Feels Like Summer*. Youtube, 2 de set. 2018. Disponível em: https://youtu.be/F1B9Fk_SgI0. Acesso em: 18 jun. 2023.

GONÇALVES, Lionel Segui. Consequências do desaparecimento (CCD) das abelhas no agronegócio apícola internacional e em especial no Brasil, Ribeirão Preto. *In: ANAIS DO X ENCONTRO SOBRE ABELHAS*, 10. 2012. Ribeirão Preto - SP. **Anais eletrônicos [...]**. 2012. p. 24.

GUIMARÃES, Mauro. Educação ambiental crítica. *In: LAYRARGUES, P.P. (Org.). Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34.

HANAZAKI, Natalia *et al.* **Introdução à ecologia**. Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC, 2013. 88 p.

HRITHVIKA. *Feels Like Summer: a forecast of animation's political and documentary function in music videos*. *In Fantasy Animation*, oct. 2021/2022. Disponível em: Feels Like Summer: A Forecast of Animation's Political and Documentary Function in Music Videos – Fantasy/Animation (fantasy-animation.org). Acesso em: 10 jul. 2023.

IKEFUTI, Priscila.; AMORIM, Margarete. O conforto e o desconforto térmico em pontos com diferentes padrões de construção em Presidente Prudente/SP. **Rev. Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 22 (2018), e. 15, p. 01-08.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia *et al.* **O Desaparecimento das Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não Melíferas na polinização**.

JESUS, Victor de. Racionalizando o olhar (sociológico) sobre a saúde ambiental em saneamento da população negra: um *continuum* colonial chamado racismo ambiental. **Saúde Soc. São Paulo**, v. 29, n. 2, e180519, 2020. DOI: 10.1590/S0104-12902020180519.

KEVAN, Peter.G.; VIANA, Blandina.F. **The global decline of pollination services**. **Biodiversity**, v.4, n. 4, p. 3-8, 2003.

KLEIN, Alexandra-Maria et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, p. 303-313, 2007.

LAYRARGUES, Philippe Pomier.; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente e Sociedade**. 2014, v. 17, n. 1, p. 23 - 40.

MALTY, Larissa. Arte para comunicação da ciência. *In*: MALTY, Larissa.; PIRES, Iva. **Arte e Ecologia Humana**. 1 ed. Lisboa: Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, 2021. p. 238-263.

MARETTI, Cláudio C. *et al.* **Da CoP-27 à CoP-15: a biodiversidade em foco**. 2023.

MARMO, Carlos Renato.; COSTA, Cinthia Cabral. **Relatório de Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela EMBRAPA**. EMBRAPA Instrumentação, São Carlos/SP, p. 47, 2020.

MARTINS, C. T.; HALASZ, M. R. T. Educação ambiental nos manguezais Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 19, p. 11-17, 2011.

MATIAS, Vandeir Robson da Silva.; COSTA, Júlia Moreira. Análise climática em Belo Horizonte pela variação do conforto a partir de uma série temporal. **Rev. Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, hygeia 8(14): 15-9, jun./2012.

MENEZES, Venícius Rabelo de. **Educação Ambiental: sua importância e desafios frente aos problemas ambientais contemporâneos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Faculdade AGES, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Lagarto, 2021.

NASCIMENTO, Viviane do. **As novas tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2014.

NYLAND, Inco Lúcio. O avanço tecnológico e a problemática ambiental. Disponível em: 884672_Inco_Nyland.pdf (tunapolis.sc.gov.br). Acesso em: 10 jul. 2023.

OLIVEIRA, Mikai Olinda de. **Uso sustentável de abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e abelhas nativas sem ferrão (Apidae: Meliponini) na polinização de culturas agrícolas em ambientes protegidos**. Campina Grande: Editora Aplla, 2021, p 349-360.

PINTO, Cláudia Lúcia.; BAMPI, Aumeri Carlos.; GALBIATI, Carla. Importância das abelhas para a biodiversidade na percepção de educandos de Cáceres, MT. **Rev. Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.1, p. 152-163, 2018.

PINTO, Vicente Paulo dos Santos.; ZACARIAS, Rachel. Crise ambiental: adaptar ou transformar? As diferentes concepções de educação ambiental diante deste dilema. **Educação em foco**, v. 14, n. 2, p. 39-54, 2010.

RIBEIRO, Wagner Costa.; SANTOS, Cinthia Leone Silva dos.; SILVA, Luis Paulo Batista da. Conflito pela água, entre escassez e a abundância: marcos teóricos. **Rev. de Geografia e Ecologia Política**, v.1, n.2, p. 11-37, 2019.

ROCHA, Jiuliani Santos.; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves. Racismo Ambiental. **Rev. Jurídica Direito, Sociedade e Justiça**, v. 6, n. 1, mar.-jun. 2018, p. 337-340. 2018. Disponível em: Vista do RACISMO AMBIENTAL (uems.br). Acesso em: 22 maio. 2024.

SALMI, Frederico.; COELHO, Gabriel Bandeira. Utopias cirberclimáticas e interdisciplinaridade. **Rev. Educação e Ambiente**, v. 28, n. 1. 2023. Disponível em: Vista do Utopias ciberclimáticas e interdisciplinaridade (furg.br).

SEMINÁRIO DE PESQUISA,8.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8. 2016. Brasília-DF. **Anais eletrônicos** (Mudanças climáticas e Biodiversidade). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Brasília-DF, 2016.

SILVA, Jefferson Fernandes do Amaral.; PEREIRA, Roberto Guimarães. Panorama global da distribuição e uso de água doce. **Rev. Ibero Americana de Ciências**, v.10, n.3, p. 236-280, 2019.

SOARES, Ademilson Espencer Egea *et al.* **Introdução ao mundo das abelhas.** São Paulo, 2013. 93 p.

SOUZA, Elisandra Francisco de.; MICHALISZYN, Mario Sergio.; OLIVEIRA, Cinthia Mara Ribas de. Educação ambiental, ludicidade e pesquisa participante no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 21, p. 14-23, 2011.

SOUZA, Jéssica Silva.; MIYAZAKI, Vitor Koiti.; ENOQUE, Alessandro Gomes. Reflexões acerca do consumo verde e sustentável na sociedade contemporânea. **Cad. EBAPE.BR**, v. 17, n. 2, Rio de Janeiro, Abr./jun. 2019.

SOUZA, Marcos Barros. **Clima Urbano: aspectos teóricos-metodológicos e estudo de caso.** *In:* Mini-Curso. Disponível em: Mini-curso clima urbano (usp.br).

VICENTE, A.K.; TOMASELLI, J.T.C; AMORIM, M.C.T. Conforto térmico em Presidente Prudente - SP. In SANT'ANNA NETO, J. L. (org.). **O clima das cidades brasileiras. Presidente Prudente. 2002, 227p.**

ZORZETTO, Ricardo. Cerrado ameaçado. **Rev. Pesquisa FAPESP**, n. 309, p. 52-57, nov, 2021-2022.

Capítulo 10 ...

PROPRIEDADES NUTRITIVAS E CURATIVAS DO PEQUI (CARYOCAR BRASILIENSE CAMBESS) UM FRUTO DO CERRADO

Ágatha Cristhie da C. Leitão; Pedro Henrique Ferreira Sobrinho*;
Raylander Nascimento Teles**; Roberta dos Santos Silva****

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

**Petiano (a) Egresso (a) do PET Ciências Naturais.

****Professor (a) orientador (a)

E-mail de contato: agatha.cristhie@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o maior *hotspots* no Hemisfério Ocidental, se estendendo em mais de 2 milhões de km² no Brasil e em partes menores da Bolívia e do Paraguai (cerca de 1%) (Sawyer *et al.*, 2018). esta região biogeográfica é conhecida mundialmente por sua rica diversidade de fauna e flora. O Cerrado também nomeado como Savana brasileira, é extremamente rico em diversidades de plantas, contando com mais de 12.000 espécies nativas catalogadas na região (Sawyer *et al.*, 2018). Além disso, evidencia-se que esse bioma apresenta grande diversidade de frutos, os quais possuem alto valor nutricional, sabor e aroma característicos, compostos bioativos com propriedades antioxidantes e apelo saudável (Reis *et.al.*, 2019).

O bioma Cerrado é adaptado a um clima sazonal e solo pobre, abriga inúmeras espécies vegetais com propriedades alimentares, medicinais e econômicas significativas (Darcy, 2019). Deste modo, além das especificidades ambientais deste bioma, o Cerrado também apresenta grande importância social, pois, muitas pessoas dependem de seus recursos naturais para sobrevivência, a exemplo específico, os indígenas, quilombolas, “geraizeiros”, ribeirinhos e

quebradeiras de coco-babaçu (Sawyer *et al.*, 2018). Sendo assim, essas comunidades tornam-se patrimônio histórico e cultural do Brasil devido ao compartilhamento do conhecimento tradicional da biodiversidade (Sawyer *et al.*, 2018).

A flora do Cerrado exibe adaptações notáveis às condições extremas do ambiente. O ambiente possui condições climáticas caracterizadas por possuírem forte sazonalidade climática, configurando um período chuvoso, durante a primavera e verão, que se intercala com um período seco, ao longo do outono e inverno (Nascimento e Novais, 2020). Sob a influência da variação de latitude e altitude, a porção norte do bioma apresenta as maiores temperaturas, enquanto, em resposta ao desempenho dos sistemas atmosféricos que produzem chuvas e são responsáveis pelo transporte de umidade, as médias de precipitação e relativa diminuição da umidade na direção noroeste/sudeste (Nascimento e Novais, 2020). A união de todas essas características proporciona a este bioma uma diversidade de plantas adaptadas a condições únicas.

Diante das condições ambientais a qual se encontra o bioma Cerrado, observa-se a necessidade de as plantas utilizarem mecanismos de defesa para se protegerem de agentes físicos, químicos e biológicos (Reis *et al.*, 2019).

A diversidade de espécies é impressionante, com várias plantas adaptadas à polinização por animais específicos, como abelhas e aves. Muitas espécies apresentam flores vistosas e coloridas como atrativo visual para os polinizadores. Além disso, muitas plantas do cerrado têm frutos com características únicas, incluindo tamanhos variados, cascas espessas para proteção (Kempe *et al.*, 2018) e adaptações para dispersão por animais. (Batalha; Martins, 2004)

Todas essas características únicas do bioma cerrado, bem como adaptações evolutivas pode-se associar a presença de compostos bioativos na flora característica dessa fitofisionomia. A caracterização dos compostos bioativos em frutos do Cerrado é de grande relevância para a busca de fontes alternativas e que possam

agrupar atributos desejáveis (propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti carcinogênicas, anti degenerativas e retardadoras de envelhecimento) (Reis e Schmiele, 2019). Este incremento pode ocorrer na formulação de novos produtos, ou mesmo na ingestão in natura, uma vez que tais compostos são de interesse tanto para a indústria de alimentos quanto para a de fármacos e de cosméticos (Luzia, 2012; Reis e Schmiele, 2019).

A flora do cerrado é marcada por adaptações únicas às condições ambientais, diversidade surpreendente e potencial para aplicações medicinais e econômicas, tornando-a um componente essencial do rico patrimônio natural do Brasil. Nesse ínterim, nota-se que as propriedades curativas dos frutos do cerrado têm sido reconhecidas há séculos pelas comunidades locais e, mais recentemente, por pesquisadores que buscam entender o potencial terapêutico dessas espécies, os compostos bioativos presentes nesses frutos têm despertado o interesse da medicina tradicional e moderna, como nos estudos de (Campos et al, 2018; Schiassi *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2022).abrindo portas para a descoberta de novos recursos medicinais.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo central apresentar as propriedades medicinais do Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.) o “ouro” do Cerrado, destacando seus benefícios à saúde humana e examinando o papel desse fruto na promoção do bem-estar.

USO POTENCIAL DA FLORA DO CERRADO

O Cerrado abriga inúmeras espécies únicas e endêmicas, muitas das quais ainda não foram totalmente estudadas. A preservação da fauna e flora contribui para a conservação da biodiversidade global e pode levar a descobertas científicas importantes (Garcia, 2005). O ecossistema do Cerrado abriga uma variedade de frutos que exibem características sensoriais únicas e alto valor nutricional. Essas qualidades os tornam atrativos para

exploração, pesquisa e comercialização (Angella, 2014; Morzelle et al. 2015).

A reintrodução de espécies nativas do Cerrado em áreas degradadas pode auxiliar na restauração de ecossistemas, melhorando a qualidade do solo e a diversidade vegetal (Vilela, 2021). A presença e interação dos animais do Cerrado podem influenciar processos ecológicos que afetam os ciclos de nutrientes e a absorção de carbono, contribuindo indiretamente para a regulação climática.

A diversidade do Cerrado atrai turistas interessados em observação de aves, safáris fotográficos e ecoturismo em geral. Além disso, o bioma serve como ferramenta educativa, permitindo que as pessoas aprendam sobre a importância da conservação.

Nessa perspectiva, evidencia-se também que os frutos dos cerrados, que são ecossistemas característicos do Brasil, têm diversas aplicações. Muitos desses frutos são ricos em nutrientes e possuem propriedades nutricionais e medicinais. O uso desses frutos abrangem um diverso conjunto de possibilidades, uma vez que podem ser consumidos in natura, processados em produtos alimentícios, ou utilizados para produzir cosméticos e produtos naturais. Sob essa ótica, a exploração sustentável dos frutos do cerrado é um aliado na economia de comunidades locais e também de suma importância para a preservação do ecossistema (Silveira, 2020). Além disso, impulsionado pelo progresso das técnicas de produção, adoção de sistemas de irrigação, avanços em melhoramento genético e a busca por reduzir o desperdício, o cultivo desses frutos tem o potencial de se expandir para além do seu habitat original (Reis e Schmiele, 2019).

A análise dos compostos bioativos presentes nos frutos do Cerrado desempenha um papel crucial na exploração de fontes alternativas que possuam a capacidade de combinar qualidades desejáveis, como propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti carcinogênicas, antidegenerativas e de retardo do envelhecimento (Roesler et al. 2008; Reis e Schmiele, 2019). De acordo com Luzia (2012) esse aumento de possibilidades pode ser aplicado na criação

de novos produtos formulados, bem como no consumo dos frutos em seu estado natural. Esses compostos despertam interesse tanto na indústria alimentícia quanto nas áreas farmacêutica e cosmética.

Algumas plantas, como o pequi, fornecem alimentos valiosos para as comunidades locais. No entanto, é importante adotar práticas de coleta sustentável para garantir a preservação das populações naturais (Silveira,2020)

Muitas plantas do Cerrado são utilizadas na medicina tradicional das comunidades locais. Extratos, chás e preparações à base de plantas são usados para tratar uma variedade de condições de saúde. Por possuir frutas únicas e nutritivas, como o pequi, o baru, buriti, murici, o jatobá e entre outros, os frutos podem ser consumidos desde frescas, processadas em alimentos como polpas, geleias, farinhas e óleos, e integradas à culinária regional. Também são usadas na produção de bebidas alcoólicas, como licores e cervejas especiais (Rodrigues, 2021; Martinelli, 2013).

A partir da flora do cerrado é possível se obter óleos essenciais e extratos de plantas que são utilizados na indústria cosmética e de cuidados pessoais, adicionando propriedades benéficas aos produtos, como hidratação e antioxidantes. Também, algumas árvores fornecem madeira de qualidade, utilizada na produção de móveis, utensílios e construção, contribuindo para a economia local (Violante, et.al,2009; Souza, et.al 2007)

A diversidade da flora do Cerrado oferece oportunidades para pesquisa científica em áreas como botânica, ecologia e biotecnologia. Além disso, a flora é utilizada para fins educativos em escolas e instituições de ensino. A pesquisa sobre compostos químicos presentes nas plantas do Cerrado pode levar à descoberta de novos produtos farmacêuticos, cosméticos e produtos químicos industriais estão explorando a utilização de recursos da flora do Cerrado para desenvolver biomateriais, bioplásticos e outras soluções sustentáveis.

CONHECENDO O PEQUI E SUAS PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense Cambess.*) é uma espécie tipicamente brasileira, pertencente à família Caryocaraceae, sendo conhecido popularmente como pequi, piqui, piquiá, piqui-do-cerrado, piquiá bravo, pequerim, amêndoa-de-espinho, grão-de-cavalo e suari (Almeida *et al.*, 1998; Deus, 2008; Santos *et al.*, 2013). É uma planta que pode atingir cerca de 10 m de altura. O fruto possui pericarpo esverdeado, com polpa amarelada alaranjada e sua amêndoa coberta com espinhos finos de 2 a 5 mm de comprimento (Batista & Souza, 2019).

O pequi é um fruto do tipo drupa com um epicarpo espesso de coloração que varia do verde ao roxo. Seu mesocarpo externo é esbranquiçado, enquanto o mesocarpo interno, ou polpa, é amarelo e recoberto por um endocarpo espinhoso, que protege a amêndoa. Podem existir de uma a quatro amêndoas na parte central do fruto (Gonçalves *et al.*, 2015; Reis e Schmiele, 2019). Essas características morfológicas estão intimamente ligadas ao seu nome, derivado do tupi (py: pele, qui: espinhos), significando "pele espinhenta" (Kaucz, s.d.). O fruto do pequizeiro, que pode ser esférico ou oval, desprende-se naturalmente da árvore ao atingir plena maturação. Ele é formado pela fusão de dois, três ou mais compartimentos, cada um contendo uma semente arredondada de tamanho similar a um limão comum. Essa semente é envolvida por uma polpa untuosa, que pode variar do amarelo-alaranjado ao branco, dependendo da variedade (Matos, 2007).

