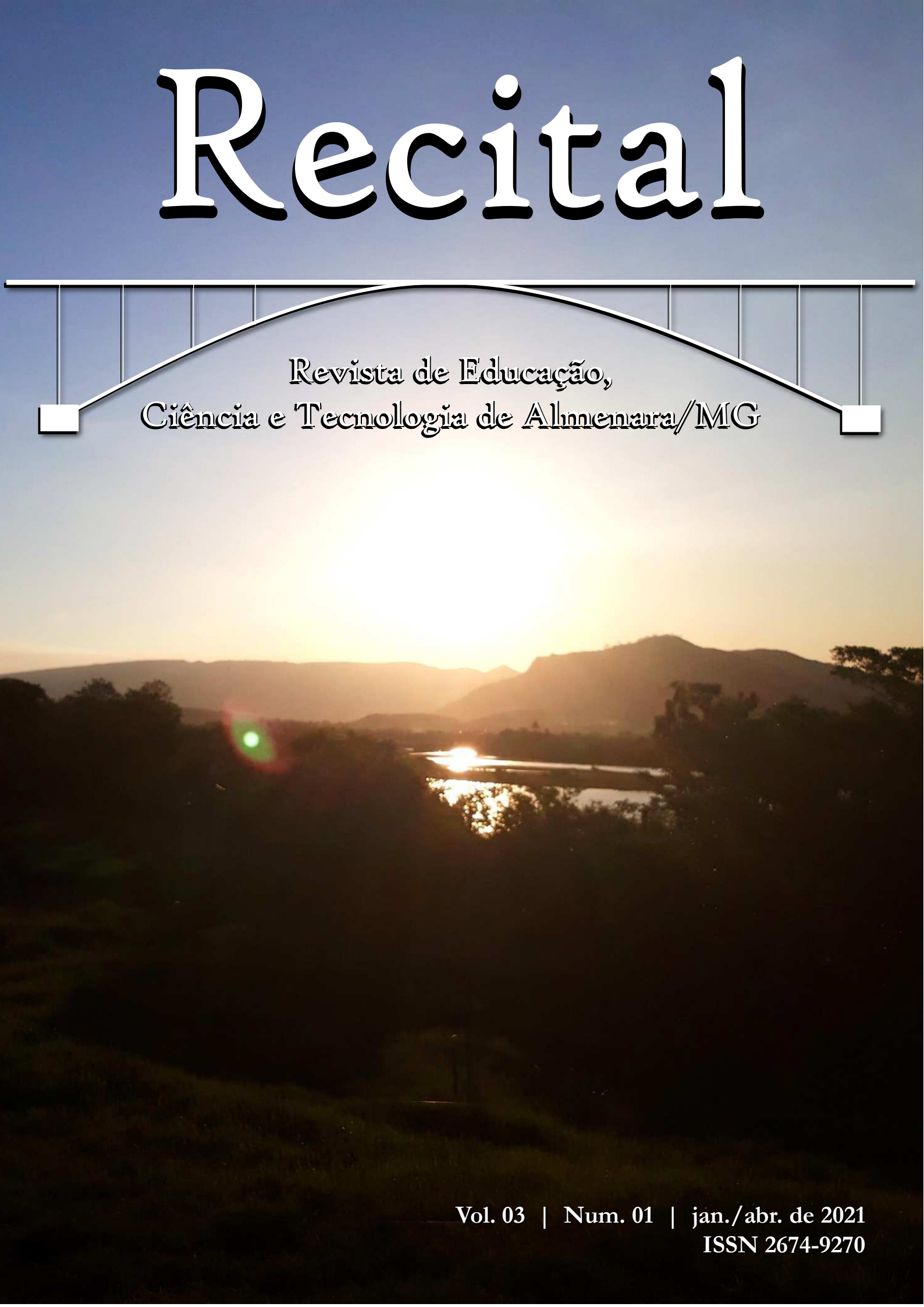
Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG



Vol. 03 | Num. 01 | jan./abr. de 2021
ISSN 2674-9270

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

***Reitora**: Joaquina Aparecida Nobre da Silva*

IFNMG – Campus Almenara

***Diretor Geral**: Joaquim Neto de Sousa Santos*

***Diretora de Ensino**: Roberta Pereira Matos*

Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

***Coordenador**: Ednilton Moreira Gama*

Coordenadoria do Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica do IFNMG (PROFEPT)

***Coordenador**: Admilson Eustáquio Prates*

Imagem da Capa

Alfredo Costa – Pôr do sol entre as morrarias do Jequitinhonha, 2020.

Diagramação

Alex Lara Martins, Alfredo Costa, Mariana Mapelli de Paiva, Valdete Maria Gonçalves de Almeida e Lissandra Ruas Lima.

ISSN: 2674-9270

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1

EQUIPE EDITORIAL

Editor-Chefe
Dr. Alex Lara Martins

Editores Adjuntos
Dr. Alfredo Costa
Dra. Mariana Mapelli de Paiva
Dra. Valdete Maria Gonçalves de Almeida

Conselho Editorial – Membros internos
Dr. Ednilton Moreira Gama
Dr. Jiego Balduino Fernandes Ribeiro
Dr. Luiz Célio Souza Rocha
Dr. Paulo Eduardo Ferreira dos Santos
Dra. Roberta Pereira Matos

Conselho Editorial – Membros externos
Dr. Anderson Rodrigo de Queiroz
Dr. Anderson Santos Souza
Dr. Bruno Oliveira Moreira
Dra. Cristiane Faiad de Moura
Dra. Danila Souza Oliveira Coqueiro
Dr. Francisco Antonio Coelho Junior
Dr. Guilherme Araújo Cardoso
Dra. Janaína Santos Nascimento
Dr. Leonardo Luiz Silveira da Silva
Dr. Paulo Rotella Júnior
Dr. Perecles Brito Batista
Dr. Raildo da Silva Coqueiro
Dr. Ralfo Edmundo da Silva Matos
Dr. Rogério Mendes Murta

Revisores de texto (português/inglês) e Catalogação
Me. Cláudia Adriana Souza Santos
Me. Érica Sudário Bodevan
Dr. Jiego Balduino Fernandes Ribeiro
Me. Lislie Carolina Diana
Lisandra Ruas Lima

Suporte Técnico
Me. Alan Teixeira de Oliveira
Leonan Teixeira de Oliveira

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

INSTITUTO FEDERAL
Norte de Minas Gerais
Campus Almenara

v. 03 | n. 01 | jan./abr. 2021

Está obra está licenciada sobre uma Creative Commons Attribution 4.0 International License. Nenhuma parte desta revista poderá ser reproduzida ou transmitida, para propósitos comerciais, sem permissão por escrito. Para outros propósitos, a reprodução deve ser devidamente referenciada. Os conceitos emitidos em artigos assinados são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária do IFNMG-campus Almenara

R297 Recital: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG / Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG. Almenara: IFNMG, 2021.

v. 3, n. 1, jan./abr. 2021
Quadrimestral
Modo de acesso: <http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital>
ISSN: 2674-9270
DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1

1. Educação. 2. Ciência e Tecnologia. I. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG. II. *Campus* Almenara – MG.

CDD: 370

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
Rodovia BR 367 Almenara/Jequitinhonha, km 111,
Zona Rural, Almenara-MG - CEP: 39900-000
Telefone: (38) 3218-7385 – www.ifnmg.edu.br/almenara
Email: comunicacao.almenara@ifnmg.edu.br

Recital: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG
v. 3, n. 1, jan./abr. 2021

AVALIADORES *AD HOC* DESTE NÚMERO

Aline Santos de Brito Nascimento

Caio Wetterich

Carlos Alexandre da Silva Rocha

Cláudia Adriana Souza Santos

Débora de Andrade Santana

Janainne Nunes Alves

Jiego Ribeiro

João Paulo Araújo Souza

Julio Cezar Barbosa

Luiz Célio Souza Rocha

Marcos Aurélio Duarte Carvalho

Mariana Frizera Borghi Mota

Paulo Rotela Junior

Sara Heitor

Roberta Pereira Matos

Rosilene Sant`Anna

Tais Moala

SUMÁRIO

EDITORIAL

Educação científica para o século XXI
Alex Lara Martins
Alfredo Costa.....**8**

ARTIGOS

Suplementos alimentares no controle da Covid-19
Xênia Macedo Souto
Ednilton Moreira Gama
Roberta Pereira Matos.....**12**

Composição mineral do caule e raízes de maracujazeiro azedo sob deficiências nutricionais múltiplas
Viviane Amaral Toledo Coelho
Carla Giselly de Souza
Ednardo de Souza Nascimento
Luiza Gobira Lacerda
Patrícia Alves Cardoso.....**34**

Teores nutricionais de macronutrientes nas hastes, rizoma e raízes de gengibre ornamental sob deficiências de macronutrientes e boro
Carla Giselly de Souza
Viviane Amaral Toledo Coelho
Ednardo de Souza Nascimento
Luiza Gobira Lacerda
Patrícia Alves Cardoso.....**44**

Conceitos da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein em livros didáticos: uma abordagem na perspectiva do Ensino Médio
Ian Lima Santana
Ramon Alves dos Santos
Carlos Takiya.....**54**

Permanência e evasão na Educação a distância: estudo de caso sobre estudantes do curso técnico em meio ambiente - IFNMG, Campus Almenara-MG
Eduardo Charles Barbosa Ayres
Vanessa Fonseca Ayres
Marcela Alves Fonseca
Ellen Fabiana Oliveira Gonçalves
Ana Ivânia Alves Fonseca.....**77**

Vozes femininas em *Bisa Bia, Bisa Bel*, de Ana Maria Machado
Thiago Ribeiro.....**91**

RELATOS DE PROJETO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO

Reflexões sobre a produção escrita: relato de experiência em aulas de português para o Ensino Médio
Lillian Gonçalves de Melo
Leandro Ribeiro Lisbôa.....**98**

RECITAL ARTÍSTICO

O cego, e o outro que via
José D'Assunção Barros.....**112**

Editorial

Educação científica para o século XXI

Houve um tempo em que os educadores e divulgadores da ciência confiavam que o investimento em formação crítica era o bastante para promover a visão de mundo iluminada da modernidade. “Pensamento crítico” foi o termo cunhado pelo filósofo Francis Bacon (1561-1626) para se referir à precaução exigida ao homem de espírito contra os ídolos e as noções falsas. Adam Smith (1723-1790), um século depois, afirmou que “a ciência é o grande antídoto do veneno do entusiasmo e da superstição”. O valor do pensamento racional e da empiria foi reafirmado no processo civilizatório. De muitas maneiras essa forma de pensar contribuiu para a constituição de sociedades mais longevas e organizadas.

Ainda no século XXI, os projetos pedagógicos de curso falam de “consciência crítica”, “emancipação”, “autonomia de pensamento” etc. A atual Base Nacional Curricular Comum do Ensino Médio (2017) utiliza o termo “crítica” setenta e nove vezes, tanto no sentido construtivo de que os estudantes sejam estimulados a exercitar a curiosidade intelectual, pesquisar, analisar e recorrer à abordagem científica, quanto no sentido destrutivo de que devam adquirir as ferramentas para rejeitar ídolos e dogmas, elaborar novas hipóteses, desconfiar e descobrir intenções políticas nos discursos. Apesar de compor certo paroxismo, ainda confiamos no projeto baconiano segundo o qual os sentidos de “consciência crítica” estariam dispostos dialeticamente no caminho emancipatório dos indivíduos em direção ao exercício da cidadania.

Hoje esse projeto progressista derrotou a antiquada visão que tornava absolutas a ciência e a moral utilizando-se de estratégias pedagógicas de memorização de fórmulas científicas e do investimento em disciplinas como Educação Moral e Cívica. Talvez, por isso, o sistema de ensino impele os professores a transmitir aos estudantes do ensino básico rudimentos científicos excessivamente simplificados e muitas vezes ultrapassados frente às novas descobertas. Impeliu, também, o ensino de sistemas teóricos complexos, curricularizados, fechados em si e desconexos da realidade. Atualmente, são evidentes as distâncias epistêmicas que separam a prática científica e os cursos de licenciatura, e as distâncias entre os professores de carreira e os cientistas de suas respectivas áreas, cujas descobertas raramente são inseridas ou discutidas nos inumeráveis cursos de formação continuada. Essa separação poderá ser ainda maior a depender das reformas no Ensino Básico, especialmente da reformulação do programa de livros didáticos. Escapará o professor da obsolescência quando a ordem do dia é centralizar o aluno dentro do processo de ensino e aprendizagem?

Pode ser que o projeto progressista tenha relativizado demasiadamente a Ciência, tirando-lhe o pedestal e a inicial maiúscula. Pode ser que esse projeto tenha liberado a rebeldia juvenil dos antigos costumes, para sermos o que quiséssemos ser. Pode ser que o sucateamento das profissões educacionais tenha afastado a ciência e os cientistas das escolas. É possível, por fim, que tenhamos esquecido que a educação científica também ocorre fora das escolas, no mundo da vida em que tudo está concatenado e em transformação irrefreável. Alguém ousará defender

que o aprendizado científico ocorre não apenas *fora*, mas *apesar* da escola, vez que a prática científica, embora tenha se especializado maximamente ao longo dos últimos cem anos, se realiza em grupos cada vez mais heterogêneos − *vide* a composição dos comitês de ética que aprovam as pesquisas − e com motivos e propósitos que estão aquém e além de um laboratório e de uma disciplina. Os propósitos das pesquisas afetam a comunidade, mesmo indiretamente. Os limites dos métodos científicos são debatidos no jornal das oito.

Enquanto praticamos a educação científica dentro dos muros das escolas e das paredes das salas de aula não nos ocorreu pudéssemos estar deseducando, fingindo aferir conhecimento científico com as mãos na chibata das notas e nos grilhões da reprovação. A portas fechadas, não enxergávamos um concorrente muito mais disposto aos parâmetros científicos contemporâneos: a internet. Não é arriscado dizer que todo conteúdo escolar pode ser encontrado no mar da informação virtual, com as vantagens da sedução pelo modo como os conteúdos são transmitidos e da integração destes à vida. Não se trata de defender a transferência da escola para o ambiente virtual, tampouco de transformar o professor em *youtuber* ou *influencer*, mas de reconhecer os limites de ensinar ciência dividindo-a em disciplinas que, por sua vez, são "cartesianamente" decompostas em conteúdos e em temas impertinentes às vivências e aos contextos ordinários que não permitem compreender a realidade de modo global. Saber as quatro operações e interpretar textos complexos são condições necessárias, mas não suficientes, para fazer as conexões cognitivas relevantes entre o todo e as partes. Decorar as capitais dos estados brasileiros, os afluentes do rio Amazonas, as partes da célula e os números atômicos dos elementos químicos não é condição para nada, a não ser para participar de um *quiz show*.

O trágico contexto da pandemia deveria impulsionar o estudo da estatística, da história das epidemias e das propriedades dos vírus dentro de projetos integradores cujo objetivo não pode ser o de explicar fórmulas e datas. Deveria pautar debates sobre a reestruturação da sociedade e de seus paradigmas, sobre a virtualização dos afetos, das formas de trabalho e de consumo, e sobre a revitalização das atividades artísticas. Importariam mais as perguntas sobre os fundamentos do conhecimento científico e como ele se diferencia do senso comum e da pseudociência. Identificar a razão de ser importa mais do que reconhecer o ser. Estar em condições de diferenciar o verdadeiro do falso e o justo do injusto, por mais simples que pareça, é o grande desafio da educação desde que Platão idealizou a alegoria da caverna, na qual as pessoas estão presas às sombras da realidade. Em nosso caso, a competência exigida para fugir às sombras tem a ver com a identificação de *fake science* e das falácias científicas. Como lidar com resultados de estudos científicos contraditórios? Como definir a verdade entre duas opiniões especializadas? Como avaliar os métodos científicos utilizados em uma pesquisa? Como elaborar hipóteses e testá-las? Quais são os critérios utilizados pela comunidade científica para corroborar resultados? O que responder quando nos dizem não haver argumentos (justificativas) contra fatos? Nem mesmo as mais prestigiadas publicações científicas estão imunes ao erro – o que é bom! Recentemente, a revista científica Lancet, uma das mais antigas

RECITAL – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

e importantes do mundo, precisou se retratar pela publicação de um artigo com dados falsos sobre o Covid-19. Fatos como esse devolvem à ciência a sua face humana.

Como dissemos em outro editorial (v. 2, n. 1, 2020), as crises sociais e políticas, dessa vez, remoinham tanto a ciência quanto a educação científica, para o bem e para o mal. O lado positivo consiste em considerar a ciência uma atividade humana. Thomas Kuhn nos alerta para as consequências desse truísmo: o desenvolvimento científico e civilizatório, em momentos de crise, responderá a desafios concretos sem qualquer ímpeto vanguardista ou revolucionário, quer dizer, a inovação deve ser antes reação ou resistência aos desafios.[1] O mundo pós-pandêmico será o mesmo mundo de conflitos e desigualdades, não importa o alarde inovador e transformador das metodologias ativas de aprendizagem.

Revistas científicas como a Recital podem contribuir para resistirmos aos desafios dessa crise. Divulgamos neste número seis artigos, um relato de experiência e, na seção artística, uma poesia. O artigo de abertura, denominado **Suplementos alimentares no controle da Covid-19**, é assinado por Xênia Souto, Ednilton Gama e Roberta Matos. A partir de extensa revisão da literatura, concluem que as vitaminas C e D, bem como os minerais zinco e selênio, podem contribuir para a prevenção do vírus, principalmente em casos em que o indivíduo possui deficiência de micronutrientes importantes no combate às infecções virais. A pesquisa demonstra que esses elementos, bastante acessíveis, interferem em etapas-chave da patogênese do vírus sem provocar efeitos colaterais, o que os coloca em posição de alternativa promissora de combate à doença.

O segundo artigo dessa edição, liderado pela autora Viviane Coelho, intitulado **Composição mineral do caule e raízes de maracujazeiro azedo sob deficiências nutricionais múltiplas**, teve como objetivo avaliar a nutrição mineral do caule e das raízes do maracujazeiro azedo sob deficiências simples e múltiplas, em soluções nutritivas com omissões simples de Ca, Mg B, Mn e Zn, e omissões múltiplas de BZn, CaB e MnMg. Os autores concluíram que em todos os casos os caules e as raízes são afetados de alguma forma. No artigo seguinte, intitulado **Teores nutricionais de macronutrientes nas hastes, rizoma e raízes de gengibre ornamental sob deficiências de macronutrientes e boro**, e liderado por Carla de Souza, os autores procuraram testar de que maneira a ausência de certos nutrientes poderiam afetar o comportamento da planta. Concluíram, após 180 dias de monitoramento, que em todos os casos da amostra houve alterações nos teores e nos acúmulos em suas diferentes partes.

Em **Conceitos da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein em livros didáticos: uma abordagem na perspectiva do ensino médio**, quarto artigo desta edição, os autores Ian Santana, Ramon dos Santos e Carlos Takiya demonstram que não há consenso sobre essa teoria nas abordagens apresentadas aos estudantes, principalmente no que tange à relação de equivalência entre massa e energia, mas reforçam a importância da sua abordagem no ensino básico.

[1] KUHN, Thomas. **A tensão essencial**. São Paulo: Ed. Unesp, 2011, p. 371.

RECITAL – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

O artigo **Permanência e evasão na educação à distância: estudo de caso sobre estudantes do curso técnico em meio ambiente - IFNMG, campus Almenara-MG**, liderado por Eduardo Ayres, é o quinto desta edição. Nele, os autores buscam identificar e avaliar aspectos influenciadores da evasão e permanência de estudantes do curso técnico em Meio Ambiente do IFNMG - *Campus* Almenara, modalidade a distância, entre 2013 e 2015. O estudo verificou que, ao longo do curso, ocorreu a evasão de 41% dos estudantes, percentual motivado, principalmente, por sobrecarga de trabalho escolar, material didático de baixa qualidade e difícil entendimento, dificuldade em conciliar trabalho e estudo, dificuldade de deslocamento para os momentos presenciais. Os autores concluem que a pesquisa trouxe informações fundamentais para se repensar as próximas ofertas do curso.

O sexto artigo desta edição, **Vozes femininas em Bisa Bia, Bisa Bel, de Ana Maria Machado**, é assinado por Thiago Ribeiro. No artigo, o autor busca evidenciar de que modo a experiência tridimensional do tempo presente na obra de Ana Maria Machado traz consigo os valores femininos que deveriam ser observados ao longo de toda a vida de uma mulher.

Na seção de Relatos de Projetos de Pesquisa, Ensino e Extensão desta edição, há o texto assinado por Lillian Gonçalves de Melo e Leandro Ribeiro Lisbôa intitulado **Reflexões sobre a produção escrita: relato de experiência em aulas de português para o Ensino Médio.** Trata-se de um relato de prática exitosa de ensino, que objetivou desenvolver habilidades linguísticas congruentes com as competências exigidas para a redação do Enem.

Por fim, na seção Recital Artístico, somos agraciados pela poesia **O cego, e o outro que via**, de autoria de José D'Assunção Barros. Um dos pareceristas deste trabalho apontou, acertadamente, que o texto "envolve instâncias psíquicas do homem, suas máscaras noturnas e diurnas, expondo-se dimensões da consciência e do ser". Sua leitura suscita longa reflexão sobre o enigma que é a vida.