O pequi possui elementos que conferem sua característica única. O exocarpo, ou pericarpo, apresenta uma coloração que vai do verde ao marrom-esverdeado. O mesocarpo externo e a polpa são brancos, assumindo uma tonalidade pardo-acinzentada. O mesocarpo interno, amarelo, é a parte consumível do fruto e se separa facilmente do mesocarpo externo quando o fruto está maduro (Lima *et al.*, 2007 apud Melo Júnior *et al.*, 2004). O endocarpo, com sua textura espinhosa, protege a semente ou

amêndoa. Esta semente, envolta por um tegumento fino de cor marrom, é também comestível e contribui para a integralidade do fruto (Lima et al., 2007 apud Melo Júnior et al., 2004).

De acordo com Naves (1999), para além de sua característica sustentável, o cultivo do pequi desempenha um papel importante no sequestro de carbono da atmosfera. Essa prática já é considerada uma forma de reposição florestal pelos órgãos competentes, o que ajuda a minimizar os impactos ambientais. Uma recomendação é a sua inclusão em sistemas agroflorestais, junto a outras espécies, visando a harmonização dos interesses tanto ecológicos quanto econômicos (Salviano, 2002; Souza, 2021).

Pode ser consumido cru, cozido ou mesmo assado, às vezes é encontrado apenas um único caroço contendo uma amêndoa singular. Essa amêndoa, de coloração clara e tamanho ligeiramente menor que uma azeitona, possui um sabor extremamente agradável, mesmo quando consumida crua, e é notavelmente rica em elementos gordurosos altamente nutritivos. Evidencia-se que geralmente do fruto se aproveita todas as partes, a casca é usada para fazer sabão e farinha. Além disso, é da polpa que também se extrai o óleo, tradicionalmente usado na pele por povos indígenas como repelente, protetor solar, cicatrizante e hidratante (Matos, 2007; Kaucz, s.d).

Figura 1: Pequi



Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário

A composição nutricional do pequi é considerada rica em nutrientes que podem trazer benefícios à saúde humana (Batista & Souza, 2019). Na composição do óleo do pequi verifica-se a presença da vitamina A e diversos outros ácidos graxos (Matos *et al.*, 2019). O consumo de 100 g da polpa de pequi já é suficiente para atender cerca de 57, 3% a 66, 9% da recomendação diária de vitamina A (Torres *et al.*, 2018; Batista e Souza, 2019). É válido ressaltar que a vitamina A é essencial para a visão, reprodução, crescimento, e a manutenção dos tecidos epiteliais (González e Silva, 2019), deste modo, a deficiência de vitamina A pode levar à cegueira ou até mesmo à morte (Souza e Boas, 2004).

De acordo com o estudo realizado por Lima *et al.* (2007) a polpa do fruto de pequi é notavelmente rica em lipídios, representando 33,4% de sua composição, serve como uma fonte significativa de fibra alimentar, com um conteúdo de 10,02%, e contém cerca de 3% de proteínas. Ainda de acordo com Lima *et al.* (2007), também nota-se que a amêndoa de pequi, apresenta quatro principais componentes em sua composição: lipídica (51,51%), proteínas (25,27%), carboidratos (8,33%) e fibra alimentar (2,2%). Esses valores são acompanhados por baixa umidade e um teor substancial de minerais.

Aponta-se que a polpa e a amêndoa do pequi, possuem predominância de ácidos graxos insaturados, representando 61,35% e 52,17%, respectivamente. Na polpa, o ácido oleico é proeminente, constituindo 55,87% dos ácidos graxos, seguido pelo ácido palmítico em 35,17%. Já na amêndoa, os ácidos palmítico e oléico se equivalem, cada um representando cerca de 43,76% e 43,59%, respectivamente. Também estão presentes, embora em quantidades menores, ácido linoléico (5,51%), ácido esteárico (2,04%), ácido palmitoleico (1,23%) e outros ácidos graxos. A polpa do pequi também abriga uma concentração de 7,25mg/100g de carotenóides totais (Lima & Mancini-Filho, 2005; Kuskoski *et al.*, 2005; Crepaldi *et al.*, 2001)

Dessa forma, é possível notar que essas características tornam tanto a polpa quanto a amêndoa do pequi fontes valiosas de ácidos graxos essenciais para uma dieta saudável (Brasil, 2003).

Na sabedoria da medicina tradicional, o pequi é reconhecido por suas propriedades anti-inflamatórias, tônicas e afrodisíacas (de Oliveira et al., 2018). O *C. brasiliense* atrai atenção devido aos seus notáveis níveis de diversos antioxidantes naturais, tais como ácido gálico, ácido quínico, quercetina e quercetina 3-O-arabinose (Breda et al., 2016; Roesler et al., 2008). O óleo extraído de sua polpa é comumente empregado no tratamento de bronquites, resfriados, gripes e até mesmo para o controle de tumores (Colombo et al., 2015; Roll et al., 2018).

Também, nota-se que o óleo extraído da polpa do pequi se destaca pela presença significativa de compostos fenólicos (Bezerra et al., 2015). Estes compostos fenólicos são empregados para potencializar a eficácia no processo de cicatrização de feridas e úlceras. Vieira et al (2008) menciona que ao desempenharem o papel de antioxidantes, eles combatem os radicais livres, exibindo também propriedades antimicrobianas. Além disso, esses compostos têm a capacidade de modular o sistema imunológico e demonstram ação anti-inflamatória.

A salvaguarda que esses alimentos proporcionam em face das enfermidades degenerativas, como o câncer, as doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, encontra-se vinculada à sua significativa presença de componentes químicos dotados de propriedades cruciais, tais como as dos antioxidantes; vitaminas C e E, carotenóides e polifenóis (Hinneburg et al., 2006). Além disso, foi cientificamente estabelecida a atividade antitumoral do fruto *C. brasiliense*, a qual está correlacionada à sua notável capacidade antioxidante (Colombo et al., 2015).

Ademais, aponta-se que os carotenóides encontrados no pequi desempenham funções biológicas essenciais para o ser humano. Eles têm um papel na prevenção de certos tipos de câncer, na inibição de úlceras gástricas, na proteção contra a fotossensibilização em certas doenças de pele e no reforço da resposta imunológica contra

determinados tipos de infecções. Além disso, esses compostos também estão associados às propriedades antienvhecimento (Bezerra, et al., 2015 apud Lima 2006).

Estudos também destacaram os efeitos quimiopreventivos do óleo de pequi em lesões pré-neoplásicas, conforme demonstrado em um modelo de hepatocarcinogênese em camundongos (Colombo et al., 2015; Palmeira et al., 2016).

A partir de testes histológicos realizados por Bezerra et al. (2015) concluiu-se também que o óleo de pequi é efetivo na cicatrização, tanto perspectiva macroscópica quanto histológica, o mesmo desempenha um papel benéfico no reparo dos tecidos, isso se manifesta por meio de uma aceleração do processo de recuperação, indicada pelo fechamento mais rápido das feridas, além da observação de uma diminuição nas características inflamatórias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza da flora do Cerrado é notável, com mais de 12.000 espécies nativas catalogadas, muitas delas adaptadas a um ambiente de clima e solo (Sawyer, 2018) Além de seu valor ecológico, o Cerrado também possui relevância social, uma vez que comunidades locais dependem de seus recursos naturais para sobrevivência, preservando assim um patrimônio histórico e cultural, uma vez que a flora do cerrado possui diversas aplicações.

Evidencia-se que os frutos provenientes do cerrado desempenham um papel crucial não apenas na dieta alimentar, mas também na promoção da saúde e recuperação do corpo humano. A riqueza de nutrientes e compostos bioativos presentes nesses frutos confere-lhes propriedades curativas notáveis, capazes de abordar uma variedade de condições de saúde. Os frutos do Cerrado, incluindo o pequi, são uma parte essencial desse ecossistema diversificado. O pequi, também conhecido como "ouro" do Cerrado, é um exemplo marcante, sendo um fruto tipicamente brasileiro com propriedades únicas, as propriedades

antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias presentes nesses frutos são fatores determinantes para a sua eficácia na prevenção de doenças degenerativas, como o câncer, bem como no reforço do sistema imunológico. Além disso, os carotenóides e compostos fenólicos encontrados nesses frutos têm sido associados a características antienvhecimento e à proteção contra danos causados por radicais livres.

A crescente conscientização sobre a importância dos frutos do cerrado como fontes de propriedades curativas e seus benefícios à saúde está impulsionando pesquisas e inovações na área da nutrição e da medicina. A exploração contínua dessas riquezas naturais oferece um potencial promissor para o desenvolvimento de terapias alternativas e complementares, enriquecendo o arsenal de opções disponíveis para melhorar a qualidade de vida e o bem-estar geral.

Portanto, é crucial incentivar a conservação e o uso sustentável desses recursos valiosos, a fim de aproveitar plenamente seus benefícios terapêuticos e contribuir para uma sociedade mais saudável e resiliente. A exploração sustentável dos frutos do Cerrado não apenas contribui para a economia das comunidades locais, mas também para a preservação desse ecossistema único. A pesquisa sobre compostos bioativos nesses frutos têm o potencial de levar ao desenvolvimento de novos produtos alimentícios, farmacêuticos e cosméticos, impulsionando a indústria e a pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Francine Oliveira; SOUSA, Romaildo Santos de. **Compostos bioativos em frutos pequi (Caryocar brasiliense camb.) e baru (Dipteryx alata vogel) e seus usos potenciais: uma revisão.** Braz. J. of Develop, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, jul. 2019.

BEZERRA, N. K. M. S.; BARROS, T. L.; COELHO, N. P. M. F. **Ação do óleo de pequi (Caryocar brasiliense) no processo**

cicatricial de lesões cutâneas em ratos. Revista brasileira de plantas medicinais, 17, 875-880, 2015.

BREDA, Caroline Alves et al. **Phytochemical analysis and antifungal activity of extracts from leaves and fruit residues of Brazilian savanna plants aiming its use as safe fungicides.** Natural products and bioprospecting, v. 6, p. 195-204, 2016.

COLOMBO, Natália Beatriz Rigoldi et al. **Caryocar brasiliense camb protects against genomic and oxidative damage in urethane-induced lung carcinogenesis.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 48, p. 852-862, 2015.

CREPALDI, I.C.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PENTEADO, M.D.C.; SALATINO, A. **Composição nutricional do fruto de licuri (Syagrus coronata Martius Beccari).** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001

DARCY. **Revista de jornalismo científico e cultural da universidade de Brasília.** N.21 janeiro a março de 2019.

FERNANDES, Rachel de Moura Nunes; SCAPIN, Elisandra. **Plantas típicas do Cerrado brasileiro usadas como inibidores da acetilcolinesterase: Uma revisão.** DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, v. 7, n. 3, p. 20-31, 2020.

FURQUIM, L. C.; dos SANTOS, M. P.; de ANDRADE, C. A. O.; de OLIVEIRA, L. A.; & EVANGELISTA, A. W. P. **Relação entre plantas nativas do Cerrado e água.** Científic@-Multidisciplinary Journal, 5(2), 146-156, 2018.

HINNEBURG, I.; DAMIEN, H. J.; RAIMO, H. **Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices.** Food Chemistry, London, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

KAUCZ, Lavínia. **Frutos do Cerrado por um fio: mudanças climáticas e avanço do agronegócio ameaçam savana com maior biodiversidade vegetal do mundo.** Disponível em: <Reportagem_Frutos_do_Cerrado_por_um_fio (ufsc.br)>.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, G.A.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. **Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos.** Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LIMA, A. D.; SILVA, A. M. D. O. TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. O. R. G. E. **Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense, Camb.).** Revista Brasileira de Fruticultura, 29, 695-698, 2007.

LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J. **Compostos com atividade antioxidante no fruto Pequi (Caryocar brasiliense, L),** Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (NUTRIRE), São Paulo, v. 30, p. 310, 2005.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro (Tese de doutorado).** Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2012.

MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel Avila. **Livro vermelho da flora do Brasil; tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt.** – 1. ed. – Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MATOS, E. H. S. F. **Cultivo do Pequi e Extração do Óleo.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB, 2007.

MATOS, Lílian Ramine Ramos de Souza, et al. **O óleo de pequi na cicatrização de feridas: uma visão interdisciplinar entre ambiente e saúde - revisão integrativa.** Rev. Interdisciplinar de Estudos em Saúde, v. 8, n. 1, p. 174-182, 2019.

MOURÃO, Nadja Maria. **Espécies vegetais do cerrado: materiais para produção artesanal,** 2013.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; NOVAIS, Giuliano Tostes. **Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas**. Elisée, v. 9, n. 2, p. e922021, 2020.

PALMEIRA, Simone M. et al. **Chemopreventive effects of pequi oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) on preneoplastic lesions in a mouse model of hepatocarcinogenesis**. European journal of cancer prevention, v. 25, n. 4, p. 299-305, 2016.

REIS, Amanda Figueiredo; SCHMIELE, Marcio. **Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 22, p. e2017150, 2019.

RÉVILLION, A. S. P. **A utilização de pesquisas exploratórias na área de marketing**. Revista Interdisciplinar de Marketing, 2(2), 21-37, 2003.

RODRIGUES, Valéria Evangelista Gomes; CARVALHO, D. A. de. **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande-Minas Gerais**. Ciência e agrotecnologia, v. 25, n. 1, p. 102-123, 2001.

ROESLER, R. et al. **Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry**. Food Chemistry, London, v. 104, n. 3, p. 1048-1054, 2007.

SANTOS, Felipe Samways, et al. **A cultura do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. Acta Iguazu, v. 2, n. 3, p. 46-57, 2013.

SAWYER, Donald, et al. **Perfil do ecossistema: hotspot de biodiversidade do Cerrado**. Half open Science, ed. Supernova, p. 280, 2018.

SILVEIRA, D. S. **Manejo sustentável de frutos do Cerrado na região noroeste de Minas Gerais como alternativa para preservação do bioma**. Lajeado, 2020.

SOUZA, E. S. **Biodiversidade do Bioma Cerrado**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2021.

SOUZA, I.; SALVIANO, A. **A Cultura do Pequi**; Emater-MG; Belo Horizonte, 2002.

SOUZA, Tatiana M. et al. **Avaliação da atividade anti-séptica de extrato seco de Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville e de preparação cosmética contendo este extrato**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 17, p. 71-75, 2007.

VIEIRA, A. P. et al. **Ação dos flavonóides na cicatrização por segunda intenção em feridas limpas induzidas cirurgicamente em ratos**. Wistar. Semina. Ciências Biológicas e da Saúde, v. 29, n. 1, p. 65-74, 2008.

VILELA, M. D. F. Bioma Cerrado. EMBRAPA,2021.

Capítulo 11 ...

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA SUPERPRODUÇÃO AGRÍCOLA NO CERRADO

Dionata Almeida Reis, Jane Darley Alves dos Santos

**Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

*** Professor (a) Colaborador (a)

E-mail de contato: jane.santos@mail.ufnt.edu.br¹, dionata.Reis@ufnt.edu.br²

INTRODUÇÃO

O Cerrado representa o segundo maior bioma do Brasil, sendo superado em extensão apenas pela Amazônia. Ele abrange 21% do território nacional e é reconhecido como a última fronteira agrícola do planeta (Borlaug, 2002). Nesse contexto, será retratada a região MATOPIBA, uma das áreas de maior velocidade em expansão agrícola. A região, em específico, é caracterizada pela união dos estados Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia. Desempenham um papel crucial no desenvolvimento econômico do país, em especial no setor agropecuário, sendo importantes produtores e exportadores do grão brasileiro. Conforme Carlos A. Klink e Ricardo B. Machado discutem na revista *Megadiversidade*, uma das principais problemáticas em foco está relacionada à produção em larga escala, resultando na infertilidade do solo. Os impactos dessa questão se manifestam de diversas maneiras, afetando tanto a fauna quanto a flora. Além disso, a contaminação decorrente do uso excessivo de agrotóxicos torna-se uma preocupação iminente.

A destruição dos ecossistemas que constituem o Cerrado continua de forma acelerada. Um estudo recente, que utilizou imagens do satélite MODIS do ano de 2002, concluiu que 55% do Cerrado já foram desmatados ou transformados pela ação

humana” (Machado et al., 2004). Destaca-se que a destruição dos ecossistemas leva à extinção das espécies nativas, causando desequilíbrios na natureza. Nesse sentido, a ciência desempenha um papel fundamental na preservação do Cerrado, sendo essencial para sua manutenção, monitoramento e desenvolvimento de práticas menos invasivas. Destacando-se pela produção contínua de materiais científicos, os quais são cruciais para compreender, preservar e restaurar este importante bioma brasileiro. “A ciência tem, doravante, um papel produtivo” (J. Thibault, 1967).

Neste capítulo, abordaremos de maneira objetiva os principais desafios decorrentes da expansão significativa do agronegócio na região atualmente conhecida como Matopiba, apresentando como objetivo desenvolver uma análise crítica do papel da ciência no desenvolvimento de métodos com menor impacto ambiental, ao mesmo tempo em que tem como proposta orientar e divulgar as principais questões sociais e conflitos. Espera-se oferecer uma perspectiva clara sobre os motivos que impulsionaram a grande expansão dessa região além de ressaltar os principais impactos decorrentes da expansão acelerada do agronegócio.

MODIFICAÇÃO DO SOLO CERRADO MATOPIBA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

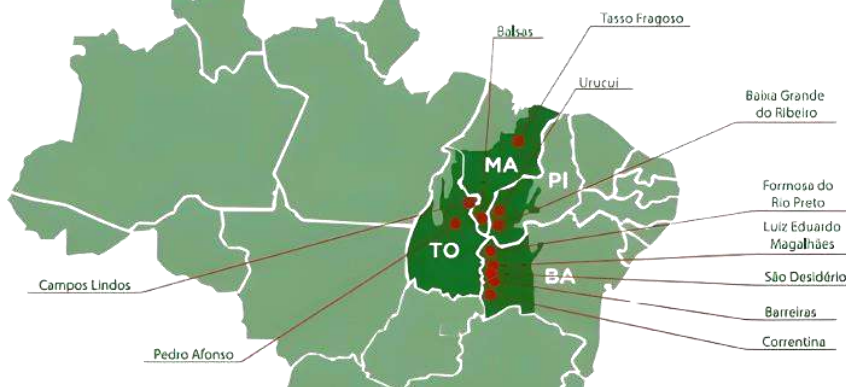
A modificação do solo no Cerrado Matopiba tem sido um tema de crescente preocupação devido às suas amplas repercussões ambientais, sociais e econômicas. Esta região, caracterizada pela união dos estados do Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia, tem testemunhado uma rápida expansão agrícola nas últimas décadas, resultando em mudanças significativas na composição e na qualidade do solo.

A transformação ocorrida no Cerrado trouxe consigo significativos danos ambientais, incluindo a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de

queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possíveis modificações climáticas regionais (Klink & Machado, Megadiversidade, 2005, p. 148).

Na figura 1, apresentam-se as regiões que fazem parte dessa cadeia econômica.

Figura 1: Localização da Região MATOPIBA



Fonte: (Piauí negócios, 2024)

Além disso, observou-se que uma das principais maneiras de sustentar a economia brasileira está relacionada ao desmatamento em larga escala. Isso se deve à facilidade e rapidez de produção, especialmente num sistema capitalista orientado para resultados rápidos, em que os esforços são direcionados para uma produção de alta qualidade em períodos curtos. O desmatamento não apenas é eficiente, mas também mais econômico quando comparado à manutenção do solo, que requer cuidados com a nutrição e a modificação do pH das áreas utilizadas para o cultivo de grãos.

Uma questão relevante surge ao considerar o limite de produção de uma região, uma vez que todos os recursos naturais sejam utilizados consequentemente, e todos os locais possíveis para produção forem esgotados, o que poderá acontecer; o Brasil, como pioneiro em técnicas de controle do solo, ainda se vê predominantemente envolvido em práticas de derrubada de matas. Sendo um dos principais agravantes de remanejamento de animais

silvestres que por vezes perdem suas moradias para o agronegócio, a retirada excessiva de nutrientes é vista pelo mau manejo da área de cultivo e ocorre quando a mesma é explorada de maneira inadequada, resultado do uso excessivo para o plantio. Uma plantação exige diversos recursos, recursos esses hídricos e nutrientes, que se manifestam como sais minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas.

A partir das informações apresentadas, é possível prever um déficit na nutrição do solo, levando a uma redução progressiva na produção ao longo do tempo. A modificação do pH do solo também leva à extinção gradual de plantas nativas, que se tornam cada vez mais vulneráveis às mudanças, tanto climáticas quanto causadas pela atividade humana. Com a ausência de matas nativas, os animais regionais enfrentam escassez de alimentos, como frutos e plantas, o que ameaça sua sobrevivência a longo prazo.

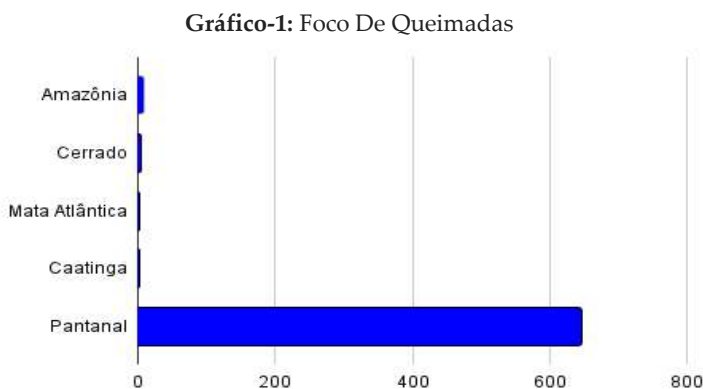
A extinção de plantas regionais obriga os animais a buscarem novas áreas com índices de sobrevivência mais elevados, o que resulta em deslocamentos populacionais. A ausência de vegetação compromete o equilíbrio dos ecossistemas. Os habitantes locais são diretamente afetados pela diminuição da fauna e flora, uma vez que os povos indígenas, que dependem da caça para subsistência, enfrentam desafios significativos devido às alterações no solo, que tornam o terreno infértil e dificultam a permanência dessas comunidades em seus territórios de origem. Portanto, torna-se imperativo desenvolver métodos eficazes para a nutrição do solo, a fim de preservar a biodiversidade e sustentar os meios de subsistência das populações locais, além de manter o equilíbrio dos ecossistemas.

O PODER DA DESINFORMAÇÃO

A desinformação é um fator preocupante quando se trata de sustentabilidade no contexto do Cerrado. A falta de conhecimento por parte da população resulta em práticas prejudiciais ao meio ambiente em que vivem. A queima de áreas para o

desenvolvimento de pequenas plantações é um exemplo recorrente, causando problemas como doenças respiratórias e o afastamento de espécies locais. Esse ciclo se repete frequentemente, e a utilização e descarte inadequados de agrotóxicos, bem como o desmatamento por meio de queimadas, são métodos simples e de fácil acesso, o que os torna práticas habituais.

O fogo se espalha gradualmente e deixa inúmeros fragmentos de destruição em seu rastro. Isso inclui a queima de áreas protegidas e a morte de inúmeros animais que não conseguem se abrigar durante esses eventos. Muitos se tornam vítimas, com seus corpos queimados e, em casos extremos, animais como serpentes buscam se abrigar em residências ao invés de buracos, ocasionando o contato direto entre animal e homem que posteriormente pode resultar em eventos trágicos em ambos os lados. O problema principal reside na habitualidade e recorrência dessas práticas. Segundo o G1, "Queimadas mataram 17 milhões de animais vertebrados no Pantanal em 2020, aponta estudo" (LOIS, R. 202). Da mesma forma, o Inpe(2024) apresenta dados sobre o índice de foco em queimadas no gráfico 1.



Fonte:(Inpe, 2024)

As queimadas para a manutenção do solo têm um impacto direto na vegetação local. A remoção da vegetação rasteira leva os animais a buscarem maneiras diferentes de sobrevivência, e em

situações extremas, leva a um aumento dos relatos de invasões de animais silvestres em áreas urbanas. Se uma espécie perde sua moradia e fonte natural de alimentação, os ataques contra os seres humanos se tornam mais frequentes. A falta de informação ou compreensão desses fatores coloca em risco a vida e o equilíbrio do ecossistema do Cerrado, além de facilitar o tráfico de animais, sendo as aves as mais recorrentes, uma vez que há uma facilitação e contato maior com os seres humanos devido à derrubada e queimada das vegetações.

Para mitigar as questões mencionadas anteriormente, são requeridas campanhas de sensibilização pública, juntamente com uma apreciação do papel crucial do agricultor de pequena escala na estrutura social. A utilização consciente dos recursos naturais é imprescindível para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico. Agravantes a serem enfatizados incluem a gestão racional da água e a preservação de espaços verdes.

UMA VISÃO REALISTA SOBRE O CENÁRIO

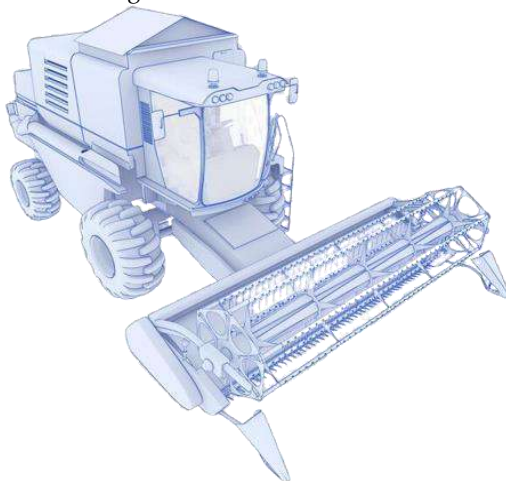
O Brasil, apesar de ser um dos maiores exportadores de grãos, enfrenta desafios significativos relacionados à fome, o que suscita questões sobre quem realmente se beneficia com o aumento na produção e exportação agrícola. A disparidade entre a produção abundante e a persistência dos índices de fome no país é uma questão recorrente a ser pensada. Segundo a Embrapa, um dos motivos para a expansão acelerada do agronegócio está diretamente atrelado ao menor custo das terras na região do MATOPIBA. Além disso, a topografia plana comparada com áreas consolidadas do Centro-Sul tem incentivado os produtores a contribuir para o avanço crescente do agronegócio na região.

Em alguns municípios do Matopiba, a produção de soja, milho e algodão em grandes áreas existe há mais de 15 anos. Devido às suas características diferenciadas de clima e solo, pesquisas nos mais diversos campos vêm sendo conduzidas na região, desde a seleção de cultivares mais adaptadas até técnicas de plantio e manejo do solo. (Embrapa, 2014, p. 1)

Para entender essa questão, é crucial ressaltar que a produção agrícola em larga escala não é acessível a todos os produtores. Existem disparidades em vários aspectos, como a disponibilidade de equipamentos tecnológicos necessários para o controle de pragas. Máquinas e tecnologias frequentemente são importadas de países vizinhos, com custos que estão além da realidade dos pequenos produtores. Por exemplo, o valor comercial de uma máquina agrícola pode variar entre 700 mil a 4 milhões, dependendo da marca e do tamanho, o que limita o acesso apenas aos grandes produtores que detêm o controle do agronegócio.

Essa situação de exclusão econômica dos pequenos produtores os coloca em desvantagem, deixando-os desamparados economicamente e frequentemente dependentes de financiamentos bancários para manter a terra em produção. A falta de desenvolvimento local desses equipamentos agrícolas contribui para a estagnação econômica do Brasil, uma vez que a dependência de importações facilita a exploração econômica do país por parte de outros países, reduzindo seu poder de negociação em termos comerciais.

Figura 2: Colheitadeira:



Fonte:(christiannastasesstore, 2024)

O Brasil enfrenta um dilema complexo no que diz respeito ao aumento sustentável da produção agrícola. Por um lado, há a necessidade de aumentar a produção de forma sustentável, minimizando o impacto ambiental, especialmente diante do aumento decorrente da poluição e do desmatamento. Questões relacionadas à locomoção, aquisição e descarte de maquinários também devem ser consideradas ao entender o funcionamento da produção em larga escala.

Os brasileiros anseiam por uma realidade em que os preços dos alimentos sejam mais acessíveis, especialmente porque o país produz mais do que consome. No entanto, apesar da eficiência e crescimento na produção de grãos, os preços permanecem elevados nas prateleiras, além de apresentar um índice de fome cada vez mais elevado. A busca pela eficiência tem impulsionado o aumento do uso de tecnologias, especialmente na área de Biotecnologia, que se tornou uma ferramenta essencial.

A Biotecnologia se faz presente por meio do desenvolvimento de técnicas para aumentar a resistência das plantações, sendo uma das principais formas de reduzir a utilização dos agrotóxicos. Além disso, possibilita o desenvolvimento de novas técnicas e a alteração nas características das plantas para melhorar a produção. No entanto, levanta preocupações éticas e ambientais que precisam ser cuidadosamente consideradas, especialmente em relação à origem e aos efeitos a longo prazo na sociedade e nos animais locais. Os alimentos modificados geneticamente, chamados de transgênicos, vêm sendo amplamente discutidos na contemporaneidade.

IMPACTOS AMBIENTAIS NO CERRADO

O Cerrado Matopiba tem experimentado um aumento significativo na produção de grãos, consolidando-se como uma das principais regiões exportadoras. O avanço da agropecuária na área vem acompanhado de uma série de conflitos decorrentes do desmatamento em larga escala, que se tornam agravantes recorrentes. Essas práticas devastadoras são frequentemente utilizadas para

expandir plantações e pastagens destinadas à criação de bovinos. No entanto, Machado et al. (2004) estimaram que:

até o ano de 2002, 54,9% da área original do Cerrado já havia sido devastada. Já Sano et al (2008), por sua vez, utilizando dados do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO/Cerrado)¹, estimaram em aproximadamente 40% o percentual da área de Cerrado devastada até o ano de 2002. (Machado et al,2004. p8).

Com a degradação do ecossistema, é possível prever possíveis mudanças e consequências que influenciam do macro ao micro, afetando os principais envolvidos de forma discreta. O mercado agropecuário, embora sutil em suas negociações, se destaca como um dos principais agentes de produção em todo o país. Com o contínuo avanço tecnológico e o aumento no monitoramento de grandes áreas transformadas em pastagens, torna-se evidente que essa transformação exerce uma influência significativa no clima de uma região.

Durante o desmatamento, observa-se um aumento contínuo na temperatura, o que dificulta a sobrevivência de espécies nativas sensíveis às mudanças climáticas. Além disso, existem fatores preocupantes associados a essa transformação, como a contaminação local devido ao uso extensivo de agrotóxicos, calcário e fertilizantes. O uso indiscriminado de contaminantes pode afetar não apenas os alvos pretendidos, mas também prejudicar os organismos secundários. Por exemplo, se um animal contaminado morre às margens de um rio, o agente tóxico pode impactar toda a biodiversidade da região.

Além disso, a utilização de calcário em conjunto com fertilizantes contribui diretamente para a poluição de rios e córregos. Esses elementos, quando presentes em excesso, causam danos ambientais significativos, afetando não apenas a vida aquática, mas também todo o ecossistema local. É crucial enfrentar esses desafios de maneira eficaz, adotando práticas agrícolas sustentáveis e promovendo a conscientização sobre a importância da preservação ambiental para as gerações futuras.

Com a grande demanda de produção em grande escala na região do Matopiba, um dos principais desafios mais frequentes está diretamente relacionado ao desenvolvimento do solo. Suas características são pouco favoráveis a uma produção contínua, sendo composto por solo arenoso com presença de cascalhos em sua matriz, o que demanda processos intensivos de fertilização. Além disso, a escassez de chuvas é um agravante recorrente, dificultando ainda mais o desenvolvimento agrícola na região, conforme apontado pela Embrapa.

o manejo agrícola requer cuidados particulares a fim de evitar rápida degradação à qual estariam sujeitas. Práticas de manejo como a calagem, o uso de gesso agrícola, a adoção de práticas conservacionistas, além da rotação de culturas que providenciam condições de manutenção da saúde do solo, são necessárias para garantir sustentabilidade ambiental e econômica na produção.(Embrapa,2024)

Com uma crescente demanda por produção em grande escala, um dos principais meios para suprir essas necessidades destaca-se no desenvolvimento de máquinas agrícolas cada vez mais autônomas. A necessidade de novas tecnologias torna-se cada dia mais importante para um país como o Brasil, que se destaca no cenário global de exportação. O desenvolvimento de métodos inovadores é de extrema importância para o avanço da agricultura brasileira, que se posiciona na vanguarda da inovação e da preservação do solo.

EXPANSÃO AGRÍCOLA

A agricultura é uma das principais bases do desenvolvimento do Brasil, destacando-se como grande produtor de grãos. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, em 2021, o país exportou cerca de 281 bilhões de dólares em produção agrícola. As exportações do mês de dezembro alcançaram o total de US\$ 26,6 bilhões, representando um crescimento de 14,0% na média diária exportada em relação ao

mesmo mês de 2021. Esse aumento é atribuído ao incremento dos preços em 6,7% e ao crescimento nos volumes exportados em 2,7%, configurando a maior exportação registrada para meses de dezembro em toda a série histórica.

A expansão do agronegócio, embora apresente vantagens evidentes, enfrenta um significativo dilema decorrente do avanço tecnológico. Este progresso tem provocado a redução da demanda por mão de obra, uma vez que as máquinas se tornam capazes de suprir as necessidades que antes exigiam vários trabalhadores. Esse desafio tem se tornado cada vez mais frequente na sociedade contemporânea. Além disso, a expansão agrícola tem gerado preocupações ambientais que demandam reflexão. Toda plantação consome água, suscitando dúvidas quanto à sustentabilidade dessas atividades.

O estudo da FAO também estimou que o setor pecuário era responsável por 18% das emissões de gases de efeito estufa medidas em equivalente de CO². Além disso, no atual sistema alimentar apenas 59% do que se produz se converte em comida – nos EUA, por exemplo, 67% do que se produz se destina à alimentação de animais (Fian, 2018, p.8)

Com o avanço da expansão agrícola, surgiram três grandes projetos implantados na região ao longo da década de 1970: o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER).