A Revista Recital se posiciona favoravelmente ao pensamento científico crítico. Em linha de sequência ao pensamento humanista, posiciona-se contra qualquer tentativa de banalização da ciência ou do papel da educação científica, crítica e reflexiva na formação cidadã e no processo civilizatório.

Um recital é um conjunto de peças poéticas, poesias declamadas, concerto musical de vozes e instrumentos, em regime escolar, de aprendizado por estímulo, tentativa e sucesso. Esse é também o espírito desta revista: estimular a produção acadêmica e científica, sem jamais perder a ternura

Alex Lara Martins

Alfredo Costa

Editores da Revista Recital

Almenara, agosto de 2021

RECITAL – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

SUPLEMENTOS ALIMENTARES NO CONTROLE DA COVID-19

Food supplements to control COVID-19

Xênia Macedo SOUTO
Universidade Federal do Rio de Janeiro
xeniapop@gmail.com

Ednilton Moreira GAMA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais IFNMG – Campus Almenara
ednilton.gama@ifnmg.edu.br

Roberta Pereira MATOS
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais IFNMG – Campus Almenara
roberta.matos@ifnmg.edu.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.168

Resumo

Apesar dos avanços na luta contra a COVID-19, até o momento não há medicamento profilático ou terapêutico clinicamente aprovado, e as vacinas disponíveis estão longe de cobrir uma parcela considerável da população mundial. Esse contexto unido ao pior cenário da pandemia, desde o seu início, tem impulsionado a busca por medidas alternativas que possam unir forças no controle da doença. Dessa forma, nessa revisão mostramos o potencial dos suplementos alimentares como adjuvantes na prevenção e tratamento da COVID-19 principalmente em grupos de risco para a doença que apresentam, com frequência, deficiência de micronutrientes importantes no combate às infecções virais. Dentro dessa perspectiva, as vitaminas C e D, o selênio e o zinco têm se destacado pela possibilidade de interferir em etapas chaves da patogênese da COVID-19, principalmente aumentando a resposta imunológica e reduzindo o estresse oxidativo e inflamação aguda típicos da doença. Esses suplementos podem trazer poucos ou nenhum efeito colateral aos pacientes, são fáceis de usar, relativamente baratos e globalmente distribuídos. Dessa forma, o seu emprego na luta contra a COVID-19 emerge como

uma alternativa bastante promissora. Ensaios clínicos já estão em andamento para avaliar a sua eficácia contra a doença.

Palavras-chave: SARS-CoV-2. COVID-19. Vitamina C. Vitamina D. Zinco. Selênio.

Abstract

Despite advances in the fight against COVID-19, so far there are no clinically approved prophylactic or therapeutic drugs, and the vaccines available are far from covering a considerable portion of the world population. This context, together with the worst scenario of the pandemic, since its beginning, has driven the search for alternative measures that can join forces in the control of the disease. Thus, in this review we show the potential of dietary supplements as adjuvants in the prevention and treatment of COVID-19, especially in risk groups, which often have deficiency of important micronutrients in the control of viral infections. Within this perspective, vitamins C and D, selenium and zinc have stood out for their potential to interfere in key stages of the pathogenesis of COVID-19 mainly by its potential to increase the immune response and reducing the oxidative stress and acute inflammation typical of the disease. Since these supplements can bring little or no side effects to patients, and are also easy to use, relatively inexpensive and globally distributed, their use in the fight against COVID-19 emerges as a very promising alternative. Clinical trials are already underway to assess its effectiveness against the disease.

Keywords: SARS-CoV-2. COVID-19. Vitamin C. Vitamin D. Zinc. Selenium.

INTRODUÇÃO

Passado mais de um ano desde a primeira notificação de casos na China, a Doença pelo Coronavírus 2019 (COVID-19), causada pelo coronavírus 2 relacionado à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), vive hoje o seu pior cenário tendo atingido quase 185 milhões de pessoas diretamente e feito quase 4 milhões de vítimas ao redor do mundo (dados de 5 de julho de 2021) (WORLDOMETERS, 2021). Apesar dos números alarmantes e crescentes de casos e óbitos da COVID-19, e dos esforços empreendidos em busca de soluções, até o momento, não há medicamento profilático ou terapêutico clinicamente aprovado para a doença. Até 5 de julho de 2021, pouco mais de 3,22 bilhões de pessoas, das mais de 7,7 bilhões pretendidas, haviam sido totalmente vacinadas (OUR WORLD IN DATA, 2021). Nesse contexto, a busca por medidas complementares que possam ajudar na prevenção e tratamento da doença tem se tornado cada vez mais imperativa.

Entre as medidas de apoio cujo potencial vem sendo estudado no combate à COVID-19 está a suplementação alimentar. Os suplementos alimentares são produtos administrados por via oral que contêm um "ingrediente dietético" destinado a complementar a alimentação, como: aminoácidos, vitaminas e minerais (U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2021). Também conhecidos como suplementos dietéticos, podem ser encontrados em diversas formas como comprimidos, cápsulas de gel, pós e líquidos (KANTOR *et al.*, 2016). Nas últimas décadas, o seu consumo aumentou de maneira considerável já fazendo parte hoje, de maneira rotineira, dos lares de parcela considerável da população mundial (BINNS; LEE; LEE, 2018;

HAMULKA *et al.*, 2021). Os suplementos vêm sendo consumidos por diversas razões que dependem de fatores como sexo e idade, mas, de maneira geral, o seu uso está relacionado à busca de uma melhora da saúde e do bem-estar, à prevenção de doenças e à correção de deficiências alimentares (DICKINSON *et al.*, 2014; HYS, 2020).

Várias evidências sugerem que diferentes suplementos alimentares provenientes, por exemplo, de vegetais, frutas, raízes e ervas podem: a) reduzir o risco ou a gravidade de um grande número de infecções causadas por vírus; b) ter função anti-inflamatória; c) aumentar a resposta imunológica, principalmente em pessoas com deficiência nutricional; e d) ser capazes de eliminar radicais livres e de neutralizar partículas virais (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020). Uma vez que a patogênese da COVID-19 apresenta como algumas das principais características a supressão da imunidade inata do hospedeiro para replicação do SARS-CoV-2 (LI *et al.*, 2020) e indução de estresse oxidativo (DELGADO-ROCHE; MESTA, 2020) associado a um processo inflamatório agudo (SHI; WANG; SHAO, 2020), suplementos com as propriedades citadas anteriormente podem ser grandes aliados no controle da doença. Diante disso, na presente revisão serão apresentados alguns suplementos alimentares promissores como alternativa complementar para o tratamento da COVID-19 e a sua relação com a patogênese da doença.

1 PATOGÊNESE DA COVID-19 E SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR

Embora os detalhes da patogênese da COVID-19 não sejam completamente conhecidos, as evidências até então sugerem a existência de duas fases da doença: a) Fase 1, assintomática, em que o vírus pode ou não ser detectado; e b) Fase 2, sintomática, em que se observa alta carga viral (SHI; WANG; SHAO, 2020). Na fase 1, de maneira geral, ocorre: 1) supressão da resposta imune inata do hospedeiro pelo vírus (LI *et al.*, 2020) e indução de estresse oxidativo no indivíduo (DELGADO-ROCHE; MESTA, 2020; OLAGNIER *et al.*, 2020); 2) replicação do vírus nas células alvo (como aquelas do pulmão e intestino) (SHI; WANG; SHAO, 2020); 3) ativação de granulócitos, macrófagos e monócitos (SHI; WANG; SHAO, 2020); e 4) liberação de tempestade de citocinas pró-inflamatórias como o fator de necrose tumoral (TNF-α) e as interleucinas (IL)-1, IL-6 e IL-8 (CHANNAPPANAVAR; PERLMAN, 2017; OLAGNIER *et al.*, 2020). A Fase 2, por sua vez, é caracterizada por: 1) inflamação aguda nos pulmões e em outros tecidos afetados (DELGADO-ROCHE; MESTA, 2020; SHI; WANG; SHAO, 2020); 2) ativação da enzima hialuronato (HA)-sintase-2 no pulmão e síntese de HA que tem alta capacidade de ligação à água (BELL *et al.*, 2019; MRITYUNJAYA *et al.*, 2020); 3) acúmulo de líquido no pulmão; e 4) pneumonia, síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), falha múltipla de órgãos ou fibrose que podem levar ou não à morte o indivíduo (CHANNAPPANAVAR; PERLMAN, 2017; MRITYUNJAYA *et al.*, 2020; SHI; WANG; SHAO, 2020) (Figura 1).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 1 – Representação esquemática da patogênese da COVID-19



Fonte: elaborado pelos autores com base em Mrityunjaya *et al.*, 2020

Na Fase 1, os indivíduos são portadores do vírus e podem disseminar a infecção, de maneira inconsciente, o que torna esse estágio de suma importância quanto à prevenção da COVID-19 (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020). Várias são as estratégias globais que podem ser utilizadas para prevenir a infecção e replicação viral do SARS-CoV-2, bem como a consequente progressão da doença para a Fase 2. Embora a administração de antivirais tradicionais seja uma estratégia bastante comum nessa primeira fase, a utilização de suplementos alimentares, em paralelo, capazes de fortalecer o sistema imunológico e de auxiliar na luta contra o vírus, tem emergido como uma alternativa promissora no tratamento da COVID-19 (CELIK; GENCAY; OCSOY, 2021). De forma semelhante, suplementos capazes de suprimir o estresse oxidativo e a

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

tempestade de citocinas, iniciadas na Fase 1, bem como o processo de inflamação aguda típica da Fase 2, poderiam ser utilizados para evitar a destruição e os danos causados aos tecidos típicos desse estágio final da doença (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020).

Entre os suplementos alimentares promissores como reforço no tratamento da COVID-19 estão as vitaminas C e D, o zinco e o selênio cujas propriedades serão melhor descritas na próxima sessão.

2 SUPLEMENTOS PROMISSORES CONTRA A DOENÇA

2.1 VITAMINA C

A vitamina C (também conhecida como ácido ascórbico) é um nutriente sintetizado em plantas a partir da frutose e em quase todos os animais a partir da glicose (HOLFORD *et al.*, 2020). Em organismos cuja síntese não ocorre, caso dos seres humanos, a enzima gulonolactona oxidase, necessária a esse processo, está ausente, sendo esse nutriente considerado essencial, precisando, por isso, ser consumido em quantidade suficiente através da dieta (GROSSO *et al.*, 2013).