O Brasil é amplamente reconhecido como um dos mais importantes exportadores de grãos do mundo, exercendo um papel significativo no mercado global. Entretanto, essa posição de liderança na exportação gera uma considerável dependência em relação ao mercado externo, o que por sua vez impõe demandas específicas na produção. Um fenômeno recorrente é a superprodução de grãos, especialmente evidente na região de Matopiba, onde a maior parte das terras é destinada ao cultivo de soja e milho, devido à alta demanda. Segundo o G1 (2021), o Brasil

é o 4º maior produtor mundial de grãos (arroz, cevada, soja, milho e trigo), ficando atrás apenas da China, dos Estados Unidos e da Índia, sendo responsável por 7,8% da produção global. Em 2020, o país produziu 239 milhões de toneladas e exportou 123 milhões de toneladas de grãos.

Para atender a essa demanda e promover uma produção mais sustentável, muitos agricultores adotam métodos que envolvem modificações genéticas. Isso resulta na criação de produtos transgênicos, caracterizados por um amadurecimento mais rápido, menor consumo de água e maior resistência às pragas, o que reduz significativamente a necessidade de agrotóxicos. No entanto, a produção de alimentos geneticamente modificados é frequentemente debatida, uma vez que a alteração das características das plantas pode, a longo prazo, ter efeitos negativos na região de cultivo.

É relevante salientar que a maior parte da produção atual não é direcionada para o consumo interno, evidenciando a dependência do Brasil em relação ao mercado global de grãos. O setor agropecuário desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do país, sendo que o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil está fortemente vinculado a esse setor, o que torna a nação dependente dessa atividade. Além disso, a dependência do país está relacionada a déficits em recursos-chave, como fertilizantes. O Brasil não produz em quantidade suficiente para suprir as necessidades de suas plantações, o que demanda a importação desses insumos, deixando o país sujeito a preços e condições que, a longo prazo, podem se tornar desafios significativos.

No Brasil, um problema social recorrente está diretamente relacionado à condição de subsistência dos povos nativos, o qual é frequentemente ocasionado pela ocupação de áreas de extrema importância para o desenvolvimento dessas comunidades. O cerne desse problema reside na ocupação ilegal dessas terras, prática conhecida como grilagem, que resulta em intensos conflitos e disputas entre os povos tradicionais (indígenas, quilombolas,

agricultores familiares) e os grandes latifundiários, que avançam sobre a região em prol do agronegócio (Fian, 2018).

Essa realidade nefasta é marcada pela violência extrema, destacando-se os assassinatos sistemáticos empregados pelos ocupantes ilegais para consolidar sua posse. A ocupação dessas terras muitas vezes é acompanhada de falsificação de documentos, e uma vez que as áreas são ocupadas, elas se tornam palco de observações constantes, onde a vida dos habitantes tradicionais é posta em risco diariamente. Os assassinatos silenciosos desses povos, perpetrados com o intuito de assegurar a tomada ilegal das terras, constituem uma grave violação dos direitos humanos e um trágico reflexo da desigualdade e da impunidade que permeiam a sociedade brasileira.

Outro desafio recorrente está na apropriação ilegal de terras, o que frequentemente resulta em conflitos entre moradores locais e proprietários de grandes empresas. O Estado desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de leis que visem garantir a permanência dos povos nativos, uma vez que a preservação dessas comunidades é crucial para o enriquecimento cultural e social da região. Através da observação atenta dessas dinâmicas, torna-se possível compreender e implementar métodos mais eficientes para proteger a permanência dessas comunidades. É imprescindível ressaltar a importância da preservação dos povos nativos, especialmente diante dos crescentes problemas ambientais como desmatamento, poluição do solo e da água, e redução da vegetação natural, entre outros. As citações acima apenas iniciam o debate sobre um processo histórico de apagamento e marginalização das comunidades nativas, muitas vezes em favor do desenvolvimento urbano desenfreado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas sobre a expansão agrícola na região do Cerrado, é possível concluir que esse processo acarreta uma série de impactos ambientais, sociais e econômicos

significativos. A rápida expansão do agronegócio na região do MATOPIBA resultou em mudanças drásticas na composição e na qualidade do solo, levando à fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade e problemas de degradação do ecossistema.

Além disso, a utilização indiscriminada de práticas como o desmatamento em larga escala e o uso excessivo de agrotóxicos tem provocado danos ambientais irreparáveis, afetando não apenas a fauna e flora locais, mas também comprometendo a qualidade da água e do solo.

Do ponto de vista social, a expansão agrícola tem gerado conflitos territoriais entre grandes latifundiários e comunidades tradicionais, como indígenas, quilombolas e agricultores familiares, resultando em violência e deslocamentos forçados.

Por fim, do ponto de vista econômico, embora o agronegócio seja um importante motor para a economia brasileira, a superprodução de grãos e a dependência do mercado externo trazem desafios, como a redução da demanda por mão de obra e a vulnerabilidade do país a preços e condições do mercado global.

Diante desses desafios, é crucial adotar práticas agrícolas sustentáveis, promover a conscientização ambiental e social, e buscar soluções que conciliem o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente e o respeito aos direitos das comunidades locais. A ciência desempenha um papel fundamental nesse processo, contribuindo com pesquisas e tecnologias que visam mitigar os impactos negativos da expansão agrícola e promover um desenvolvimento mais equitativo e sustentável na região do Cerrado.

REFERÊNCIAS

DOS MUNICÍPIOS DO MATOPIBA, Seleção. (2014). *Matopiba: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais*.

Lois, R. (2021). Queimadas mataram 17 milhões de animais vertebrados no Pantanal em 2020, aponta estudo. *G1*.

Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade, 1*(1), 147-155.

Mosca, A. A. de O. (2008). Avaliação dos impactos ambientais de plantações de eucalipto no Cerrado com base na análise comparativa do ciclo hidrológico e da sustentabilidade da paisagem em duas bacias de segunda ordem [Tese de doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, University of São Paulo]. DOI: 10.11606/T.8.2008.tde-19122008-095822.

de Oliveira, F. R., Menegasse, L. N., & Duarte, U. (2002). Impacto ambiental do eucalipto na recarga de água subterrânea em área de Cerrado, no Médio Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. *Águas Subterrâneas, (1)*. Recuperado de <https://aguassubterrneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22677>

Santos, M. (1966). *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucitec.

Santos, M. A. dos, et al. (2010). *O cerrado brasileiro: notas para estudo*.

Ministério da Economia. (2023, janeiro). Balança comercial brasileira em 2022. Recuperado de <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2023/janeiro/Balanca2022.pdf>

Grafico-1: Terrabrasilis. (2024). Situação atual das queimadas. Recuperado de https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/situacao_atual/

Figura-1: Pinegócios. Área plantada do Matopiba alcançará 8,9 milhões de hectares até 2030. Recuperado de <https://pinegocios.com.br/noticia/342-Area-plantada-do-Matopiba-alcancara-8-9-milhoes-de-hectares-ate-2030>

figura-2: FreePik. (s.d.). Colheitadeira na ilustração de renderização 3D de fundo transparente [Ilustração vetorial]. Recuperado de

https://br.freepik.com/psd-premium/colheitadeira-na-ilustracao-de-renderizacao-3d-de-fundo-transparente_28448063.htm?sign-up=google

G1. (2021, 1 de junho). Brasil é o 4º maior produtor de grãos, atrás da China, EUA e Índia, diz estudo. Globo Rural. <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/06/01/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-graos-atras-da-china-eua-e-india-diz-estudo.ghtml>

G1. (2024, 30 de abril). Com mais de 17 mil focos, Brasil registra recorde de queimadas em 2024. Globo.com. <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2024/04/30/com-mais-de-17-mil-focos-brasil-registra-recorde-de-queimadas-em-2024.ghtml>

Embrapa. Sobre o tema. Recuperado de <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>

FIAN Brasil. (2018). Nota técnica FIAN Brasil DDC abril 2018. Recuperado de <https://fianbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/09/Nota-te%CC%81cnica-FIAN-Brasil-DDC-abril-2018.pdf>

Capítulo 12 ...

QUÍMICA AMBIENTAL E O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

Karen Leticia Gomes da Silva*; Flamys Lena do Nascimento Silva****

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

**** Professor (a) Colaborador (a).

E-mail de contato: karen.gomes@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

A Química Ambiental (QA), em um contexto geral, é a ciência multidisciplinar que estuda os processos químicos ocorrentes na natureza, sejam eles naturais ou resultantes de ações antropogênicas. Ela é responsável por estudar minuciosamente a influência das reações químicas no meio ambiente, observando o impacto causado por cada uma delas (Canela; Fostier; Grassi, 2017). A natureza multidisciplinar desta ciência é evidente nas várias áreas que aborda, como ciências biológicas, ecologia, hidrologia, toxicologia, entre outras relacionadas ao meio ambiente (Mozeto; Jardim, 2002).

A química desempenha um papel fundamental no meio ambiente, contribuindo para a compreensão das diversas substâncias e reações presentes (Baird, 2002). Entretanto, essa ciência não se ocupa diretamente do monitoramento ambiental em si, mas das substâncias que nele estão presentes (Mozeto; Jardim, 2002). Os estudos realizados controlam a concentração das espécies químicas existentes, gerando resultados que ajudam a entender fenômenos ambientais como condições climáticas, escassez hídrica, degradação do solo e desastres ambientais. De acordo com Colin Baird (2002, p.23), apesar dessa colaboração:

De fato, é comum a população culpar os químicos sintéticos e seus criadores pelos problemas de poluição mais comuns. Mas passa despercebido que a maioria dos problemas ambientais das décadas e dos séculos passados, como, por exemplo, a contaminação biológica da água potável, foi resolvida unicamente quando foram aplicados métodos da ciência em geral e da química em particular.

Visando promover a sustentabilidade, ambientalistas têm incentivado mudanças na área da química para reduzir o mau uso das substâncias e minimizar a poluição industrial. Nesse sentido, originou-se a Química Verde (QV), que visa tornar as práticas científicas na química mais seguras e focadas na preservação do meio ambiente (Stanley; Manhan, 2013).

De modo geral, a Química Ambiental (QA) e a Química Verde (QV) trabalham juntas nos estudos relacionados à diminuição dos poluentes e dos impactos ambientais, com o foco na sustentabilidade, preservação e conscientização. Priorizando conhecimentos e práticas químicas mais seguras, ambas contribuem significativamente para esses objetivos (Souza *et al.*, 2019).

Atualmente, nosso planeta enfrenta ameaças crescentes devido ao mau uso de recursos naturais. Neste contexto, a química ambiental se torna uma ferramenta fundamental para entender, monitorar e preservar o uso desses recursos, promovendo assim sua utilização sustentável. Este capítulo abordará assuntos relacionados ao aspecto vital da intersecção entre a química ambiental e seu papel no uso sustentável da água, que é um recurso natural e essencial para nossa existência.

O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA

A água desempenha um papel essencial na preservação da saúde humana e no desenvolvimento sustentável dos ecossistemas (Lu *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2016). O crescimento populacional, a urbanização e a industrialização, juntamente com as mudanças nos padrões de consumo, estão aumentando exponencialmente a demanda por água doce em todo o mundo (Bagatin *et al.*, 2014). O

fornecimento de água é uma preocupação significativa para as gerações futuras (Vorosmarty *et al.*, 2010). As mudanças no uso das terras relacionadas à agricultura, pecuária e urbanização estão contribuindo para a degradação da qualidade da água globalmente (Foley *et al.*, 2005). Portanto, a proteção e o monitoramento das fontes de água, especialmente as superficiais, são de extrema importância. Isso é crucial, por exemplo, para mitigar o risco de doenças relacionadas à ingestão de água contaminada.

As atividades humanas exercem impactos negativos significativos no meio ambiente, destacando-se a geração de resíduos, muitos dos quais são descartados direta ou indiretamente nos sistemas hídricos. Além disso, a qualidade da água é comprometida devido ao uso inadequado e à ocupação desordenada do solo, incluindo a supressão ou substituição da cobertura vegetal e a ocupação descontrolada das faixas marginais de proteção de cursos d'água e nascentes (Costa *et al.*, 2015).

O monitoramento da qualidade da água em corpos hídricos é de vital importância para avaliar sua condição diante dos impactos e usos humanos. A legislação ambiental estabelece limites de poluição para garantir a preservação desses recursos. No Tocantins, a Lei n.º 1.307, de 22 de março de 2002, estabelece diretrizes para o gerenciamento e proteção dos recursos hídricos, em consonância com o Sistema Nacional do Meio Ambiente e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Seu propósito é promover o gerenciamento das águas conforme as disposições legais vigentes.

De acordo com Von Sperling (2007), a qualidade da água é determinada por uma interação complexa de fenômenos naturais e atividades humanas na bacia hidrográfica. A água, como solvente universal, transporta gases, elementos e compostos orgânicos dissolvidos que são essenciais para a vida no planeta (Tundisi, 2008).

No ciclo hidrológico natural, ocorrem mudanças de estado físico que permitem a interação da água com diferentes ambientes, conferindo-lhe características químicas específicas ao longo das etapas do ciclo. Essas características são influenciadas pelas

substâncias químicas dissolvidas, que por sua vez estão diretamente relacionadas à geoquímica do solo e das rochas nas bacias hidrográficas que alimentam rios e lagos (Von Sperling, 2007; Drever, 1988). Os corpos d'água, como os rios, são sistemas dinâmicos que transportam uma variedade de substâncias e podem exibir diferentes concentrações de compostos ao longo de seu curso, desde as nascentes até a foz (Zhang *et al.*, 2010).

Neste contexto, o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para o tratamento de efluentes e resíduos industriais tem sido reconhecido de grande relevância pelos diferentes setores da sociedade. Além disso, com as crescentes restrições ambientais para a instalação de indústrias próximas a regiões de mananciais, tais tecnologias são importantes em regiões tais como a do norte do Tocantins, onde inúmeras cidades são banhadas por rios e lagos. Dentre os processos de descontaminação ambiental em desenvolvimento, os chamados Processos Oxidativos Avançados (POAs) têm atraído o interesse da comunidade científica devido à sua sustentabilidade, uma vez que os materiais empregados não se degradam facilmente e podem ser reutilizados.

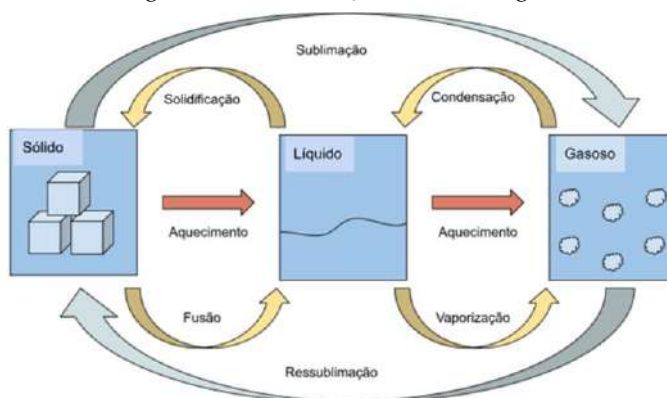
CICLO DA ÁGUA E OS PROCESSOS NATURAIS

Sabe-se que esse recurso consiste no meio ambiente de várias formas físicas, classificado como sólido, líquido e gasoso (Sardela, 1997). Apesar de ser considerada um recurso abundante no planeta, a água é encontrada em maior quantidade nos mares e oceanos, constituindo 97,5%, enquanto 2,5% são de água doce. Sendo assim, pesquisas afirmam que 99% dessa água doce está localizada em geleiras nas calotas polares e outra parte se encontra no subterrâneo, restando somente 1% para ser utilizada nas atividades humanas de forma acessível e consciente, sem impactos ambientais (Gomes *et al.*, 2008).

Quando submetemos a água a uma determinada mudança de temperatura, devido às interações atrativas e repulsivas das moléculas, ocorrem transformações físicas que recebem

denominação conforme a mudança da condição inicial em que ela se encontrava antes da adição de temperatura, para a condição final após obtenção dela, como representada na figura abaixo:

Figura 1: Transformações físicas da água



Fonte: Elaboração própria

O **ciclo hidrológico** é um fenômeno natural impulsionado pela fonte de energia solar, sendo constituído dos vários processos que ocorrem na natureza. Denominado também ciclo da água, onde se inicia pela trajetória em um caminho e retorna conseqüentemente à sua fase primitiva. Devido a esse retorno, receberá a denominação de circulação fechada entre a superfície terrestre e a atmosfera (Miranda; Oliveira; Silva, 2010). Os movimentos desse ciclo estão ligados diretamente à interação solar com o meio ambiente, fornecendo energia que resulta na troca de água em diferentes estados físicos na atmosfera, hidrosfera e nas águas que se encontram no subterrâneo. Diante disso, os processos naturais que ocorrem devido a estas transformações durante a circulação de água global são denominados condensação, evaporação, precipitação, infiltração e transpiração (Balbinot *et al.*, 2008).

Com base nos componentes do ciclo hidrológico, a **condensação** consiste no processo natural onde ocorre a passagem do estado gasoso para o líquido, com isso a expressão representacional para esse fenômeno é a formação de nuvens a

partir do vapor de água presente na atmosfera, em seguida temos a **precipitação** sendo o pilar para deposição deste líquido na terra podendo ser em forma de chuva, neve, neblina ou granizo. Assim, após o líquido atingir a superfície, ocorre o **escoamento superficial**, que é considerado uma das principais fases do ciclo, pois trata de como será o deslocamento deste recurso na terra (Carvalho; Silva, 2006).

Dando continuidade aos processos que complementam este percurso, temos a **infiltração**, onde o solo sem revestimento irá absorver a água depositada nele, contribuindo para a formação das águas subterrâneas e a formação dos lençóis freáticos, essenciais para o abastecimento de aquíferos. Diante disso, entra em ação o processo de **transpiração**, onde a água absorvida pelo solo servirá de alimento para as plantas por meio de suas raízes e, ao se alimentarem, emitem água em fase gasosa. Vale ressaltar que o líquido depositado pela precipitação, não se distribuiu 100% no subterrâneo, parte é acrescentada em oceanos, rios e lagos, que com a energia fornecida pela luz solar perdem água em forma de vapor, denominado **evaporação** e assim fechando o ciclo novamente (Silva; Santos; Oliveira, 2015).

Desse modo, a água no meio ambiente é essencial para o favorecimento da vida no planeta, seja vegetal ou animal. Todos os seres vivos necessitam deste recurso para o funcionamento adequado do seu organismo e essa circulação permite que o acesso aos recursos hídricos seja expandido, por isso ao afetarmos a biodiversidade do nosso planeta, contribuímos para desregularização deste ciclo dificultando o seu funcionamento e colocando em risco a vida na terra. A preservação e o cuidado são fundamentais para que isso não aconteça futuramente. Com base nisso, assuntos sobre educação ambiental e conscientização serão abordados neste mesmo capítulo em sua última seção.

OS CONTAMINANTES E O TRATAMENTO DA ÁGUA

A princípio, deve-se compreender que não é possível encontrar água em seu estado natural de pureza, pois durante o seu ciclo natural, diversos elementos e substâncias presentes na atmosfera e no solo são diluídos pela água (Medina; Valdés; Gómez, p. 4, 2010). Além dos elementos químicos fornecidos naturalmente como os minerais dissolvidos durante o fluxo aquático, existem também os elementos advindos das atividades humanas, transportados em pequenas quantidades durante a precipitação atmosférica como os ácidos sulfúricos (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3), ou em grandes quantidades como o esgoto lançado nos corpos hídricos e outros resíduos oriundos, por exemplo, de ações agrícolas ou industriais, que mesmo não sendo lançados diretamente, acabam entrando em contato com a água durante o escoamento superficial (Parron; Muniz; Pereira, p.12, 2011).

A água, conhecida quimicamente como solvente universal, é definida como uma substância incolor, inodora e insípida e a poluição deste recurso é denominada como qualquer alteração em suas características naturais, tornando a imprópria para consumo e uso. A poluição hídrica, em termos gerais, pode ser classificada como química, física e biológica. Em vista disso, temos as principais fontes de poluição, sendo denominadas atmosférica, pontual, difusa e mista (Pereira, 2004).

A contaminação da água é definida como a presença de agentes contaminantes em meio aquoso, como, por exemplo, a presença de bactérias patogênicas e metais pesados que podem trazer sérios danos à saúde e ao meio ambiente (Hoffman, 2021). Portanto, antes de abordar assuntos relacionados à contaminação hídrica, se fez necessária a compreensão da distinção entre contaminação e poluição. A poluição engloba uma série de fatores que influenciam na qualidade da água e a contaminação é denominada apenas um tipo específico de poluição, ou seja, nem toda água que se encontra poluída está de fato contaminada, entretanto, dependendo da origem dessa água e da concentração

dos agentes contaminantes presentes, pode ser que esteja sim em estado de contaminação (Hoffman, 2021).

Apesar da relação direta entre as condições de contaminação e poluição e as alterações estéticas da água, existem várias substâncias que são contaminantes sem emissão de odor ou coloração, como, por exemplo, os Microplásticos (MPs) que são substâncias microscópicas com alto potencial de contaminação da biota aquática, sua presença pode ocasionar sérios danos no desenvolvimento ou até mesmo a extinção de muitas espécies (Silva *et al.*, 2021). Dentre a diversidade de contaminantes presentes na água, os principais são classificados em categorias como inorgânicos, orgânicos, radiológicos e microbianos (Cristina, 2020).

São denominadas inorgânicos as substâncias químicas que não contêm em sua composição átomos de carbono. Os contaminantes mais comuns desta categoria encontrados na água são metais pesados, como o chumbo e o mercúrio, e os compostos como os nitratos e nitritos. Por outro lado, os orgânicos são definidos como as substâncias que possuem a presença de carbono em sua composição. Alguns exemplos desses contaminantes são os pesticidas, solventes orgânicos e compostos de produtos farmacêuticos e detergentes (Manahan, 2017).

Os contaminantes radiológicos são definidos como substâncias radioativas, como, por exemplo, o urânio e o rádio, que possuem origem de fontes naturais ou de ações humanas. O grau de toxicidade dessas substâncias varia de acordo com suas respectivas concentrações no meio aquático. Já a contaminação por microrganismos patogênicos, têm-se os coliformes fecais, como um dos principais causadores de contaminação hídrica que afetam diretamente a saúde pública, ocasionando sérios riscos e até mesmo a morte dos indivíduos (Jerbar; Pileggi, 2000).

Levando em consideração os inúmeros fatores mencionados acima, o tratamento da água é necessário para manter os parâmetros de qualidade e a segurança de potabilidade para o consumo humano. As ETAs são Estações de Tratamento da Água que empregam etapas importantes de remoção de poluentes

domésticos e industriais para uso posterior. Nela são empregados desde métodos mais simples como coagulação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH como técnicas mais específicas para remoção de compostos mais complexos. Contudo, este tratamento convencional muitas vezes não é eficaz na remoção de certos contaminantes, logo, utilizam-se certos meios específicos de remoção de contaminantes para garantir uma melhor qualidade da água (Cartaxo *et al.*, 2019).

POLUENTES E EMERGENTES

Pesquisas mostram que a maior causa de incidência de doenças e problemas de saúde em humanos, animais e plantas decorrem do consumo e emprego de água contaminada. Tal fato se deve na maioria à presença de poluentes emergentes, os quais estão presentes em quantidades muito pequenas, contudo prejudiciais ao homem e ao meio ambiente (Silva *et al.*, 2016). Os Poluentes Orgânicos Emergentes (POEs) são contaminantes químicos existentes em diversos produtos comerciais como produtos farmacêuticos, drogas de abuso, produtos de higiene pessoal (PCPs), esteroides e hormônios, surfactantes, compostos perfluorados (PFCs), aditivos e agentes industriais para combustíveis, produtos de uso veterinário, e agrotóxicos, que não são usualmente monitorados ou que ainda não possuem legislação regulatória correspondente, e são considerados potenciais ameaças aos ecossistemas ambientais e à saúde humana (La Farré, et al., 2008). Como risco potencial à saúde humana, pode-se citar a disfunção no sistema endócrino e reprodutivo de seres humanos e em animais, abortos espontâneos, distúrbios e incidência de neoplasias malignas, além da proliferação de vírus e bactérias mais resistentes.

O descarte de esgoto sem tratamento prévio é um grave problema ambiental, devido à poluição de rios e águas represadas, que prejudicam a qualidade das águas de abastecimento de cidades e na irrigação agrícola, e ainda que as estações de tratamento de esgoto disponham de diversas tecnologias, contudo elas são

insuficientes na remoção completa de poluentes emergentes, sendo preciso muitas vezes utilizar métodos específicos na tentativa de diminuir o nível de contaminantes presentes. Por isso, há uma necessidade real e urgente de atualização da legislação ambiental vigente, uma vez que os processos convencionais de tratamento de água e esgoto não conseguem remover totalmente substâncias prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, como, por exemplo, os contaminantes interferentes endócrinos que podem estar presentes nestas águas, mas não são contemplados pela legislação vigente (Silva *et al.*, 2016).

Dessa forma, é cada vez menor a disponibilidade de água com qualidade para consumo, devido à poluição e ao lançamento indiscriminado de dejetos e esgotos urbanos e industriais. Estudos de identificação e monitoramento de poluentes emergentes em águas naturais, Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), Estações de Tratamento de Água (ETA), solos e sedimentos no país são muito raros e insuficientes, pois demandam o emprego de métodos modernos de alta sensibilidade e resolução da ordem de μgL^{-1} a ngL^{-1} . Para a extração dos poluentes emergentes é usual o emprego de técnicas como a extração em fase sólida ou microextração em fase sólida. Já com relação à detecção, identificação e quantificação, a cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS) é de longe a mais usual e adequada (Silva *et al.*, 2016).

Dentre os vários compostos identificados em efluentes aquáticos, destacam-se os fármacos, pois resistem à decomposição, podendo causar sérios riscos à espécie humana, como também ao ecossistema, contribuindo para o aumento da resistência a antibióticos. Os fármacos podem passar para a rede de esgoto através da urina, fezes humanas e animais ou pelo lançamento de efluentes industriais no meio ambiente, além de substâncias contidas em produtos de limpeza e de higiene pessoal, porque até as mais modernas estações de tratamento de água e efluentes não apresentam processos de tratamento capazes de degradá-los ou eliminá-los completamente, principalmente porque estes poluentes

apresentam alta solubilidade em água e não são biodegradáveis, como os fármacos polares.

Outro importante micro poluente é o nonilfenol, o qual apresenta diversas fontes de geração como: detergentes industriais, detergentes domésticos, pesticidas, emulsificantes, lubrificantes, tintas, produtos para cabelo, maquiagem e creme de pele que podem ser descartados inadequadamente no meio ambiente, provocando contaminação (Silva *et al.*, 2016).

Com o avanço de equipamentos instrumentais mais modernos e eficientes de análises, é possível monitorar desde a geração até a ação destes poluentes emergentes na faixa de concentração muito baixa, permitindo, dessa forma, melhor entendimento sobre a contaminação do meio ambiente. Com isso, os poluentes orgânicos têm sido determinados nas mais variadas matrizes ambientais como águas, efluentes industriais e domésticos, solos, sedimentos, emissões gasosas, fluidos biológicos (sangue, urina, saliva, leite, tecidos etc.) alimentos, bebidas dentre outras amostras complexas, sendo que as matrizes aquosas são as mais analisadas, (Leite *et al.*, 2010).

EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental é denominada pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) conforme a Lei n.º 9.795 de 27 de abril de 1999 Art. 1, como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Segundo Ruscheinsky A. *et al.*, (2012), a constituição brasileira afirma que todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado. No entanto, como vimos na seção 4, essa realidade é distinta para algumas regiões, tornando uma desigualdade imensa entre a população que sofre com a falta de acessibilidade aos recursos hídricos. A utilização inconsciente pode gerar sérios danos

às condições climáticas e na distribuição de água nas regiões que sofrem com a escassez.

No início deste capítulo, foram abordados assuntos relacionados à distribuição de água no mundo, tendo em vista que apenas 1% desse recurso está disponível para ser utilizado nas atividades humanas. São inúmeros os desafios ambientais e sociais relacionados ao acesso à água potável. No Brasil, país no qual possui a maior quantidade de água doce no mundo, os níveis de escassez hídrica vêm aumentando a cada ano e isso é reflexo da exploração e do uso excessivo dos recursos hídricos nas atividades humanas para produção de bens materiais e serviços.

Sendo assim, a educação e conscientização ambiental desempenham um papel fundamental no desenvolvimento sustentável de uma sociedade que se solidariza e pensa na qualidade de vida do próximo e das gerações futuras, tendo em vista as práticas e pensamentos que impulsionam a preservação do meio ambiente (Ruscheinsky A. *et al.*, (2012), apud Gadotti, (2000)).

No âmbito da educação ambiental a Química Ambiental QA desempenha um papel crucial no entendimento das reações e substâncias presentes no meio, possibilitando o entendimento entre os desafios ambientais enfrentados, como, por exemplo, as mudanças climáticas, qualidade do ar, conservação de recursos naturais e gestão de resíduos. Por outro lado, a QV possui suas atribuições no desenvolvimento de substâncias e processos químicos que seja mais sustentável priorizando a preservação do meio ambiente e a saúde humana, por meio de tecnologias e processos químicos limpos reduzindo a quantidade de poluentes lançados aos corpos hídricos contribuindo para manutenção do controle de qualidade da água (Anastas e Warner, 1998).

Na perspectiva da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), a QV tem se apresentado como uma possibilidade de evolução para química em uma visão de sustentabilidade, onde vários pesquisadores têm buscado frequentemente o oferecimento de fundamentos para a educação CTS em meio à crise ambiental (Marques; Marcelino, 2023). Com base em seus 12 princípios, são

inúmeras as suas contribuições na atualidade, tanto para o meio educacional quanto para o ambiental, na redução do impacto ambiental e melhoria da eficiência dos processos químicos (Farias; Fávoro, 2011).

Sendo assim, ambas desempenham um papel importantíssimo no combate à escassez de água, propondo práticas inovadoras no âmbito da sustentabilidade que possibilitem a redução dos impactos ambientais e a preservação da biodiversidade aquática e dos recursos hídricos. Portanto, a integração entre QA e QV na educação ambiental é essencial para preparar e instruir as gerações presentes e futuras no combate à falta de água, com a construção de pensamentos que partam do conhecimento até chegar à responsabilidade e ação. Na educação ambiental essas disciplinas não promovem apenas o entendimento das reações e práticas químicas no meio ambiente, mas também impulsionam desenvolvimento da inovação e da sustentabilidade, fundamentais para preservação dos recursos hídricos promovendo o acesso a uma água limpa e de qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, abordamos assuntos relevantes sobre a importância da água para a existência de vida em nosso planeta. Apesar de ser considerado um recurso abundante, é necessária a compreensão de que é um recurso esgotável e finito. O uso sustentável da água é de total responsabilidade nossa como seres conscientes, utilizando-a com sabedoria, minimizando os desperdícios, garantindo a qualidade e a preservação para que as gerações futuras possam ter acesso a uma água limpa e de qualidade.

A educação ambiental é o pilar entre sociedade e meio ambiente no desenvolvimento construtivo de percepções e práticas sustentáveis, a Química Ambiental se insere nesse conceito no entendimento das substâncias e reações presentes, já a Química Verde é uma prática de preservação a se seguir na minimização dos resíduos gerados ao meio ambiente, portanto, na adoção de

práticas conscientes no âmbito da sustentabilidade hídrica são essenciais. A escassez hídrica está cada vez mais se acentuando em nosso planeta. Precisamos ter em mente o nosso compromisso como cidadãos habitantes desta terra para que juntos possamos garantir um futuro sustentável e próspero para todos os seres que nele habitam.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T., WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press. 1998.

BAGATIN, R.; KLEME, S. J.; REVERBERI, A. P.; HUISINGH, D. **Conservation and improvements in waterresource management: a global challenge**. *Journal of Cleaner Production*, v. 77, p. 1-9, 2014.

BAGATIN, R.; KLEME, S. J.; REVERBERI, A. P.; HUISINGH, D. **Conservation and improvements in waterresource management: a global challenge**. *Journal of Cleaner Production*, v. 77, p. 1-9, 2014.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2002.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. *AMBIÊNCIA*, v. 4, n. 1, p. 131–149, 2008.

BRASIL. **Base Legislação da Presidência da República** - Lei no 9.795 de 27 de abril de 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: 12 out. 2023

CANELA, M. C.; FOSTIER, A. H.; GRASSI, M. T. A Química Ambiental no Brasil nos 40 anos da SBQ. *Química Nova*, 3 jul. 2017.

CARTAXO, A. S. B.; SILVA, M. C. C. P.; CANTO, C. S. A.; MEDEIROS, P. C.; LEITE, V. D. **Tecnologias de tratamento para remoção de contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano**. CONAPESC, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/T>

RABALHO_EV126_MD1_SA6_ID766_01082019192627.pdf. Acesso em: 09 set. 2023:

COSTA, F.B.; FERREIRA, V.O. Análise De Parâmetros Que Compõem O Índice De Qualidade Das Águas. Na Porção Mineira Da Bacia Do Rio Paranaíba. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.7, n.18, p. 22-47, 2015.

CRISTINA. **Os principais contaminantes da água e seus tratamentos**. **AmbScience**, 23 jan. 2020. Disponível em: <https://ambscience.com/contaminantes-da-agua/>. Acesso em: 13 out. 2023

DREVER, J. I. **The Geochemistry of natural waters**. [S.l.]: Prentice Hall, 1988.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova**, v. 34, p. 1089–1093, 2011.

FOLEY, J. A. et L. Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p.570-574, 2005.

GOMES, A. DA S. et al. **A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado**. Portal Embrapa. 1ª ed, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746734/a-agua-distribuicao-regulamentacao-e-uso-na-agricultura-com-enfase-ao-arroz-irrigado>. Acesso em: 21 out. 2023.

HOFFMANN, E. **Água contaminada: sinais de infecção e como se proteger**. Blog Imunizadora Hoffmann, 2021. Disponível em: <https://ihoffmann.com.br/blog/agua-contaminada-sinais-de-infeccao-e-como-se-proteger/>. Acesso em: 1 out. 2023.

JERBAR, V. de. F; PILEGGI, M. **Água: transporte passivo de microorganismos?** UEPG, p. 21-27, dezembro 2000. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/biologica/article/download/255/259/817>. Acesso em: 10 set. 2023.

LA FARRE', M.; PE'REZ, S.; KANTIANI, L.; BARCELO, D. **Fate and toxicity of emerging pollutants, their metabolites and**

transformation products in the aquatic environment. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 27, No. 11, 2008.