Várias são as funções biológicas da vitamina C dentre as quais pode-se destacar a sua grande importância: a) na biossíntese de colágeno (LIBBY; AIKAWA, 2002); b) como cofator em várias importantes reações de hidroxilação (MANDL; SZARKA; BÁNHEGYI, 2009), c) como antioxidante (TRABER; STEVENS, 2011); e d) para o bom funcionamento do sistema imune (CARR; MAGGINI, 2017).

Devido ao seu papel essencial para o bom funcionamento do sistema imunológico, a vitamina C pode potencialmente prover proteção contra infecções (CARR; MAGGINI, 2017). No entanto, os níveis dessa vitamina no plasma humano diminuem rapidamente nessas condições bem como em outras de estresse fisiológico como trauma e cirurgia, resultando, não raramente, em deficiência significativa desse nutriente (nível sérico $\leq$ 11 µmol/L) em pacientes hospitalizados (EVANS-OLDERS; EINTRACHT; HOFFER, 2010; RAVINDRAN *et al.*, 2018). A exemplo disso, uma pesquisa com pacientes escoceses idosos hospitalizados, devido a infecções respiratórias agudas, mostrou que 35% dos indivíduos tinham níveis plasmáticos de vitamina C $\leq$ 11 µmol/L (HUNT *et al.*, 1994). Além disso, pessoas com deficiência nesse nutriente, a exemplo daquelas com escorbuto, podem ser mais suscetíveis a infecções respiratórias graves como a pneumonia (HEMILÄ; LOUHIALA, 2007; HOLFORD *et al.*, 2020).

Poucos são os trabalhos, até o momento, que relatam os níveis de vitamina C de pacientes com COVID-19. Um deles, feito com 21 pacientes, admitidos em UTI nos EUA, mostrou que a maioria tinha hipovitaminose (nível sérico < 23 µmol/L) (ARVINTE; SINGH; MARIK, 2020). Além disso, estudo realizado em uma UTI de Barcelona mostrou que 17 dos 18 pacientes avaliados, com quadro de SARA, tinham níveis indetectáveis do nutriente (nível sérico < 9 µmol/L) (CHISCANO-CAMÓN *et al.*, 2020). Dessa forma, níveis baixos de vitamina C são comuns em pacientes hospitalizados em estado crítico com a COVID-19, sendo a explicação mais provável o aumento do seu consumo metabólico (MARIK; HOOPER, 2018).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A suplementação de vitamina C tem demonstrado reduzir a gravidade e duração de infecções do trato respiratório superior, a maioria das quais se presume ser devida a infecções virais (VAN DRIEL *et al.*, 2019). Diante ao provável aumento do consumo metabólico desse nutriente nos quadros críticos de COVID-19, os possíveis benefícios da sua suplementação para a melhora da patologia da doença, nessas condições, têm sido também avaliados (ZHANG *et al.*, 2021). Embora ensaios clínicos nesse sentido ainda estejam em estágio inicial, um estudo piloto (n = 56) recente, realizado em 3 hospitais de Hubei (China), mostrou um potencial benefício da suplementação de altas doses de vitamina C na redução da liberação da citocina pró-inflamatória IL-6 e na melhoria da oxigenação de pacientes com COVID-19 internados em UTI (ZHANG *et al.*, 2021).

Vários são os mecanismos através dos quais a vitamina C tem o potencial de auxiliar no controle da COVID-19 dentre os quais pode-se destacar: a) queda na ativação do fator nuclear kappa B (NF-κB, complexo proteico que desempenha funções como fator de transcrição) e consequente diminuição das espécies reativas do oxigênio (EROs) e da inflamação (CHEN *et al.*, 2014); b) redução da formação de armadilhas extracelulares de neutrófilos que pode contribuir para danos em tecidos e órgãos (MOHAMMED *et al.*, 2013); c) menor infecção viral pela diminuição da expressão do seu receptor de entrada na célula ACE2 (MA *et al.*, 2020); d) mais baixa produção de interferon responsável pela defesa antiviral primária do hospedeiro (COLUNGA BIANCATELLI; BERRILL; MARIK, 2020); e) atenuação do estresse oxidativo (CHEN *et al.*, 2014); f) aumento da produção de cortisol e potencialização dos efeitos anti-inflamatórios e citoprotetores endoteliais dos glicocorticoides (KODAMA *et al.*, 1994; BARABUTIS *et al.*, 2017); g) aumento da função da barreira epitelial do pulmão (FISHER *et al.*, 2012); e g) diminuição da SARA ou LPA (lesão pulmonar aguda) (GROMMES; SOEHNLEIN, 2011; MOHAMMED *et al.*, 2013) (Figura 2).

Apesar do grande potencial da vitamina C como alternativa complementar no tratamento da COVID-19 em pacientes críticos, não existe, até o momento, comprovação científica significativa para essa hipótese, sendo necessários ensaios clínicos mais robustos já em andamento.

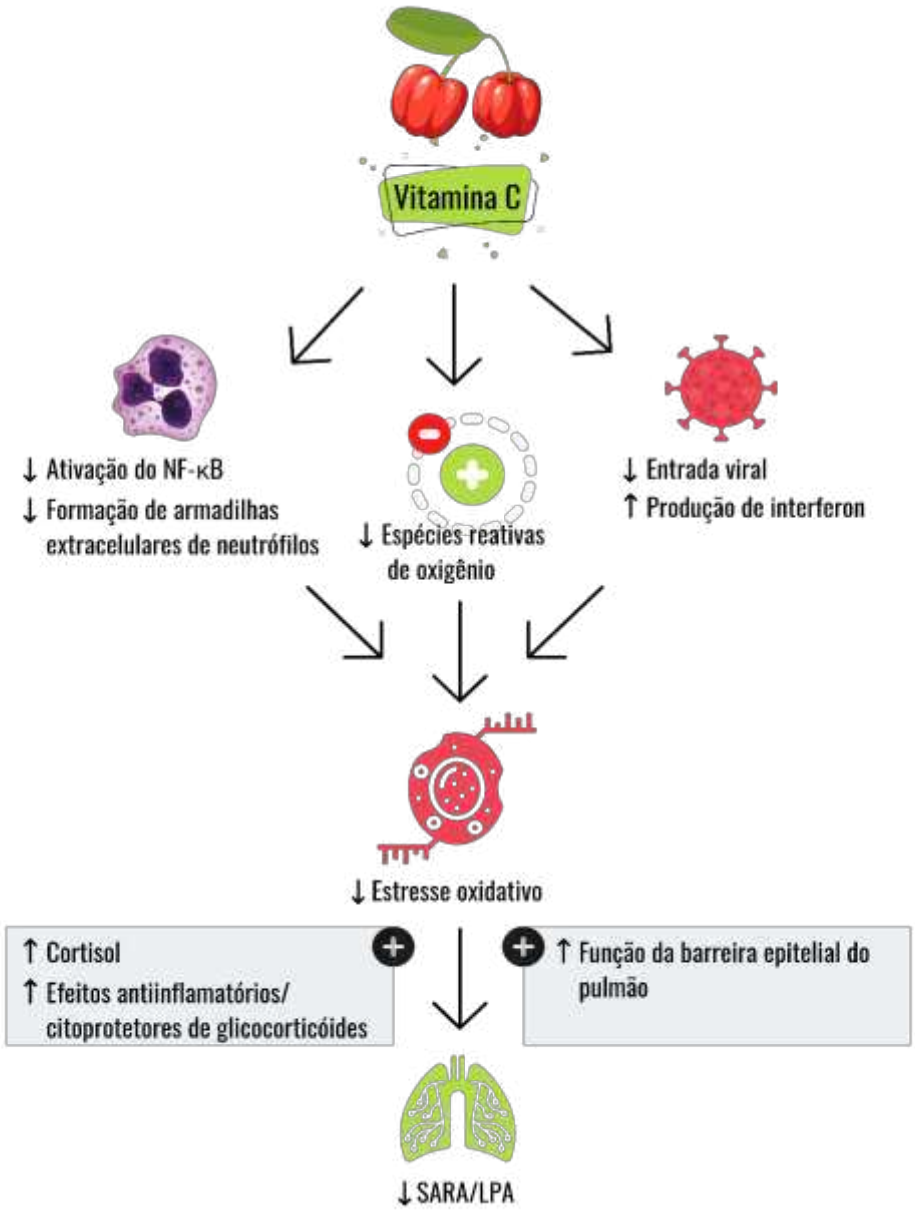
2.2 VITAMINA D

A vitamina D existe nas formas D_2 (ergocalciferol) e D_3 (colecalciferol). Enquanto a vitamina D_2 deriva da irradiação UVB de fungos e plantas, a vitamina D_3 é encontrada em peixes gordurosos, óleo de fígado de bacalhau e também na pele humana (GRIFFIN *et al.*, 2020). A obtenção de quantidade suficiente de vitamina D pelos seres humanos através dos alimentos é muito difícil sendo a geração pela ação dos raios UVB na pele a sua principal fonte (WACKER; HOLICK, 2013a). Neles, o principal metabólito das formas D_2 e D_3, conhecido como 25-hidroxivitamina D ou 25(OH)D, é utilizado para medir o status da vitamina D no soro sanguíneo (HOLICK *et al.*, 2011).

Embora a vitamina D seja principalmente conhecida por desempenhar papel fundamental no metabolismo do cálcio-fósforo e na manutenção da saúde óssea dos seres humanos, muitas outras funções para esse nutriente foram postuladas, recentemente, como o seu papel nas respostas imunomoduladoras, antioxidantes e antivirais (PRIETL *et al.*, 2013; WACKER; HOLICK, 2013b; WIMALAWANSA, 2019).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 2 – Potenciais mecanismos de ação da vitamina C no controle da COVID-19.



Fonte: elaborado pelos autores com base em Holford *et al.*, 2020.