LEITE G. S.; AFONSO R.J.C.F.; AQUINO S.F. Caracterização de contaminantes presentes em sistemas de tratamento de esgotos, por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas tandem em alta resolução. **Química Nova**, Vol. 33, No. 3, 734-738, 2010

LU, Y. et al. Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*, v. 77, p. 5-15, 2015.

Manahan, Stanley E. **Química Ambiental**. 9a ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MANAHAN, STANLEY E. **Química Ambiental**. 10. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017

MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V. CTS e Sustentabilidade Ambiental: contribuições a partir da Química Verde. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 5, p. 1–25, 6 nov. 2023.

MIRANDA, R. A. C. DE; OLIVEIRA, M. V. S. DE; SILVA, D. F. DA. **Ciclo hidrológico planetário: abordagens e conceitos**. *Geo Uerj*, p. 109–120, 1 jun. 2010. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA372693077&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=14157543&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Eccf86735&aty=open-web-entry>. Acesso em: 21 out. 2023.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. De F. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, v. 25, p. 7–11, maio 2002.

OLIVEIRA, L. A. de; HENKES, J. A. **Poluição hídrica: poluição industrial no Rio dos Sinos-RS**. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 186–221, 2013. DOI: 10.19177/rgsa.v2e12013186-221. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1448. Acesso em: 30 set. 2023.

PARRON, L.M.; MUNIZ, D.H.F.; PEREIRA, C.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**.

Colombo: Embrapa Florestas. 2011. 69 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/921050/manual-de-procedimentos-de-amostragem-e-analise-fisico-quimica-de-agua>. Acesso em: 21 out. 2023.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*. IPH-UFRGS. v.1, n.1. p.20-36. 2004 Disponível em: <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>. Acesso em: 1 out. 2023.

RUSCHEINSKY, A. et al. **Educação ambiental: abordagens múltiplas**. 2 ed. Porto Alegre: Penso. 2012.

SILVA, D. do C. da; VIEIRA, HAG.; ROLIM, VS.; SILVA, WF da; SOUSA, MG de.; PAULINO, MG; MARIANO, W. dos S. **Contaminantes ambientais: efeitos dos microplásticos nos organismos aquáticos e terrestres**. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 7, pág. e54310716761, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16761. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16761>. Acesso em: 22 out. 2023.

SILVA, J. R. S.; SANTOS, A. M. B. A.; OLIVEIRA, M. C. L. Processos hidrológicos e sua importância na gestão dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2015.

SILVA, R. F.; SILVA, G. L.; SILVA, P.T.S.; SILVA, V.L. Identificação e Quantificação de Contaminantes Emergentes em Estações de Tratamento de Esgoto. **Revista Virtual Química**. v.1, n. 3 2016, 702-715.

SOUZA et al. **Você sabe o que é Química Ambiental e Química Verde?** IFPR, câmpus Umuarama, 2019. Disponível em: <https://.edu.br/umuarama/wp-content/uploads/sites/26/2019/07/Artigo-Quimica-Ambiental-e-Verde.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

SUN, Y.; CHEN, Z.; WU, G.; WU, Q.; ZHANG, F.; NIU, Z.; HU, H. Characteristics of water quality of municipal wastewater treatment plants in China: implications for resources utilization and management. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 1-9, 2016.

VALDIVIA-MEDINA, R. Y.; PEDRO-VALDÉS, S.; LAUREL-GÓMEZ, M. **Água Para Uso En Laboratorios**. Boletín Científico Técnico INIMET, n. 1, p. 3–10, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223017807002>. Acesso em: 19 out. 2023.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VOROSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, v. 467, n. 7315, p.555-561, 2010.

ZHANG, Z.; TAO, F.; DU, J.; SHI, P.; YU, D.; MENG, Y. et al. Surface water quality and ts control in a river with intensive human impacts—a case study of the Xiangjiang River, China. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 2483–2490, 2010.

Unidade IV

Histórias e memórias de egressos do PET- Ciências Naturais

...Amanhã será um lindo dia / De sol, de amor e alegria...

Amanhã - Guilherme Arantes

Capítulo 13 ...

TRAJETÓRIA DE SUCESSO: O IMPACTO TRANSFORMADOR DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET) CIÊNCIAS NATURAIS NA VIDA E CARREIRA DE UM EGRESSO

Wandria Pereira Da Silva*; João Vítor Alves Pereira*; Erik Almeida
Carvalho*; Luis Vinicius de Alencar Cunha*; Luis Felipe Lima
Guimarães**; Wagner dos Santos Mariano**** []

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

** Petiano (a) Egresso (a) do PET Ciências Naturais

**** Professor (a) Colaborador (a).

[] Tutor do PET Ciências Naturais

E-mail de contato: wandria.silva@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

No campo das Ciências Naturais, o uso de metodologias qualitativas têm se tornado cada vez mais comum para a realização de pesquisas. Segundo Goldenberg (2004), isso se deve ao interesse dos pesquisadores em estudar e escrever sobre fenômenos que não se encaixam na formação de leis ou teorias baseadas em generalizações ou regularidades, geralmente abordadas por metodologias quantitativas. Em outras palavras, as pesquisas qualitativas são fundamentais para investigar aspectos sociais, humanos e outros que exigem uma análise mais profunda e abrangente de todo o contexto variável ao redor do objeto de estudo.

Nesse contexto, inserem-se a biografia e a história de vida, dois gêneros textuais documentais fundamentados em pesquisas

qualitativas sobre a vida de um indivíduo. Embora frequentemente confundidos, cada um desses gêneros possui características distintas que não apenas os diferenciam, mas também revelam que vão além de simplesmente narrar acontecimentos da vida de alguém, como em uma conversa coloquial. Além disso, esses textos podem ser definidos por sua estrutura, processo de escrita e método de reconhecimento de dados.

Conforme descrito por Silva (2007), a biografia geralmente utiliza diversas fontes, como fotos, cartas e depoimentos, e não exige uma proximidade entre o sujeito retratado e o pesquisador. O autor escreve com base em sua própria compreensão da história do indivíduo. Em contraste, na história de vida, há uma maior proximidade entre o sujeito e o pesquisador. Este procura redigir o texto a partir da perspectiva do próprio sujeito, sem a busca por uma "objetividade" rigorosa ou uma total veracidade dos fatos descritos.

Portanto, este trabalho pretende adotar os conceitos apresentados para redigir a biografia e a história de vida de uma acadêmica egressa do Programa de Educação Tutorial Ciências Naturais (PETCNat) da Universidade Federal do Norte do Tocantins. O objetivo é detalhar e imortalizar sua trajetória e memórias de vida, tanto dentro quanto fora do programa, bem como em sua carreira.

DESCRIÇÃO DO BIOGRAFADO

Camila Pereira dos Santos, natural de Araguaína - TO, é uma profissional de 30 anos, do gênero feminino, formada em Licenciatura em Biologia. Sua trajetória acadêmica e profissional é marcada pela dedicação, paixão pela educação e uma busca constante por crescimento e aprendizado.

HISTÓRIA DE VIDA E TRILHAS PESSOAIS

Cada pessoa carrega consigo uma história única, repleta de momentos vividos, desafios superados e sonhos realizados. Neste capítulo, convido você a mergulhar nos bastidores da vida de Camila Pereira dos Santos, uma jornada marcada por superações e conquistas. Camila nasceu na encantadora cidade de Araguaína, no estado do Tocantins, onde desde cedo manifestou um interesse apaixonado pela ciência. Esse interesse era alimentado pela curiosidade inata que a acompanhava em suas explorações pelo mundo ao seu redor.

Crescendo em meio à natureza exuberante do Tocantins, Camila desenvolveu um profundo respeito pelo meio ambiente e uma sede insaciável por conhecimento. Desde jovem, imersa nesse cenário natural rico e diversificado, ela mergulhou em livros e experimentos, ávida por compreender os mistérios da vida e da natureza ao seu redor. Sua determinação em desvendar os segredos do mundo natural a impulsionou a buscar oportunidades de aprendizado e crescimento, preparando o terreno fértil para os desafios e conquistas que estavam por vir em sua jornada acadêmica e profissional.

Foi durante os primeiros passos de sua jornada que Camila teve o privilégio de se deparar com o Programa de Educação Tutorial (PETCNat). Impulsionada por sua paixão pela ciência e pelo desejo de expandir os horizontes para além das paredes da sala de aula, o PET representou para Camila uma oportunidade única de crescimento e aprimoramento de suas habilidades. O convite para participar voluntariamente de uma das ações promovidas pelo programa marcou o início de uma trajetória repleta de desafios e aprendizados. Ao ingressar no PET em maio de 2012, Camila abraçou a chance de envolver-se em projetos inovadores, explorar novos territórios e aprimorar sua escrita científica, elementos cruciais que moldaram seu desenvolvimento acadêmico e profissional nos anos seguintes. Assim, com determinação e entusiasmo, ela embarcou em uma jornada de descobertas e

superações, guiada pela convicção de que o Programa de Educação Tutorial seria não apenas uma bolsa de estudos, mas sim um catalisador de transformações em sua vida e carreira.

Ao longo dos quatro anos dedicados ao Programa de Educação Tutorial, Camila enfrentou desafios significativos que a levaram a um crescimento acadêmico e pessoal sem precedentes. Cada obstáculo superado e cada conquista alcançada contribuíram para moldar a profissional determinada e apaixonada pela educação que ela se tornou. Durante esse período, Camila mergulhou de cabeça no aprimoramento de suas habilidades de escrita científica, sendo orientada e apoiada pelo tutor do programa. Essa jornada de desenvolvimento resultou não apenas em publicações em renomadas revistas acadêmicas, mas também em uma base sólida de conhecimento que a preparou para os desafios futuros, incluindo a aprovação em seleções para atuar como preceptora em outros programas e ingressar no mestrado.

As experiências vividas no PETCNat não apenas enriqueceram seu currículo, mas também a transformaram em uma profissional confiante, proativa e comprometida com a excelência em sua área de atuação. As lições aprendidas e as habilidades adquiridas ao longo desse percurso foram fundamentais para seu sucesso e para a construção de uma carreira sólida e promissora.

Ao longo de sua jornada no Programa de Educação Tutorial, Camila teve a oportunidade de estabelecer relações significativas com outros participantes, tutores e professores que deixaram uma marca permanente em sua trajetória. Uma dessas conexões especiais foi com sua colega Bia, cuja amizade se tornou um pilar de apoio e inspiração ao longo dos anos. A convivência com colegas engajados e experientes no PET proporcionou um ambiente de aprendizado colaborativo e enriquecedor. As trocas de conhecimento, as discussões acadêmicas e os momentos de descontração compartilhados com seus pares contribuíram não apenas para seu desenvolvimento acadêmico, mas também para seu crescimento pessoal.

Além disso, a orientação e o apoio do tutor do programa, foram fundamentais para o seu amadurecimento profissional. Os conselhos, as dicas e os desafios propostos por esses mentores contribuíram para que ela superasse suas limitações, desenvolvesse suas habilidades e se tornasse a profissional confiante e competente que é hoje. Assim, as relações construídas durante sua participação no PET não apenas influenciaram positivamente em sua trajetória, mas também deixaram um legado de amizade, aprendizado e crescimento que perdurará ao longo de sua carreira e vida pessoal.

À medida que Camila reflete sobre sua jornada no Programa de Educação Tutorial, ela reconhece o impacto profundo que essa experiência teve em sua vida pessoal e profissional. O PET não apenas abriu portas para novas oportunidades e conquistas, mas também desempenhou um papel fundamental na formação da pessoa e profissional que ela se tornou. A participação no programa permitiu a ela ingressar na carreira científica e aprimorar suas habilidades de escrita, preparando-a para desafios futuros e oportunidades de crescimento. A orientação e o apoio recebidos do tutor e colegas do PET foram essenciais para seu desenvolvimento e sucesso, moldando não apenas sua trajetória acadêmica, mas também sua visão de mundo e sua abordagem profissional.

O legado deixado pelo PET em sua vida é marcado por gratidão e reconhecimento. Camila atribui ao programa não apenas suas conquistas acadêmicas e profissionais, mas também a transformação pessoal que a tornou uma profissional dedicada, confiante e apaixonada por sua área de atuação. Sem o PET e as pessoas que cruzaram seu caminho durante essa jornada, Camila não seria a pessoa e profissional que é hoje. Por isso, ela carrega consigo um carinho especial e uma profunda gratidão por essa fase de sua vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato da jornada de Camila no PET destaca o impacto profundo que o programa teve em sua vida, tanto pessoal quanto

profissionalmente. Essa experiência não apenas abriu portas para novas oportunidades e conquistas acadêmicas, mas também contribuiu significativamente para o seu desenvolvimento como pessoa e profissional. A egressa em questão expressa profunda gratidão pelo PET e pelas pessoas que fizeram parte dessa jornada. Ela reconhece que sem o programa e o apoio de seu tutor e colegas, não teria alcançado o mesmo nível de sucesso pessoal e profissional. Essa gratidão reflete o carinho especial que ela carrega por essa fase de sua vida. As lições aprendidas, as habilidades adquiridas e as relações construídas durante sua participação no programa continuarão a influenciar positivamente sua vida e carreira no futuro. A história de Camila no PET serve como inspiração para futuras gerações de estudantes e profissionais. Sua determinação, dedicação e gratidão destacam a importância de aproveitar ao máximo as oportunidades de aprendizado e crescimento que surgem ao longo da vida.

REFERÊNCIAS

- GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8. Ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- SILVA, Aline Pacheco et al. “ Conte-me sua história”: reflexões sobre o método de História de Vida. **Mosaico: estudos em psicologia**, v. 1, n. 1, 2007.

Capítulo 14 ...

DE LICENCIANDO A LÍDER EDUCACIONAL: A TRAJETÓRIA INSPIRADORA DE RAPHAEL NO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL PET CIÊNCIAS NATURAIS

Thauane Maria Pereira da Silva*; Eduardo de Alcantara Alencar*; Karen
Leticia Gomes da Silva*; Lucas Emanuel Oliveira Sabino**; Ágatha
Cristhie Conceição Leitão**; Karolina Martins Almeida e Silva****

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

** Petiano (a) Egresso (a) do PET Ciências Naturais

**** Professor (a) Colaborador (a).

[] Tutor do PET Ciências Naturais

E-mail de contato: thauane.silva@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

As histórias de vida são narrativas que os indivíduos constroem para comunicar suas experiências, valores e identidade aos outros (López-Montero *et al.*, 2022; Shaw, 2023; Sjölander, Hollström e Rönntoft, 2023). Essas narrativas não apenas transmitem conhecimentos práticos e culturais, mas também constroem uma ponte emocional entre o narrador e o ouvinte. Através das histórias, valores, tradições e lições de vida são passados adiante, proporcionando um entendimento mais profundo e uma conexão mais rica com o conteúdo. Em síntese, desempenham um papel crucial na forma como uma pessoa molda sua imagem e influencia a percepção dos outros. Ao combinar elementos de verdade e ficção, essas histórias criam uma interpretação subjetiva e única dos eventos da vida (Ricketts, 2023).

A complexidade da matéria viva torna o ensino e a aprendizagem sobre ela especialmente beneficiados por narrativas

eficazes. Contar histórias é possivelmente a forma mais antiga e informal de ensino, permitindo que gerações compartilhem experiências pessoais e conjuntos de competências sobre como interagir com o mundo ao redor (Marintcheva, 2022).

Sob essa perspectiva, esta narrativa propõe-se a explorar as trilhas e trajetórias de Raphael, ex-integrante do Programa de Educação Tutorial Ciências Naturais (PETCNat), com o intuito de inspirar e motivar outros. Neste relato, mergulharemos na jornada de Raphael, desvendando os desafios e conquistas que marcaram sua caminhada acadêmica e profissional. Desde os primeiros passos no mundo da ciência até o impacto significativo de sua participação no PETCNat, sua história é um testemunho de perseverança, paixão pelo conhecimento e compromisso com a educação.

DESCRIÇÃO DO BIOGRAFADO

Raphael Mendes Rosa, ex-integrante do Programa de Educação Tutorial Ciências Naturais (PETCNat), professor de química, mestre em ensino de ciências e matemática, é um profissional de 30 anos, do gênero masculino, natural de Araguaína-TO. Foi bolsista do grupo PETCNat durante cinco anos, de 2013 a 2017, nos quais atuou nas atividades e ações do grupo, participando de eventos, congressos, exposições e feiras, além de produções acadêmicas, como resumos publicados em anais de eventos, capítulos de livros, artigos científicos em periódicos e apresentação de trabalhos.

HISTÓRIA DE VIDA E TRILHAS PESSOAIS

Cada pessoa possui um conjunto único de experiências de vida que moldam suas visões de mundo, crenças e comportamentos. Essas experiências constroem as nossas singularidades, que norteiam como nos comportamos em outros espaços de convivência. Durante a leitura desse capítulo, observaremos de perto a formação de Raphael como professor de química,

ênfatizando a sua trajetória acadêmica e os principais desafios enfrentados pelo professor durante a sua graduação.

Nascido no ano de 1994, Raphael, professor de química ingressou na Universidade Federal do Tocantins durante o ano de 2012, aos seus 18 anos de idade. O clássico conflito entre licenciatura e bacharel que costuma afetar diversos alunos ingressantes nos cursos de licenciatura em química não era algo que afetava Raphael, pois ele alegava que um de seus objetivos principais na graduação era o de se formar para a prática docente.

Durante o seu primeiro semestre, o professor conseguiu se dedicar às disciplinas, atingindo um ótimo desempenho. Apesar disso, era nítido que algo muito mais importante ainda estava faltando para que seu desempenho e seu objetivo principal na universidade se concretizassem com mais afinco. Primeiramente, era necessário ter ambição. Poucos são capazes de suportar a monotonia de uma vida onde somente a prática docente seria realizada. Ele já possuía um objetivo claro, mas era preciso pensar além daquilo que ele mesmo almejava: “Será que tudo acabará quando eu finalmente conseguir me formar e arranjar um emprego?”. Em segundo lugar, Raphael precisava de perspectivas, a universidade realmente possuía muitas atividades a serem ofertadas, mas como chegar até elas ainda não era de conhecimento do professor. Além disso, era preciso saber o que mais ele poderia fazer após concluir a sua graduação, algo que ainda era impossível de ser enxergado, dado a imaturidade do professor no início de seus 18 anos.

Foi visualizando e ouvindo sobre as atividades de extensão do Programa de Educação Tutorial (PETCNat) de outro grupo que Raphael despertou a curiosidade acadêmica e o interesse em participar do programa. Ao presenciar pela primeira vez os projetos desenvolvidos na universidade e em diversos outros espaços, ele finalmente enxergara uma maneira de incrementar a sua formação acadêmica: era certo de que o licenciando queria fazer parte desse programa e desenvolver tais atividades. Essa decisão era tão clara para o professor que, a partir do seu segundo período, ele já tinha participado do processo seletivo para ingressar

no programa e conseguiu uma das vagas como voluntário, conseguindo a bolsa após 1 mês de participação.

A partir disso, por meio de um processo gradual, as perspectivas de Raphael foram crescendo cada vez mais. Com a sua entrada no programa, o professor foi capaz de desenvolver diversas habilidades técnicas importantes que antes do seu ingresso eram apenas um pequeno vislumbre, tais como: conseguir escrever artigos, formular pesquisas científicas e melhorar cada vez mais a sua oratória para apresentações e práticas de atividades de extensão. Além disso, o programa não impactou somente o seu âmbito formativo, mas também o social, já que ele construiu diversas amizades graças às atividades, estudos e pesquisas feitas em conjunto durante todo o programa.

Partindo dessa premissa, Dieb (2023) afirma que o PET se mostra como um amplo contexto de reflexão sobre a aprendizagem da escrita, uma vez que os estudantes gozam não apenas de oportunidades para praticá-la coletivamente, como também da orientação de um parceiro mais experiente: no caso, o tutor do programa, que lhes guiará na produção da escrita e na publicação da mesma. É notório o impacto que o programa causou na vida de Raphael, pois como ele aprendeu a escrever, montar e publicar pesquisas, ele finalmente conseguia enxergar novas perspectivas e se sentia capaz de realizar atividades além da graduação. Em reflexo disso, Raphael não só aprimorou suas habilidades de escrita acadêmica, mas também ganhou confiança para adentrar aos novos desafios.

Esse desenvolvimento culminou na entrada em um prestigiado programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática (PPGECim), entre os anos 2019 e 2021, e teve como orientador o professor Marcelo Paulino, cuja pesquisa se deu com microplásticos atrelados ao ensino de química. No mesmo período, também publicou resumos, artigos científicos e atuou como professor supervisor do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), onde orientava alunos da graduação em licenciatura em química para o cumprimento de projetos, ações

e trabalhos dentro da escola. Suas orientações contribuíram para o sucesso destes programas institucionais que visam estabelecer a relação entre universidade-escola.

Raphael compartilha sua reflexão acerca do PET e descreve com gratidão: “O programa foi de suma importância para a minha carreira pessoal e profissional. Acredito que hoje sou o profissional de excelência devido a uma parte da minha participação”. Sua história é um testemunho encantador que serve de motivação para outros PETianos. Certamente, o PETCNat é muito mais que um programa institucional, é um ambiente onde o desenvolvimento acadêmico e profissional se entrelaça, proporcionando aos alunos uma formação integral de qualidade e sucesso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma a trajetória de Raphael, desde seu ingresso na Universidade Federal do Tocantins até sua atuação profissional atual, exemplifica uma jornada acadêmica moldada por dedicação e motivação, evidenciando as grandes oportunidades trazidas pela extensão universitária e sua participação no Programa de Educação Tutorial Ciências Naturais, que foi primordial permitindo o desenvolvimento de habilidades e competências como a escrita e publicação de artigos científicos, bem como, o fortalecimento de suas capacidades comunicativas.

A influência positiva do PETCNat é perceptível nas conquistas de Raphael, como seu ingresso em um programa de pós-graduação e a atuação como professor de química concursado. Essas experiências não apenas aprimoraram seus conhecimentos acadêmicos, mas também o capacitaram para lidar com novos desafios. Além disso, Raphael reconhece o PET como um pilar fundamental para seu sucesso e conclui destacando a importância dos programas de extensão na formação integral dos estudantes.

Tendo em vista os pontos descritos acima, o programa contribui ativamente, de forma criteriosa e de qualidade para a formação extracurricular dos discentes, pois além da formação

curricular acadêmica, expressam-se outros lados da formação educacional, visando formar um cidadão comprometido com a sociedade e crítico. A jornada de Raphael é um tributo à perseverança, ao desejo de aprender e evoluir. Suas inúmeras experiências adquiridas ao longo de sua vida acadêmica demonstram a influência dos programas institucionais no contexto educacional, extensionista e social.

REFERÊNCIAS

DIEB, M. O Programa de Educação Tutorial (PET) e a relação de estudantes com o saber referente à escrita acadêmica. **Educar em Revista**, Curitiba-PR, v.39, p. e83560, 2023.

LÓPEZ-MONTERO, R.; GARCÍA-NAVARRO, C.; DELGADO-BAENA, A.; VELA-JIMÉNEZ, R.; SIANES, A. Life stories: Unraveling the academic configuration of a multifaceted and multidisciplinary field of knowledge. **Frontiers in Psychology**, v. 13, 2022.

MARINTCHEVA, B. Life Stories: Tools for Knowledge Integration. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 23, n. 2, p. e00272-21, 2022.

RICKETTS, D. An Autoethnographic Perspective of Life Story Work. **The British Journal of Social Work**, v. 53, n. 3, p. 1325–1340, 2023.

SHAW, S. Authenticity as Life-Story. *In*: SHAW, S. (org.). **The Philosophy of Authentic Leadership**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 137–150.

SJÖLINDER, M.; HOLLSTRÖM, E.; RÖNNTOFT, H. Life Stories – Developing an Interactive Solution for Reminiscence and Communication. *In*: AHFE (2023) INTERNATIONAL CONFERENCE, 88., 2023. **Human Factors in Aging and Special Needs [...]**. [S. l.]: AHFE Open Acces, 2023. v. 88.

Capítulo 15 ...

HISTÓRIA E PERCURSO ACADÊMICO DE UMA EGRESSA DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET) CIÊNCIAS NATURAIS QUE SE TORNOU DOUTORA E PROFESSORA DO ENSINO SUPERIOR

Ana Vitória da Silva Meneses*; Talita Duarte Guimarães*; Adrielle
Maciel Cavalcante Mesquita*; Bianca Gomes Santos**; Victor Almeida
Rivero*; Wagner dos Santos Mariano**** [].

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

** Petiano (a) Egresso (a) do PET Ciências Naturais

**** Professor (a) Colaborador (a).

[] Tutor do PET Ciências Naturais

E-mail de contato: ana.meneses@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial (PET) tem como objetivo apoiar diversas atividades acadêmicas através da integração do ensino, pesquisa e extensão, visando a uma formação abrangente dos estudantes de graduação, fundamentada na interdisciplinaridade e no trabalho tanto individual quanto coletivo em grupo. Ele promove a integração entre diferentes níveis de formação, permitindo a participação de alunos de qualquer semestre durante os cursos de graduação. Todas essas atividades estão fortemente relacionadas à produção escrita de textos acadêmicos, considerada essencial para uma boa formação. Dessa forma, o PET oferece um ambiente propício para a reflexão sobre o aprendizado da escrita acadêmica, proporcionando aos estudantes não apenas a oportunidade de praticá-la em grupo, mas também o

acompanhamento de um tutor experiente, que os orienta na produção e publicação dos textos (IEB, 2023).

Por meio de nossas experiências de vida, construímos memórias que podem ser desenvolvidas coletivamente, à medida que compartilhamos nossas vivências, culturas e histórias de vida. Dessa forma, esse compartilhamento permite que as histórias de vida se tornem um patrimônio cultural, não apenas de indivíduos isolados, mas também de todos os membros do grupo que participam dessa troca (Bezerra; Sampaio, 2019)

Bezerra e Sampaio (2019) ainda destacam que, a história de vida nos permite compreender a vida de maneira mais profunda, ao refletir sobre os momentos vividos em diferentes contextos sociais, onde as dificuldades e os desafios enfrentados ao longo do tempo não apenas possibilitam o crescimento pessoal e a construção da nossa própria história, mas também influenciam positivamente as práticas sociais do indivíduo. Nesse viés, a história de vida, é o relato de um narrador a respeito da sua existência ao longo do tempo, mediado por um pesquisador, ou seja, é um trabalho desenvolvido coletivamente, entre um narrador-sujeito e um intérprete (Pereira, 2009).

Diante dessa discussão, este capítulo pretende apresentar a biografia de Beatriz Cardoso Roriz, uma egressa do Programa de Educação Tutorial (PET) Ciências Naturais da Universidade Federal do Norte do Tocantins, que apresenta experiências exitosas curriculares e profissional. Por meio da narrativa de sua história de vida e memória busca-se destacar a importância do PETCNat em sua formação e desenvolvimento, além de demonstrar o impacto positivo que o programa teve em sua vida.

DESCRIÇÃO DO BIOGRAFADO

Beatriz Cardoso Roriz, mulher de 31 anos, natural de Araguaína-TO é graduada em Biologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Possui Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade pela Rede Pró Centro-Oeste - Universidade Federal

de Mato Grosso do Sul (UFMS). Atualmente é docente da Universidade Estadual do Tocantins - Unitins, membro do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Unitins e membro do Comitê Técnico-Científico Institucional (CTCI) - Unitins.

HISTÓRIA DE VIDA E TRILHAS PESSOAIS

Beatriz Cardoso Roriz, é um exemplo de determinação e sucesso acadêmico. Atualmente, residindo em sua cidade natal, Beatriz construiu uma trajetória notável na área de biologia, com uma licenciatura e um doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade. Aos 31 anos, ela reflete sobre sua jornada desde os primeiros passos na Universidade Federal do Tocantins (UFT), que atualmente conhecida como Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), até alcançar o posto de professora universitária.

Beatriz descreve sua trajetória, no momento que ingressou no programa de Educação Tutorial, e quais foram seus desafios nesse período:

[...] “Eu estava cursando licenciatura em biologia na Universidade Federal do Tocantins (atual UFNT), e naquela época já existiam vários programas de bolsas para os alunos, como monitoria, iniciação à docência (PIBID), iniciação científica (PIBIC) entre outros. Nessa época, eu já era voluntária num projeto com a temática de plantas medicinais com outra orientadora, dessa forma, já estava adentrando ao mundo da tríade da pesquisa/ensino/extensão. Me inscrevi para a seleção do PET no objetivo de aprimorar o currículo, sobretudo na parte da pesquisa, e também pela bolsa, uma vez que já realizava projetos, mas ainda não recebia por isso. Antes de me inscrever, tive a curiosidade de pesquisar sobre o programa e suas atribuições, uma vez que **aquela seria a primeira turma e o primeiro edital aberto** para tal. Durante essa busca, verifiquei que o **PET era bastante completo**, pois aliava pesquisa, ensino e extensão, o que gerou grande interesse por parte dos alunos e uma certa apreensão pela ampla concorrência. O processo seletivo contou com prova, currículo e entrevista, e, finalmente consegui ingressar no programa na sua primeira turma” (*grifo nosso*).

A biografada comenta que no início de sua graduação estava envolvida em vários programas de bolsas, como monitoria, PIBID e PIBIC, que a introduziram ao universo da pesquisa, ensino e extensão (Tríade Universitária). Como voluntária em um projeto de plantas medicinais, ela já demonstrava seu interesse pela ciência. O desejo de aprimorar seu currículo e obter uma bolsa levou-a a se inscrever no Programa de Educação Tutorial (PET). Mesmo com a forte concorrência e um rigoroso processo seletivo, Beatriz foi selecionada para a primeira turma do PET, uma conquista que marcaria profundamente sua trajetória acadêmica e pessoal. O relato sinaliza para o que Sá e colaboradores (2015) descrevem sobre a importância do programa para consolidação da tríade universitária além do processo complementar formativo extracurricular na vida acadêmica.

Antes de ingressar no PET, Beatriz tinha dúvidas sobre seu futuro profissional. Inicialmente, não estava certa de que queria ser professora, mas sua paixão pela escrita científica e a influência de seus professores a direcionaram para a carreira acadêmica:

[...] “Permaneci no PET durante toda a minha graduação e assim, tive a oportunidade de participar de muitos projetos, aperfeiçoando a mim e ao meu currículo. **Graças a essa dedicação, pude ingressar no mestrado e posteriormente doutorado.** A experiência no PET foi vital para que a minha vida acadêmica na pós-graduação tivesse êxito” (*grifo nosso*).

Ela afirma que o PET foi uma oportunidade valiosa, pois visava um mestrado e doutorado e sabia que um currículo robusto seria essencial para esses objetivos. Tosta e colaboradores (2006) comentam que o método tutorial proporciona uma ligação entre ensino, pesquisa e extensão, devido às atividades extracurriculares que incentivam a aprendizagem através da prática e transformação social, espelhando seus resultados no currículo.

O PET oferece aos alunos a oportunidade de aplicar o conhecimento teórico adquirido em sala de aula em projetos práticos. Essa experiência prática é crucial para a formação de profissionais capacitados, pois permite que os estudantes

entendam como o conhecimento acadêmico pode ser aplicado para resolver problemas reais. A biografada ressalta que amadureceu de forma significativa, aprendendo a enfrentar incertezas e a aproveitar as oportunidades. No âmbito profissional, o programa contribuiu para um notável desenvolvimento, permitindo sua participação em projetos, publicações e intercâmbio de experiências com outros estudantes e profissionais. Essas vivências foram essenciais para a construção de uma base acadêmica sólida, que a preparou para os desafios da pós-graduação e da carreira como docente.

[...] **“Tanto do ponto de vista pessoal como profissional o PET me proporcionou um amadurecimento significativo.** É interessante salientar que nessa época eu era muito jovem, com muitas dúvidas acerca do futuro, e ansiava por oportunidades. O contato com outros estudantes, os projetos realizados, as publicações, as viagens para outras cidades e estados e a troca de experiências com outros petianos foram primordiais para o meu crescimento. Hoje como professora vejo que muitos alunos saem da graduação com pouquíssima vivência acadêmica e científica, e isso impacta diretamente na construção de um bom profissional. **O PET me possibilitou construir um arcabouço que me possibilitasse uma ascensão acadêmica diferenciada, e isso transparece na profissional que sou hoje”** (grifo nosso).

Participar do PET permite aos alunos criar redes de contatos com outros estudantes, professores e profissionais da área. Essas conexões podem ser fundamentais para o desenvolvimento de suas carreiras, proporcionando oportunidades de colaboração e de crescimento profissional. As relações interpessoais construídas no PET foram outro ponto crucial para a experiência da biografada. Beatriz discorre que fez grandes amigos, manteve fortes vínculos com colegas e professores, e seu tutor, Wagner, tornou-se um amigo e mentor valioso. Essas conexões enriqueceram sua jornada, proporcionando suporte e inspiração contínuos:

[...] **“O PET me deu grandes amigos que carrego comigo até hoje. Tive ótimas relações interpessoais com meus colegas de grupo, e lembramos da época de bolsistas com muito orgulho e alegria. O PET também me aproximou dos meus professores da época, o que possibilitou várias trocas de experiências.**

Por fim, vale destacar que nosso tutor Wagner é um grande amigo que me acompanhou e está sempre presente na minha vida” (*grifo nosso*).

“Agradeço imensamente ao PET e ao professor Wagner pelas contribuições pessoais e profissionais que exerceram sobre mim. **Fomos a primeira turma do PET, estávamos receosos, tivemos que criar o nosso perfil e entender como o PET funcionaria. Aos poucos, entendemos que tudo que fazíamos estava sob holofote, e nossas ações impactavam não só os integrantes como toda a universidade.** Nos tornamos destaque em vários aspectos e assim o PET segue até hoje, como um grupo com diferencial. Hoje, como professora universitária, compreendo que essa oportunidade fez a diferença para mim e tenho certeza de que segue fazendo a diferença para todos os petianos” (*grifo nosso*).

É perceptível que a experiência adquirida no programa foi essencial para seu sucesso na pós-graduação, permitindo-lhe uma trajetória acadêmica exemplar. Refletindo sobre sua jornada, Beatriz reconhece a importância do PET em sua formação pessoal e profissional. Como membro da primeira turma, ela ajudou a moldar o perfil do programa, compreendendo o impacto de suas ações na universidade e destacando-se em vários aspectos.