Existem evidências de que a deficiência de vitamina D está relacionada a um aumento na suscetibilidade a infecções respiratórias virais agudas (MONLEZUN *et al.*, 2015). Um estudo feito com 1.016 bebês norte-americanos, com menos de 12 meses, hospitalizados com bronquiolite mostrou, por exemplo, que a necessidade de cuidados intensivos era de 22% se a concentração de vitamina D nesses pacientes fosse inferior a 50 nmol.L^{-1} (insuficiência basal) contra 12%, se a concentração de vitamina D fosse maior que 75 nmol.L^{-1} (normalidade); ($p = 0,003$) (VO *et al.*, 2018).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Alguns trabalhos têm relatado uma associação entre a deficiência de vitamina D e uma maior incidência ou gravidade da infecção por SARS-CoV-2 (KAUFMAN *et al.*, 2020). Nos Estados Unidos, um estudo feito com 191.779 pacientes (idade mediana de 54 anos), de todos os 50 estados do país, que fizeram testes de COVID-19 de meados de março a meados de abril de 2020, mostrou que a taxa de positividade para a doença foi maior nos 39.190 pacientes com deficiência da vitamina (25(OH)D < 20 ng/mL) do que nos 27.870 pacientes com "valores adequados" (25(OH)D de 30–34 ng/mL) e 12.321 pacientes com valores superiores (25(OH)D ≥55 ng/mL) (KAUFMAN *et al.*, 2020). Outro estudo feito no Maharani Laxmi Bai Medical College, na Índia, envolvendo 154 pacientes com COVID-19 assintomáticos (Grupo A, N=91) ou gravemente enfermos (Grupo B, N=63), na faixa etária de 30 a 60 anos, mostrou uma prevalência de deficiência de vitamina D de 32,96% no Grupo A e de 96,82% no Grupo B (JAIN *et al.*, 2020). Diante de achados como esses, o potencial da suplementação de vitamina D na redução do risco de infecção por SARS-CoV-2 e como adjuvante no tratamento da COVID-19 em pacientes críticos tem sido avaliado.

A suplementação de vitamina D tem mostrado potencializar a resposta imune inata a diferentes infecções virais como Influenza A e B, parainfluenza 1 e 2, e hepatite C crônica (ABU-MOUCH *et al.*, 2011; ZDRENGHEA *et al.*, 2017). Com relação à COVID-19, pesquisas sobre um efeito direto da suplementação desse nutriente no controle da infecção pelo SARS-CoV-2 ainda são escassas. No entanto, um pequeno estudo (n = 76) desenvolvido na Espanha com pacientes internados em unidade de terapia intensiva mostrou uma redução significativa da gravidade da doença entre pacientes que receberam altas doses da vitamina D como tratamento (ENTRENAS CASTILLO *et al.*, 2020). Um dos grupos que particularmente poderia se beneficiar da suplementação dessa vitamina é o dos idosos por apresentarem, mais frequentemente, deficiência neste nutriente (GONCALVES-MENDES *et al.*, 2019).

De maneira geral, a vitamina D tem o potencial de favorecer a melhora da patogênese da COVID-19 através de diferentes mecanismos, incluindo: a) diminuição da expressão das citocinas pró-inflamatórias IL-12, IL-16, IL-8, TNF-α e IFN-γ e aumento das citocinas IL-4, IL-5, IL-10 (que estimulam o sistema imunológico) (LEMIRE *et al.*, 1995; JEFFERY *et al.*, 2009); b) aumento dos níveis de NRF-2 (que tem função antioxidante) (WIMALAWANSA, 2019); e c) bloqueio da ativação do NF-κB p65 através da regulação positiva de I-kappa-B-alfa (IKB-α) (CHEN *et al.*, 2013).

Apesar dos reconhecidos benefícios da vitamina D no combate a diferentes infecções virais e do seu uso (principalmente em crianças, adultos e grupos étnicos minoritários) estar sendo, durante a pandemia, recomendado em alguns governos como o Reino Unido (THE LANCET; AMP; ENDOCRINOLOGY, 2021), faltam ainda evidências suficientes que apoiem a sua suplementação com o objetivo de prevenir ou tratar a COVID-19, devendo seu efeito ser melhor investigado.

2.3 SELÊNIO

O selênio é um mineral encontrado, em grande quantidade, em alimentos como alho, milho, repolho e cebola. É um micronutriente essencial que desempenha um papel vital em vários processos fisiológicos e no sistema imunológico (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020). A sua deficiência representa um fator de risco associado à infecção por diferentes tipos de vírus que podem, nessas condições, "atacar" o sistema imune com maior facilidade (GUILLIN *et al.*,

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

2019). Além disso, espécies virais patogênicas mostram taxas de mutação mais elevadas em indivíduos com deficiência de selênio, o que pode contribuir, decisivamente, para uma evolução rápida desses microrganismos (BECK; LEVANDER; HANDY, 2003).

Embora os dados sobre os níveis de selênio em pacientes gravemente afetados por COVID-19 ainda sejam escassos, achados recentes têm correlacionado as taxas de cura da doença com a quantidade de selênio no organismo humano (ZHANG *et al.*, 2020). Um recente estudo europeu, por exemplo, mostrou que o status de selênio foi significativamente maior em amostras de pacientes que sobreviveram à COVID-19 em comparação aos não sobreviventes (53,3 ± 16,2 vs. 40,8 ± 8,1 μg/L, respectivamente) podendo a deficiência desse nutriente estar associada ao risco de morte pela doença (MOGHADDAM *et al.*, 2020). Paralelamente, um estudo feito na China mostrou que a taxa de cura da COVID-19 na cidade de Enshi (36,4%), conhecida pela alta ingestão de selênio pela população, foi muito maior do que em outras cidades da província de Hubei (média de 13,1%) (ZHANG *et al.*, 2020). Coletivamente, esses estudos apoiam a noção de que o selênio pode ser relevante no curso da doença (FAKHROLMOBASHERI *et al.*, 2020; KIELISZEK; LIPINSKI, 2020; SEALE *et al.*, 2020).

Infecções virais tendem a diminuir, significativamente, a concentração de selênio sérico nos seres humanos (AVERY; HOFFMANN, 2018). Diante da importância desse nutriente nessas condições, a sua suplementação, em doses adequadas, tem o potencial de trazer benefícios aos pacientes como medida complementar no tratamento da COVID-19. De maneira geral, o selênio pode atuar de forma benéfica na patogênese da doença de diferentes formas que incluem o aumento de linfócitos T (responsáveis pela resposta imune antiviral), das funções inatas das células e da atividade das células natural killer (NK) necessárias para o seu bom funcionamento (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020). Paralelamente, esse mineral também pode suprimir a ativação de NF-κB e a liberação de citocinas pró-inflamatórias (DHANJAL *et al.*, 2017). Da mesma forma, a suplementação de selênio, em indivíduos com infecção viral e deficiência desse nutriente, tem efeito antioxidante desde que é capaz de aumentar, nessas condições, as atividades glutationa peroxidase, de outras selenoenzimas antioxidantes e de catalase (DWORKIN, 1994). É importante ainda ressaltar que o selênio auxilia o sistema imunológico atuando como cofator de enzimas envolvidas em modificações pós-traducionais críticas de proteínas das quais ele depende (ex.: selenoproteínas específicas contendo selenocisteína em seus sítios ativos) (AVERY; HOFFMANN, 2018; SCHOMBURG, 2020).

Uma vez que a suplementação de selênio mostrou ser capaz de aumentar a resistência a infecções respiratórias em humanos (KIELISZEK; LIPINSKI, 2020), pacientes com COVID-19 estão sendo encorajados a ter uma ingestão adequada desse nutriente em alguns países (SHAKOOR *et al.*, 2021). No entanto, informações sobre os efeitos da sua suplementação quanto à infecção pelo SARS-CoV-2 são limitadas sendo necessários ainda estudos clínicos que comprovem o seu benefício.

2.4 **ZINCO**

O zinco é um metal encontrado principalmente na clara de ovo, na carne de frango, nos mariscos, nas ostras, nas carnes vermelhas, no fígado, nas nozes e nas leguminosas (SANDSTRÖM, 1997). Devido à sua função como molécula sinalizadora, cofator e elemento estrutural, está envolvido em diversos processos biológicos (MRITYUNJAYA *et al.*, 2020). Entre os papéis desse nutriente se destaca aquele desempenhado na função e desenvolvimento

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

do sistema imunológico dos seres vivos (ROOHANI, NAZANIN *et al.*, 2013; GAMMOH; RINK, 2017; WESSELS; MAYWALD; RINK, 2017). Exemplo disso é que a sua deficiência resulta na disfunção e números alterados de todas as células imunes de modo que indivíduos com níveis desse nutriente abaixo do desejável têm um risco maior de terem câncer, distúrbios autoimunes e doenças infeciosas (ROOHANI, N. *et al.*, 2013; HAASE; SCHOMBURG, 2019; WESSELS; RINK, 2020). Além disso, o zinco tem funções antivirais e antioxidantes, e regula a atividade inflamatória (READ *et al.*, 2019).

Além dos indivíduos mal nutridos, os grupos de risco para a deficiência de zinco incluem idosos, pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, asma brônquica, doenças cardiovasculares, doenças autoimunes, doenças renais, diálise, obesidade, diabetes, câncer, aterosclerose, cirrose hepática, imunossupressão e dano hepático conhecido (ACKLAND; MICHALCZYK, 2006; WESSELS; RINK, 2020). A deficiência de zinco tem sido associada a níveis elevados de mediadores pró-inflamatórios, aumento dos níveis de EROs e pré-disposição para progressão severa de doenças inflamatórias, especialmente aquelas que afetam o pulmão, muitas vezes reversíveis pela suplementação desse nutriente (PRASAD, 2000; KAHMANN *et al.*, 2008; BESECKER *et al.*, 2011; HOEGER *et al.*, 2017; WESSELS; ROLLES; RINK, 2020). Uma vez que estudos passados mostraram que a deficiência de zinco já foi responsável por 16% das infecções respiratórias agudas em todo o mundo (OMS, 2002), é possível que essa condição esteja ligada ao risco de infecção e progressão grave da COVID-19, sugerindo que a sua suplementação possa trazer benefícios no controle da doença.

Os possíveis benefícios da suplementação do zinco na prevenção e tratamento da COVID-19 são embasados por uma linha de estudos de sucesso acerca da utilização desse nutriente com foco em infecções respiratórias (MALIK *et al.*, 2014; HASANZADEH KIABI *et al.*, 2017; RERKSUPPAPHOL; RERKSUPPAPHOL, 2019; WESSELS; ROLLES; RINK, 2020). Na maioria dos casos, a suplementação profilática do zinco foi mais eficaz do que procedimentos terapêuticos (ROTH; RICHARD; BLACK, 2010; SINGH; DAS, 2013; HASANZADEH KIABI *et al.*, 2017). Além disso, estudos mostraram redução na gravidade dos sintomas, da frequência e duração do resfriado comum, boa parte causado por coronavírus (WESSELS; ROLLES; RINK, 2020), após a suplementação de zinco (GODFREY *et al.*, 1992; HEMILÄ, 2017), dependendo da dosagem, do composto molecular ligado a esse mineral e do momento de administração após os sintomas iniciais (WANG; WIN; PANG, 2020).