Hoje, como professora Dra. universitária, Beatriz valoriza profundamente a contribuição do PET para seu desenvolvimento e acredita que o programa continua a fazer a diferença na vida dos petianos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PET proporciona aos alunos a chance de desenvolver habilidades em várias áreas do conhecimento. Os participantes são imersos em um ambiente de aprendizado multidisciplinar, onde podem trabalhar em projetos que abrangem diferentes campos de estudo. Isso prepara os estudantes para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares no mercado de trabalho.

A trajetória de Beatriz Cardoso Roriz é um testemunho inspirador de como a determinação, a busca por oportunidades e o suporte de programas acadêmicos podem transformar uma

carreira. Desde seu ingresso na Universidade Federal do Tocantins até se tornar bióloga licenciada e doutora em Biotecnologia e Biodiversidade, Beatriz demonstrou um compromisso inabalável com a educação e a ciência. O Programa de Educação Tutorial (PET) foi um marco decisivo em sua formação, oferecendo a ela um ambiente de crescimento acadêmico e pessoal que moldou seu futuro profissional.

Hoje, Beatriz reconhece e valoriza profundamente as experiências e conexões que construiu durante sua participação no PET. Sua história evidencia a importância de programas de apoio acadêmico na formação de profissionais competentes e comprometidos. O sucesso de Beatriz serve como exemplo para novos estudantes, mostrando que com dedicação, aproveitamento das oportunidades e uma rede de apoio sólida, é possível alcançar grandes realizações e contribuir significativamente para a comunidade acadêmica e científica.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Ana Luíza Nunes.; SAMPAIO, Maria Lúcia Pessoa. As memórias da história de vida presentes na biografia de Socorro de Figueiredo. Anais VI CONEDU. Campina Grande: **Realize editora**, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59236>. Acesso em: 25 mai 2024.

IEB, M. O Programa de Educação Tutorial (PET) e a relação de estudantes com o saber referente à escrita acadêmica. **Educ rev** [Internet]. 2023;39:e83560. Available from: <https://doi.org/10.1590/1984-0411.83560> Acesso em: 15 jul. 2024.

PEREIRA, Lígia Maria Leite. Algumas reflexões sobre história de vida, biografias e autobiografias. **História Oral**, 3, 2009. Disponível em: <https://revista.historiaoral.org.br/index.php/rho/article/view/26>. Acesso em: 25 mai 2024.

SÁ, Juan Douglas; NOBRE, Sarah Gabrielle; OLIVEIRA, Débora César. AS CONTRIBUIÇÕES DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL NA FORMAÇÃO EM SERVIÇO SOCIAL: : percursos do PET Conexões de Saberes Serviço Social da Universidade Federal de Alagoas. **Revista Areia**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 12–30, 2021. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/rea/article/view/12464> . Acesso em: 15 jul. 2024.

TOSTA, Rosa Maria et al . Programa de educação tutorial (PET): uma alternativa para a melhoria da graduação. **Psicol. Am. Lat.**, México , n. 8, nov. 2006 . Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2006000400004&lng=pt&nrm=iso . acessos em 15 jul. 2024.

Capítulo 16 ...

DA GRADUAÇÃO AO DOUTORADO: A TRAJETÓRIA DE UM EGRESSO DO PET CIÊNCIAS NATURAIS LICENCIADO EM FÍSICA

Pedro Barros Viana*; Julianne Rodrigues Ribeiro Paz*; Arthur Lima de Arruda*; Dionata Almeida Reis*; Brenda dos Santos Barbosa**, Yonier Alexander Orozco Marin****.

*Petiano (a) do PET Ciências Naturais.

** Petiano (a) Egresso (a) do PET Ciências Naturais

**** Professor (a) Colaborador (a).

E-mail de contato: pedro.viana@ufnt.edu.br

INTRODUÇÃO

O presente capítulo traz consigo o relato da história de vida de um egresso do Programa de Educação Tutorial - Ciências Naturais (PETCNat) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), e também egresso do curso de Licenciatura em Física da mesma instituição.

O método de história de vida constitui-se em um relato do narrador (sujeito) sobre sua existência enquanto pessoa para o ouvinte (pesquisador) e, de acordo com Silva e colaboradores (2007), busca-se entender o vínculo entre ambos. Para tal, utilizam-se várias técnicas de coleta de dados, desde a entrevista, narrativa que permite maior flexibilidade para o sujeito, até as técnicas mais delimitadas. Portanto, para este trabalho, utilizou-se a entrevista estruturada, realizada por meio do Google Docs devido à incompatibilidade de horários entre pesquisador e sujeito.

Tendo em vista os significados da pesquisa qualitativa e do método História de vida, as perguntas selecionadas para a entrevista têm o intuito de não apenas conhecer a vida pessoal do

entrevistado, mas também conhecê-lo em seus aspectos mais gerais. Dentro das possibilidades oferecidas pela técnica de coleta de dados escolhida, como por exemplo, sua evolução pessoal, acadêmica e profissional, indo de encontro ao(s) objetivo(s) do estudo. Essa metodologia, em abordagem bibliográfica, pode ser aproveitada como documento ou como técnica de coleta de dados (Haguette, 1992).

Os estudos qualitativos buscam entender os fenômenos sociais e os aspectos subjetivos do comportamento humano, bem como sua essência, valores e percepções. Tudo isso, partindo de análises não quantificáveis, mas partindo de boas interpretações em relação aos dados recolhidos, sem intenção alguma de ao finalizar o estudo testar hipóteses ou refutá-las (Barbosa, Guimarães, 2023).

Partindo disso, o objetivo dessa metodologia é ter acesso a uma realidade que ultrapassa os limites do narrador (Gaulejac, 2005). Assim, o entrevistado, a partir da oportunidade de se apropriar do social, insere nele sua marca e reapresenta esse social por meio de sua subjetividade, reinventando-o (Ferraroti apud Barros, 2000). Ademais, Nogueira (2004) defende que a história de vida propõe uma escuta comprometida, engajada e participativa. Desse modo, este capítulo de livro, pretende abordar a História de Vida, por meio de uma abordagem bibliográfica de um egresso do grupo PETCNat e egresso do curso de Física da UFNT.

DESCRIÇÃO DO BIOGRAFADO

A entrevista foi realizada com o Licenciado e Mestre em Física Márcio Guimarães de Sousa, egresso do grupo PETCNat e do curso de Licenciatura em Física da UFT, atual UFNT. Márcio possui vinte e cinco (25) anos de idade, é natural da cidade de Paraibano no Maranhão, todavia, mora atualmente em Uberlândia - MG e identifica-se com o gênero masculino. Além da graduação, possui mestrado em Física, já mencionado acima, e no atual momento está cursando doutorado, na mesma área, na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na qual também adquiriu o título de mestre.

Márcio ingressou no PETCNat no segundo período da graduação. Anteriormente a isto, já havia escutado e visto informações sobre o programa, mesmo que de forma resumida pelos colegas de curso e da faculdade. Contudo, indagava-se sobre a possibilidade de entrar no programa, não havia “figuras” representativas no grupo, Márcio era o único licenciando em física que estava interessado em ingressar no programa naquele momento. Questionava-se então se isto seria uma boa ideia.

Por esse motivo, Márcio tinha receio de que as atividades desenvolvidas e geradas no programa não agregassem de alguma maneira à sua formação acadêmica como professor de Física, que naquele momento era seu foco principal. Mesmo o PETCNat sendo um grupo integrativo das Ciências Naturais, por falta de outros licenciandos em física, Márcio se preocupava. Porém, ele era a representatividade que faltava no programa. Assim, sua paixão pela docência e o anseio por potencializar sua formação acadêmica e profissional, bem como pessoal, fez com que ele tivesse coragem para tentar inserir-se no programa, objetivando também aprimorar suas técnicas e habilidades, para futuramente vir a tornar-se um bom pesquisador e um bom profissional da educação.

HISTÓRIA DE VIDA E TRILHAS PESSOAIS

Durante toda sua graduação, Márcio buscava pelo máximo de experiência que agregasse e somasse à sua formação/carreira profissional. Em sua entrevista, ele ressalta que “os programas de educação tutorial são um prato cheio para a busca de experiências”, tendo em vista que o PET, em si, usufrui da tríade ensino, pesquisa e extensão.

Com isso, o entrevistado relata que o programa foi um divisor de água em sua formação e o auxiliou não só a desenvolver, mas também aprimorar diversas habilidades intrínsecas à formação de um excelente profissional, que futuramente viriam a impulsionar sua capacitação como tal. À exemplo, Márcio cita a melhoria da sua oratória, a capacidade de trabalhar em equipe e o desenvolvimento

de atividades e trabalhos. Em somatória a isto, a boa relação com o tutor do programa e com os petianos de sua época, o ajudou em diversos momentos de sua vida, além dessas pessoas terem sido fundamentais no desenvolvimento e evolução da sua trajetória.

Em adição, Márcio afirma que a partir do momento em que ingressou no PETCNat, permaneceu nele até o fim de sua graduação. Um dos direitos do licenciando dentro do grupo, é sua permanência durante toda sua graduação, desde que cumpra com suas obrigações, como não reprovar em disciplinas do curso mais de duas vezes, proatividade, realizar as atividades propostas, bem como trazer novas ideias que impulsionem o grupo, cumprir com a carga horária e manter a boa convivência com os seus pares. Como resultado do seu esforço e da tutoria do programa, Márcio foi aprovado em quatro (4) programas de pós-graduação, nível mestrado, assim que finalizou sua graduação em 2020. Desta forma, usufruiu então da possibilidade de escolher qual deles cursar. Assim, o recente licenciado em Física se muda para a cidade de Uberlândia - MG para cursar o Mestrado Acadêmico em Física (PPFIS - UFU). Logo após finalizá-lo, em 2023, já ingressou no doutorado, na mesma instituição.

O entrevistado conclui a pesquisa ressaltando que o programa foi uma experiência fundamental em sua formação tanto profissional quanto pessoal. Acrescenta ainda que tudo que aprendeu usa e busca aprimorar em sua vida diariamente. Ele expressa grande gratidão e resalta que as diversas publicações de trabalhos acadêmicos realizadas e impulsionadas durante sua participação no programa garantiram sua vaga no mestrado e no doutorado, ambas realizações almejadas, antes sonhos e agora realidade. Por fim, Márcio reafirma seus agradecimentos pela sua vivência no programa, que modificou e o moldou como pessoa e profissional veemente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história de vida de Márcio Guimarães de Sousa, egresso do programa em discussão e do curso de Licenciatura em Física da UFNT, apresentada neste capítulo, destaca o impacto significativo do Programa de Educação Tutorial - Ciências Naturais em sua formação pessoal e profissional. Ao adotar a metodologia da História de Vida, o relato revela não apenas o relato da existência do narrador, mas também buscou alcançar o objetivo proposto na investigação, delimitado em narrar e compreender a influência do programa supracitado no desenvolvimento e ampliação de habilidades, na busca em potencializar sua formação acadêmica e na conquista de oportunidades como ingressar em programas de pós-graduação (mestrado e doutorado), ser aprovado em concursos, entre outros.

Destacamos então, a importância de iniciativas educacionais como estas que vão além do ensino tradicional, que oferecem uma formação paralela à graduação, buscando preparar os estudantes para os desafios do futuro, para o ingresso no mercado de trabalho e também para a continuidade da formação acadêmica. Além do mais, defendemos aqui a existência e possíveis melhorias de tais programas como o PET, que além dos inúmeros benefícios já evidenciados no texto, possibilitam a permanência dos licenciandos na universidade por meio das bolsas ofertadas.

REFERÊNCIAS

BARBOSA; GUIMARÃES, L. F. L. Conceitos e preceitos de abordagem quantitativas e qualitativas. Como e quando usá-los?. In: SOUZA, D. P. M. de; SILVA, D. C.; PAIXÃO, M. S.; ROLIM, V. S.; MARIANO, W. dos S (org.). **Manual de Elaboração de Projetos de Pesquisas: orientações para Educação Básica**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. p. 36-38.

BARROS, V. A. De la représentation au pouvoir: une étude sur les trajectoires politiques des dirigeants syndicaux au Brésil. 2000. **Tese de Doutorado**. Paris 7.

GAULEJAC, V. DE. La société malade de sa gestion : idéologie gestionnaire, pouvoir managérial et harcèlement social, Paris, Le Seuil (Économie humaine), 2005. In: **Économies et Sociétés**. Systèmes agroalimentaires, tome 39, n°5, 2005 [AG n°27]. pp. 991-996.

HAGUETTE, T. M. F.. Metodologias qualitativas na sociologia. In: **Metodologias qualitativas na sociologia**. 2013. p. 223 p-223 p.

NOGUEIRA, M. L. **Mobilidade psicossocial: a história de Nil na cidade vivida**. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, FAFICH.

SILVA, A. P.; BARROS, C. R.; NOGUEIRA, M. L. M.; BARROS, V. A. "Conte-me sua história": reflexões sobre o método de História de Vida. **Mosaico: estudos em psicologia**, v. 1, n. 1, 2007.

POSFÁCIO

Ao concluir esta obra, nos deparamos com uma rica coletânea de estudos e experiências que refletem as múltiplas facetas da educação em ciências naturais. Os capítulos aqui reunidos nos oferecem um panorama abrangente, desde a importância do estágio curricular supervisionado até as trajetórias inspiradoras de egressos do Programa de Educação Tutorial (PET) em Ciências Naturais. Este posfácio visa destacar algumas das principais contribuições e reflexões trazidas por este conjunto de textos.

Unidade I: Ensino de Ciências e suas Contemporaneidades

Os capítulos iniciais abordam a formação inicial de professores de química, ressaltando a relevância do estágio curricular supervisionado. Bianca Gomes Santos e Luciane Jatobá Palmieri enfatizam a importância desse componente na construção de uma prática pedagógica sólida e consciente. Adrielle Maciel Cavalcante de Mesquita e Milene Santana Paixão nos levam a refletir sobre os desafios e avanços no ensino de jovens e adultos, traçando um histórico significativo dos últimos 28 anos.

A produção de material didático que integra as culturas indígenas, conforme a Lei Nº 11.645/08, é explorada por Brenda dos Santos Barbosa e seus coautores, mostrando como a educação pode ser um espaço de valorização e respeito à diversidade cultural. Lucas Emanuel Oliveira Sabino e Luciane Jatobá Palmieri trazem à tona a importância do planejamento didático-pedagógico, destacando a experiência com uma Unidade Didática Modular (UDM). Por fim, Talita Duarte Guimarães e Alessandro Tomaz Barbosa apresentam caminhos para uma educação construtivista e libertadora no ensino de ciências, enquanto Luis Vinicius de

Alencar Cunha e colaboradores desvendam os mistérios da inércia através do princípio de Mach.

Unidade II: Metodologias e Tecnologias Inovadoras em Ciências Naturais

Nesta unidade, Arthur Lima de Arruda e Danilo da Silva Olivier exploram a busca por novos fármacos para o tratamento da leishmaniose, revelando os avanços e desafios nesta área crucial da saúde pública. Erik Almeida Carvalho e seus professores discutem os benefícios e precauções do chá verde, tanto como alimento quanto como suplemento, proporcionando uma visão crítica sobre seu uso.

Unidade III: Educação Ambiental e Sociedade

A interseção entre arte e comunicação em ciências é abordada por Pedro Henrique Ferreira Sobrinho e coautores, que apresentam a fonografia e as musicalidades como ferramentas complementares no ensino de ecologia. Ágatha Cristhie da C. Leitão e seu grupo destacam as propriedades nutritivas e curativas do pequi, um fruto do cerrado, valorizando o conhecimento tradicional e a biodiversidade local.

Os impactos socioambientais da superprodução agrícola no cerrado são discutidos por Dionata Almeida Reis e Jane Darley Alves dos Santos, alertando para as consequências dessa prática e a necessidade de estratégias sustentáveis. Karen Leticia Gomes da Silva e Flamys Lena do Nascimento Silva encerram esta unidade com uma análise sobre a química ambiental e o uso sustentável da água, tema de extrema relevância no contexto atual de mudanças climáticas.

Unidade IV: Histórias e Memórias de Egressos do PET-Ciências Naturais

As histórias de sucesso de egressos do PET-Ciências Naturais ilustram o impacto transformador deste programa na vida e carreira de seus participantes. Wandria Pereira Da Silva e seus colegas compartilham trajetórias inspiradoras que demonstram a importância do PET na formação acadêmica e profissional. Thauane Maria Pereira da Silva e seus coautores narram a trajetória de Raphael, que passou de licenciando a líder educacional, enquanto Ana Vitória da Silva Meneses e seu grupo relatam a jornada de uma egressa que se tornou doutora e professora do ensino superior.

Por fim, Pedro Barros Viana e seus colaboradores descrevem a trajetória de um licenciado em física, desde a graduação até o doutorado, reforçando a importância do PET no desenvolvimento acadêmico e profissional.

Este livro não apenas celebra as conquistas e reflexões dos autores, mas também nos convida a continuar explorando e inovando na educação em ciências naturais. Que este seja um ponto de partida para novas pesquisas, práticas pedagógicas e transformações sociais, rumo a um futuro mais sustentável e inclusivo.

O Livro "Ciências Naturais na Atualidade: Saberes e Visões para o Futuro" reúne manuscritos sobre pesquisas, perspectivas inovadoras e conhecimentos contemporâneos escritos por acadêmicos do grupo PET Ciências Naturais da Universidade Federal do Norte do Tocantins, oferecendo um panorama rico e diversificado sobre os desafios e as possibilidades das ciências naturais no mundo atual.