Considerando um contexto de deficiência de zinco, a sua suplementação pode atuar como adjuvante na luta contra a COVID-19 de diferentes formas. O zinco é capaz de modular a entrada viral, fusão, replicação, tradução de proteínas virais e brotamento de vírus respiratórios (ISHIDA, 2019; READ *et al.*, 2019). Esse mineral também pode aumentar a expressão de interferon alfa (efeito antiviral via sinalização JAK/STAT1) (CAKMAN; KIRCHNER; RINK, 1997; BERG *et al.*, 2001), a citotoxicidade das células NK e T citotóxicas (GAMMOH; RINK, 2017; WESSELS; MAYWALD; RINK, 2017; ROLLES; MAYWALD; RINK, 2018) e auxiliar na manutenção da integridade do tecido pulmonar (ROSCIOLI *et al.*, 2017). Além disso, o zinco pode equilibrar a resposta imunológica diminuindo a formação de armadilhas extracelulares de neutrófilos (WESSELS *et al.*, 2020), de EROs induzida pela inflamação (PRASAD *et al.*, 2007), e a ativação de citocinas pró-inflamatórias como IL-1β, IL-6 e TNF-α (WESSELS; ROLLES; RINK, 2020).

Embora sejam necessários mais estudos para avaliar o efeito do zinco como opção terapêutica no combate à COVID-19, a suplementação preventiva desse mineral em indivíduos de grupos de risco tem sido sugerida, uma vez que pode trazer poucos ou nenhum efeito colateral aos

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

pacientes. Ensaios clínicos visando avaliar o efeito da suplementação de zinco isoladamente e em combinação com outras drogas já estão em andamento (ANZCTR, 2020; NIH, 2020; 2021a).

3 PERIGOS DO EXCESSO DE SUPLEMENTAÇÃO

Diferente do consumo rotineiro de alimentos ricos em vitamina C, D, selênio e zinco e da suplementação terapêutica, que raramente trazem malefícios à saúde, a ingestão excessiva desses nutrientes através de suplementos, sem necessidade, pode trazer prejuízos em maior ou menor grau aos seres humanos. O consumo em excesso de vitamina C pode causar efeitos colaterais como náusea, diarreia, cólicas abdominais e outros distúrbios gastrointestinais devido à sua ação osmótica quando não absorvida no trato gastrointestinal (JACOB; SOTOUDEH, 2002). Além disso, alguns estudos mostraram que o excesso dessa vitamina pode contribuir para a formação de cálculos renais, redução dos níveis de vitamina B12 e cobre, erosão do esmalte dentário e respostas alérgicas (NIH, 2021c). A vitamina D, por sua vez, aumenta a absorção de cálcio no trato gastrointestinal de modo que o seu consumo em excesso resulta em hipercalcemia acentuada que pode causar fraqueza muscular, vômitos, náuseas, dor, distúrbios neuropsiquiátricos, sede excessiva, desidratação, poliúria, perda de apetite e cálculos renais (GALIOR; GREBE; SINGH, 2018; NIH, 2021d). Quanto ao selênio, os primeiros indicadores de ingestão excessiva são o odor de alho no hálito e gosto metálico na boca. Além disso, a ingestão cronicamente elevada desse nutriente pode causar a perda ou fragilização de cabelo e unhas, diarreia, irritabilidade, anomalias ou lesões do sistema nervoso, náuseas, fadiga, erupções cutâneas e manchas nos dentes (NIH, 2021b). A forma aguda da toxicidade do selênio, por sua vez, pode causar a síndrome do desconforto respiratório agudo, infarto do miocárdio, sensibilidade muscular, sintomas gastrointestinais e neurológicos graves, rubor facial, insuficiência renal, queda de cabelo, tremores, tontura, insuficiência cardíaca e, mais raramente, morte (INSTITUTE OF MEDICINE PANEL, 2000; SUNDE, 2006). Com relação ao zinco, os efeitos colaterais da forma aguda da sua toxicidade incluem diarreia, náuseas, perda de apetite, vômitos, dores de cabeça e cólicas abdominais. Já a ingestão de 150–450 mg de zinco por dia tem sido associada a efeitos crônicos como função imunológica reduzida, função alterada do ferro e baixa concentração de cobre (NIH, 2021e). Daí a importância de a suplementação ser orientada por um profissional qualificado que se atente para a porção diária recomendada de cada nutriente (Tabela 1) bem como para os níveis de ingestão máxima diária toleráveis para cada indivíduo (Tabela 2).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 1 – Porções diárias recomendadas para as vitaminas C e D, selênio e zinco.

Vitamina C (mg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	40	40	-	-
7-12 meses	50	50	-	-
1-3 anos	15	15	-	-
4-8 anos	25	25	-	-
9-13 anos	45	45	-	-
14-18 anos	75	65	80	115
19 + anos	90	75	85	120
Fumantes	Indivíduos que fumam requerem 35 mg / dia a mais de vitamina C do que os não fumantes.			
Vitamina D (mcg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-12 meses	10	10	-	-
1-13 anos	15	15	-	-
14-18 anos	15	15	15	15
19-50 anos	15	15	15	15
51-70 anos	15	15	-	-
> 70 anos	20	20	-	-
Selênio (mcg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	15	15	-	-
7-12 meses	20	20	-	-
1-3 anos	20	20	-	-
4-8 anos	30	30	-	-
9-13 anos	40	40	-	-
14-18 anos	55	55	60	70
19-50 anos	55	55	60	70
51+ anos	55	55	-	-
Zinco (mg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	2	2	-	-
7-12 meses	3	3	-	-
1-3 anos	3	3	-	-
4-8 anos	5	5	-	-
9-13 anos	8	8	-	-
14-18 anos	11	9	12	13
19 + anos	11	8	11	12

Fonte: elaborado pelos autores com base em NIH, 2021bcde

Tabela 2 – Níveis de ingestão máxima diária toleráveis para as vitaminas C e D, selênio e zinco.

Vitamina C (mg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-12 meses	-	-	-	-
1-3 anos	400	400	-	-
4-8 anos	650	650	-	-
9-13 anos	1.200	1.200	-	-
14-18 anos	1.800	1.800	1.800	1.800
19 + anos	2.000	2.000	2.000	2.000
Vitamina D (mcg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	25	25	-	-
7-12 meses	38	38	-	-
1-3 anos	63	63	-	-
4-8 anos	75	75	-	-
9-18 anos	100	100	100	100
19 + anos	100	100	100	100
Selênio (mcg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	45	45	-	-
7-12 meses	60	60	-	-
1-3 anos	90	90	-	-
4-8 anos	150	150	-	-
9-13 anos	280	280	-	-
14-18 anos	400	400	400	400
19 + anos	400	400	400	400
Zinco (mg)				
Idade	Homem	Mulher	Grávida	Lactante
0-6 meses	4	4	-	-
7-12 meses	5	5	-	-
1-3 anos	7	7	-	-
4-8 anos	12	12	-	-
9-13 anos	23	23	-	-
14-18 anos	34	34	34	34
19 + anos	40	40	40	40

Fonte: elaborado pelos autores com base em NIH, 2021bcde.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia COVID-19 levou a muitas alegações exageradas e infundadas sobre os possíveis efeitos positivos de diversos suplementos alimentares no controle da doença. Por isso, é importante ressaltar que, apesar de todos os dados promissores apresentados ao longo dessa revisão, exceto para o papel das vitaminas C e D, selênio e zinco em pacientes com deficiência desses nutrientes, não há estudos satisfatórios, até o momento, que apoiem o uso de suplementos alimentares na prevenção e tratamento da COVID-19 em indivíduos saudáveis e bem nutridos. Apesar disso, as suas vendas aumentaram consideravelmente, desde o início da pandemia da COVID-19, na maioria dos países (HAMULKA *et al.*, 2021), o que tem preocupado especialistas quanto aos riscos que a suplementação excessiva desses nutrientes pode trazer. De qualquer forma, é válido ressaltar a importância desses estudos principalmente para os grupos de risco da COVID-19 que são mais propensos a terem deficiência de micronutrientes (RICHARDSON; LOVEGROVE, 2021). Para esses indivíduos, inclusive, a suplementação com as vitaminas C e D, selênio e zinco, sob orientação médica, pode trazer grandes benefícios seja na prevenção ou como adjuvante no tratamento da COVID-19 por tudo o que vimos ao longo dessa revisão e por serem uma opção simples, relativamente barata e globalmente disponível.

O que realmente ficou claro após exaustiva pesquisa bibliográfica acerca de um tema tão polêmico é a importância da manutenção de uma dieta alimentar saudável. Isso passa por uma dieta balanceada na ingestão de micro e macronutrientes, visando ao fortalecimento do sistema imunológico do indivíduo. Talvez esse seja o segredo para a prevenção e/ou para atenuar os sintomas não só da COVID-19, mas também de outras enfermidades que podem acometer o organismo humano.

REFERÊNCIAS

ABU-MOUCH, S. *et al.* Vitamin D supplementation improves sustained virologic response in chronic hepatitis C (genotype 1)-naïve patients. **World J Gastroenterol**, 17, n. 47, p. 5184-5190, Dec. 21, 2011.

ACKLAND, M. L.; MICHALCZYK, A. Zinc deficiency and its inherited disorders -a review. **Genes Nutr**, 1, n. 1, p. 41-49, Mar 2006.

ANZCTR. High-Dose Intravenous Zinc (HDIVZn) As Adjunctive Therapy in COVID-19 Positive Critically Ill Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. 2020. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7365891/#B160. Acesso em: 30 mar. 2020.

ARVINTE, C.; SINGH, M.; MARIK, P. E. Serum Levels of Vitamin C and Vitamin D in a Cohort of Critically Ill COVID-19 Patients of a North American Community Hospital Intensive Care Unit in May 2020: A Pilot Study. **Medicine in drug discovery**, 8, p. 100064-100064, 2020.

AVERY, J. C.; HOFFMANN, P. R. Selenium, Selenoproteins, and Immunity. **Nutrients**, 10, n. 9, p. 1203, 2018.

BARABUTIS, N. *et al.* Hydrocortisone and Ascorbic Acid Synergistically Prevent and Repair Lipopolysaccharide-Induced Pulmonary Endothelial Barrier Dysfunction. **CHEST**, 152, n. 5, p. 954-962, 2017.

BECK, M. A.; LEVANDER, O. A.; HANDY, J. Selenium Deficiency and Viral Infection. **The Journal of Nutrition**, 133, n. 5, p. 1463S-1467S, 2003.

BELL, T. J. *et al.* Defective lung function following influenza virus is due to prolonged, reversible hyaluronan synthesis. **Matrix Biology**, 80, p. 14-28, 2019.

BERG, K. *et al.* Zinc potentiates the antiviral action of human IFN-alpha tenfold. **J Interferon Cytokine Res**, 21, n. 7, p. 471-474, Jul 2001.

BESECKER, B. Y. *et al.* A comparison of zinc metabolism, inflammation, and disease severity in critically ill infected and noninfected adults early after intensive care unit admission. **Am J Clin Nutr**, 93, n. 6, p. 1356-1364, Jun 2011.

BINNS, C. W.; LEE, M. K.; LEE, A. H. Problems and Prospects: Public Health Regulation of Dietary Supplements. **Annu Rev Public Health**, 39, p. 403-420, 2018.

CAKMAN, I.; KIRCHNER, H.; RINK, L. Zinc supplementation reconstitutes the production of interferon-alpha by leukocytes from elderly persons. **J Interferon Cytokine Res**, 17, n. 8, p. 469-472, Aug 1997.

CARR, A. C.; MAGGINI, S. Vitamin C and Immune Function. **Nutrients**, 9, n. 11, p. 1211, 2017.

CELIK, C.; GENCAY, A.; OCSOY, I. Can food and food supplements be deployed in the fight against the COVID 19 pandemic? **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects**, 1865, n. 2, p. 129801, 2021.

CHANNAPPANAVAR, R.; PERLMAN, S. Pathogenic human coronavirus infections: causes and consequences of cytokine storm and immunopathology. **Seminars in Immunopathology**, 39, n. 5, p. 529-539, 2017.

CHEN, Y. *et al.* Vitamin C Mitigates Oxidative Stress and Tumor Necrosis Factor-Alpha in Severe Community-Acquired Pneumonia and LPS-Induced Macrophages. **Mediators of Inflammation**, 2014, p. 426740, 2014.

CHEN, Y. *et al.* Vitamin D Receptor Inhibits Nuclear Factor κB Activation by Interacting with IκB Kinase β Protein *. **Journal of Biological Chemistry**, 288, n. 27, p. 19450-19458, 2013.

CHISCANO-CAMÓN, L. *et al.* Vitamin C levels in patients with SARS-CoV-2-associated acute respiratory distress syndrome. **Critical Care**, 24, n. 1, p. 522, 2020.

COLUNGA BIANCATELLI, R. M. L.; BERRILL, M.; MARIK, P. E. The antiviral properties of vitamin C. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, 18, n. 2, p. 99-101, 2020.

DELGADO-ROCHE, L.; MESTA, F. Oxidative Stress as Key Player in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS-CoV) Infection. **Archives of Medical Research**, 51, n. 5, p. 384-387, 2020.

DHANJAL, N. I. k. *et al.* Selenium supplementation through Se-rich dietary matrices can upregulate the anti-inflammatory responses in lipopolysaccharide-stimulated murine macrophages. **Food and Agricultural Immunology**, 28, n. 6, p. 1374-1392, 2017/11/02 2017.

DICKINSON, A. *et al.* Consumer Usage and Reasons for Using Dietary Supplements: Report of a Series of Surveys. **Journal of the American College of Nutrition**, 33, n. 2, p. 176-182, 2014.

DWORKIN, B. M. Selenium deficiency in HIV infection and the acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). **Chemico-Biological Interactions**, 91, n. 2, p. 181-186, 1994.

ENTRENAS CASTILLO, M. *et al.* "Effect of calcifediol treatment and best available therapy versus best available therapy on intensive care unit admission and mortality among patients hospitalized for COVID-19: A pilot randomized clinical study". **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, 203, p. 105751, 2020.

EVANS-OLDERS, R.; EINTRACHT, S.; HOFFER, L. J. Metabolic origin of hypovitaminosis C in acutely hospitalized patients. **Nutrition**, 26, n. 11, p. 1070-1074, 2010.

FAKHROLMOBASHERI, M. *et al.* Selenium supplementation can relieve the clinical complications of COVID-19 and other similar viral infections. p. 1-3, Jun 9 2020.

FISHER, B. J. *et al.* Mechanisms of attenuation of abdominal sepsis induced acute lung injury by ascorbic acid. **Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol**, 303, n. 1, p. L20-32, Jul 1 2012.

GALIOR, K.; GREBE, S.; SINGH, R. Development of Vitamin D Toxicity from Overcorrection of Vitamin D Deficiency: A Review of Case Reports. **Nutrients**, 10, n. 8, Jul 24 2018.

GAMMOH, N. Z.; RINK, L. Zinc in Infection and Inflammation. **Nutrients**, 9, n. 6, p. 624, 2017.

GODFREY, J. C. *et al.* Zinc Gluconate and the Common Cold: A Controlled Clinical Study. **Journal of International Medical Research**, 20, n. 3, p. 234-246, 1992.

GONCALVES-MENDES, N. *et al.* Impact of Vitamin D Supplementation on Influenza Vaccine Response and Immune Functions in Deficient Elderly Persons: A Randomized Placebo-Controlled Trial. **Frontiers in Immunology**, 10, n. 65, 2019. Clinical Trial.

GRIFFIN, G. *et al.* Vitamin D and COVID-19: evidence and recommendations for supplementation. **Royal Society Open Science**, 7, n. 12, p. 201912, 2020.

GROMMES, J.; SOEHNLEIN, O. Contribution of Neutrophils to Acute Lung Injury. **Molecular Medicine**, 17, n. 3, p. 293-307, 2011.

GROSSO, G. *et al.* Effects of vitamin C on health: a review of evidence. **Front Biosci (Landmark Ed)**, 18, p. 1017-1029, Jun 1 2013.

GUILLIN, O. M. *et al.* Selenium, Selenoproteins and Viral Infection. **Nutrients**, 11, n. 9, p. 2101, 2019.

HAASE, H.; SCHOMBURG, L. You'd Better Zinc—Trace Element Homeostasis in Infection and Inflammation. **Nutrients**, 11, n. 9, p. 2078, 2019.

HAMULKA, J. *et al.* Dietary Supplements during COVID-19 Outbreak. Results of Google Trends Analysis Supported by PLifeCOVID-19 Online Studies. **Nutrients**, 13, n. 1, p. 54, 2021.

HASANZADEH KIABI, F. *et al.* Zinc Supplementation in Adult Mechanically Ventilated Trauma Patients is Associated with Decreased Occurrence of Ventilator-associated Pneumonia: A Secondary Analysis of a Prospective, Observational Study. **Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine**, 21, n. 1, p. 34-39, 2017.

HEMILÄ, H. Zinc lozenges and the common cold: a meta-analysis comparing zinc acetate and zinc gluconate, and the role of zinc dosage. **JRSM Open**, 8, n. 5, p. 2054270417694291, 2017.

HEMILÄ, H.; LOUHIALA, P. Vitamin C may affect lung infections. **J R Soc Med**, 100, n. 11, p. 495-498, Nov 2007.

HOEGER, J. *et al.* Persistent low serum zinc is associated with recurrent sepsis in critically ill patients - A pilot study. **PLoS One**, 12, n. 5, p. e0176069, 2017.

HOLFORD, P. *et al.* Vitamin C - An Adjunctive Therapy for Respiratory Infection, Sepsis and COVID-19. **Nutrients**, 12, n. 12, p. 3760, 2020.

HOLICK, M. F. *et al.* Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. **J Clin Endocrinol Metab**, 96, n. 7, p. 1911-1930, Jul 2011.

HUNT, C. *et al.* The clinical effects of vitamin C supplementation in elderly hospitalised patients with acute respiratory infections. **Int J Vitam Nutr Res**, 64, n. 3, p. 212-219, 1994.

HYS, K. Identification of the Reasons Why Individual Consumers Purchase Dietary Supplements. *In*: SROKA, W. (Ed.). **Perspectives on Consumer Behaviour. Contributions to Management Science**. Cham: Springer, 2020.

INSTITUTE OF MEDICINE PANEL. Dietary, Antioxidants
Related, Compounds. *In*: **Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids**. Washington (DC): National Academies Press (US)
Copyright 2000 by the National Academy of Sciences. All rights reserved., 2000.

ISHIDA, T. Review on The Role of Zn2+ Ions in Viral Pathogenesis and the Effect of Zn2+ Ions for Host Cell-Virus Growth Inhibition. **Am J Biomed Sci & Res.**, 2, n. 1, 2019.

JACOB, R. A.; SOTOUDEH, G. Vitamin C function and status in chronic disease. **Nutr Clin Care**, 5, n. 2, p. 66-74, Mar-Apr 2002.

JAIN, A. *et al.* Analysis of vitamin D level among asymptomatic and critically ill COVID-19 patients and its correlation with inflammatory markers. **Scientific Reports**, 10, n. 1, p. 20191, 2020.

JEFFERY, L. E. *et al.* 1,25-Dihydroxyvitamin D₃ and IL-2 Combine to Inhibit T Cell Production of Inflammatory Cytokines and Promote Development of Regulatory T Cells Expressing CTLA-4 and FoxP3. **The Journal of Immunology**, 183, n. 9, p. 5458-5467, 2009.

KAHMANN, L. *et al.* Zinc supplementation in the elderly reduces spontaneous inflammatory cytokine release and restores T cell functions. **Rejuvenation Res**, 11, n. 1, p. 227-237, Feb 2008.

KANTOR, E. D. *et al.* Trends in Dietary Supplement Use Among US Adults From 1999-2012. **JAMA**, 316, n. 14, p. 1464-1474, 2016.

KAUFMAN, H. W. *et al.* SARS-CoV-2 positivity rates associated with circulating 25-hydroxyvitamin D levels. **PLOS ONE**, 15, n. 9, p. e0239252, 2020.

KIELISZEK, M.; LIPINSKI, B. Selenium supplementation in the prevention of coronavirus infections (COVID-19). **Medical Hypotheses**, 143, p. 109878, 2020/10/01/ 2020.

KODAMA, M. *et al.* Vitamin C infusion treatment enhances cortisol production of the adrenal via the pituitary ACTH route. **In Vivo**, 8, n. 6, p. 1079-1085, Nov-Dec 1994.

LEMIRE, J. M. *et al.* Immunosuppressive Actions of 1,25-Dihydroxyvitamin D3: Preferential Inhibition of Th1 Functions. **The Journal of Nutrition**, 125, n. suppl_6, p. 1704S-1708S, 1995.

LI, X. *et al.* Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, 10, n. 2, p. 102-108, 2020.

LIBBY, P.; AIKAWA, M. Vitamin C, collagen, and cracks in the plaque. **Circulation**, 105, n. 12, p. 1396-1398, Mar 26 2002.

MA, S. *et al.* Single-cell transcriptomic atlas of primate cardiopulmonary aging. **Cell Research**, 2020/09/10 2020.

MALIK, A. *et al.* Zinc supplementation for prevention of acute respiratory infections in infants: A randomized controlled trial. **Indian Pediatrics**, 51, n. 10, p. 780-784, 2014/10/01 2014.

MANDL, J.; SZARKA, A.; BÁNHEGYI, G. Vitamin C: update on physiology and pharmacology. **British Journal of Pharmacology**, 157, n. 7, p. 1097-1110, 2009.

MARIK, P. E.; HOOPER, M. H. Doctor—your septic patients have scurvy! **Critical Care**, 22, n. 1, p. 23, 2018.

MOGHADDAM, A. *et al.* Selenium Deficiency Is Associated with Mortality Risk from COVID-19. **Nutrients**, 12, n. 7, p. 2098, 2020.

MOHAMMED, B. M. *et al.* Vitamin C: a novel regulator of neutrophil extracellular trap formation. **Nutrients**, 5, n. 8, p. 3131-3151, 2013.

MONLEZUN, D. J. *et al.* Vitamin D status and acute respiratory infection: cross sectional results from the United States National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2006. **Nutrients**, 7, n. 3, p. 1933-1944, Mar 13 2015.

MRITYUNJAYA, M. *et al.* Immune-Boosting, Antioxidant and Anti-inflammatory Food Supplements Targeting Pathogenesis of COVID-19. **Frontiers in immunology**, 11, p. 570122-570122, 2020.

NIH. A Study of Hydroxychloroquine and Zinc in the Prevention of COVID-19 Infection in Military Healthcare Workers (COVID-Milit). 2020. Disponível em: https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04377646. Acesso em: 30 mar. 2021.

NIH. Coronavirus 2019 (COVID-19) - Usando Suplementação de Ácido Ascórbico e Zinco (COVIDAtoZ). 2021a. Disponível em: https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04342728. Acesso em: 30 mar. 2021.

NIH. Selenium - Fact Sheet for Health Professionals. 2021b. Disponível em: https://ods.od.nih.gov/factsheets/selenium-HealthProfessional/#en6. Acesso em: 30 mar.2021.

NIH. Vitamin C - Health Risks from Excessive Vitamin C. 2021c. Disponível em: https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/#h8. Acesso em: 30 mar. 2021.

NIH. Vitamin D: Fact Sheet for Health Professionals. 2021d. Disponível em: https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminD-HealthProfessional/#en1. Acesso em: 31 mar. 2021.

NIH. Vitamins and minerals: vitamin D
2021e. Disponível em: https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminD-HealthProfessional/#en1. Acesso em: 30 mar. 2021.

OLAGNIER, D. *et al.* SARS-CoV2-mediated suppression of NRF2-signaling reveals potent antiviral and anti-inflammatory activity of 4-octyl-itaconate and dimethyl fumarate. **Nature Communications**, 11, n. 1, p. 4938, 2020.

OMS. The World Health report 2002. **Midwifery**, 19, n. 1, p. 72-73, Mar 2002.

OUR WORLD IN DATA. Statistics and Research: Coronavirus (COVID-19) Vaccinations. **University of Oxford**, 2021. Disponível em: https://ourworldindata.org/covid-vaccinations. Acesso em: 5 jul. 2021.

PRASAD, A. S. Effects of zinc deficiency on immune functions. **The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine**, 13, n. 1, p. 1-20, 2000.

PRASAD, A. S. *et al.* Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. **Am J Clin Nutr**, 85, n. 3, p. 837-844, Mar 2007.

PRIETL, B. *et al.* Vitamin D and Immune Function. **Nutrients**, 5, n. 7, p. 2502-2521, 2013.

RAVINDRAN, P. *et al.* Vitamin C deficiency in an Australian cohort of metropolitan surgical patients. **Pathology**, 50, n. 6, p. 654-658, 2018.

READ, S. A. *et al.* The Role of Zinc in Antiviral Immunity. **Adv Nutr**, 10, n. 4, p. 696-710, Jul 1 2019.

RERKSUPPAPHOL, S.; RERKSUPPAPHOL, L. A randomized controlled trial of zinc supplementation in the treatment of acute respiratory tract infection in Thai children. **Pediatr Rep**, 11, n. 2, p. 7954, May 23 2019.

RICHARDSON, D. P.; LOVEGROVE, J. A. Nutritional status of micronutrients as a possible and modifiable risk factor for COVID-19: a UK perspective. **The British journal of nutrition**, 125, n. 6, p. 678-684, 2021.

ROLLES, B.; MAYWALD, M.; RINK, L. Influence of zinc deficiency and supplementation on NK cell cytotoxicity. **Journal of Functional Foods**, 48, p. 322-328, 2018/09/01/ 2018.

ROOHANI, N. *et al.* Zinc and its importance for human health: An integrative review. **Journal of research in medical sciences : the official journal of Isfahan University of Medical Sciences**, 18, n. 2, p. 144-157, 2013.

ROOHANI, N. *et al.* Zinc and its importance for human health: An integrative review. **J Res Med Sci**, 18, n. 2, p. 144-157, Feb 2013.

ROSCIOLI, E. *et al.* Zinc deficiency as a codeterminant for airway epithelial barrier dysfunction in an ex vivo model of COPD. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis**, 12, p. 3503-3510, 2017.

ROTH, D. E.; RICHARD, S. A.; BLACK, R. E. Zinc supplementation for the prevention of acute lower respiratory infection in children in developing countries: meta-analysis and meta-regression of randomized trials. **International Journal of Epidemiology**, 39, n. 3, p. 795-808, 2010.

SCHOMBURG, L. The other view: the trace element selenium as a micronutrient in thyroid disease, diabetes, and beyond. **Hormones (Athens)**, 19, n. 1, p. 15-24, Mar 2020.

SEALE, L. A. *et al.* A role for selenium-dependent GPX1 in SARS-CoV-2 virulence. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 112, n. 2, p. 447-448, 2020.

SHAKOOR, H. *et al.* Immune-boosting role of vitamins D, C, E, zinc, selenium and omega-3 fatty acids: Could they help against COVID-19? **Maturitas**, 143, p. 1-9, Jan 2021.

SHI, Y.; WANG, Y.; SHAO, C. COVID-19 infection: the perspectives on immune responses. 27, n. 5, p. 1451-1454, May 2020.

SINGH, M.; DAS, R. R. Zinc for the common cold. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 6, 2013.

SUNDE, R. Selenium. *In*: BOWMAN, B. e RUSSELL, R. (Ed.). **Present Knowledge in Nutrition**. Washington, DC: International Life Sciences Institute, 2006. p. 480-497.

THE LANCET, D.; AMP; ENDOCRINOLOGY. Vitamin D and COVID-19: why the controversy? **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, 9, n. 2, p. 53, 2021.

TRABER, M. G.; STEVENS, J. F. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective. **Free Radical Biology and Medicine**, 51, n. 5, p. 1000-1013, 2011.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. What You Need to Know about Dietary Supplements. 2021. Disponível em: https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/what-you-need-know-about-dietary-supplements. Acesso em: 3 mar. 2021.

VAN DRIEL, M. L. *et al.* Oral vitamin C supplements to prevent and treat acute upper respiratory tract infections. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2019, n. 3, p. CD013292, 2019.

VO, P. *et al.* Vitamin D Status at the Time of Hospitalization for Bronchiolitis and Its Association with Disease Severity. **The Journal of Pediatrics**, 203, p. 416-422.e411, 2018.

WACKER, M.; HOLICK, M. F. Sunlight and Vitamin D: A global perspective for health. **Dermatoendocrinol**, 5, n. 1, p. 51-108, Jan 1 2013a.

WACKER, M.; HOLICK, M. F. Vitamin D - effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. **Nutrients**, 5, n. 1, p. 111-148, Jan 10 2013b.

WANG, M. X.; WIN, S. S.; PANG, J. Zinc Supplementation Reduces Common Cold Duration among Healthy Adults: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials with Micronutrients Supplementation. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 103, n. 1, p. 86-99, 08 Jul. 2020 2020.

WESSELS, I.; MAYWALD, M.; RINK, L. Zinc as a Gatekeeper of Immune Function. **Nutrients**, 9, n. 12, p. 1286, 2017.

WESSELS, I. *et al.* Zinc supplementation ameliorates lung injury by reducing neutrophil recruitment and activity. **Thorax**, 75, n. 3, p. 253-261, Mar 2020.

WESSELS, I.; RINK, L. Micronutrients in autoimmune diseases: possible therapeutic benefits of zinc and vitamin D. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 77, p. 108240, 2020/03/01/ 2020.

WESSELS, I.; ROLLES, B.; RINK, L. The Potential Impact of Zinc Supplementation on COVID-19 Pathogenesis. **Front Immunol**, 11, p. 1712, 2020.

WIMALAWANSA, S. J. Vitamin D Deficiency: Effects on Oxidative Stress, Epigenetics, Gene Regulation, and Aging. **Biology**, 8, n. 2, p. 30, 2019.

WORLDOMETERS. COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC. 2021. Disponível em: https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries. Acesso em: 5 jul. 2021.

ZDRENGHEA, M. T. *et al.* Vitamin D modulation of innate immune responses to respiratory viral infections. **Reviews in Medical Virology**, 27, n. 1, p. e1909, 2017.

ZHANG, J. *et al.* Pilot trial of high-dose vitamin C in critically ill COVID-19 patients. **Annals of Intensive Care**, 11, n. 1, p. 5, 2021.

ZHANG, J. *et al.* Association between regional selenium status and reported outcome of COVID-19 cases in China. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 111, n. 6, p. 1297-1299, 2020.

Recebido em: *7 de abril 2021*

Aceito em: *1º de junho 2021*

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

COMPOSIÇÃO MINERAL DO CAULE E RAÍZES DE MARACUJAZEIRO AZEDO SOB DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS MÚLTIPLAS

Mineral composition of the stem and roots of yellow passion fruit (Passiflora edulis Sims) under multiple nutritional deficiencies

Viviane Amaral Toledo COELHO
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
vivianeatc@yahoo.com.br

Carla Giselly de SOUZA
Universidade Federal da Grande Dourados
carlaxlsouza@yahoo.com.br

Ednardo de Souza NASCIMENTO
ALFA – Faculdade de Almenara
ednardonardim@hotmail.com

Luiza Gobira LACERDA
ALFA – Faculdade de Almenara
lugobila@hotmail.com

Patrícia Alves CARDOSO
ALFA – Faculdade de Almenara
patriciacardosorib@yahoo.com.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.146

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a nutrição mineral do caule e das raízes do maracujazeiro azedo sob deficiências simples e múltiplas, em solução nutritiva. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Lavras, MG. O delineamento estatístico utilizado foi os blocos casualizados com nove tratamentos e três repetições, em solução nutritiva baseada na solução de Hoagland e Arnon (1950). Os tratamentos foram: solução nutritiva completa (controle), soluções nutritivas com omissões individuais de Ca, Mg B, Mn e Zn, e as omissões múltiplas de BZn, CaB e MnMg. As plantas foram selecionadas quanto à uniformidade de tamanho da parte aérea e das raízes e, então, individualizadas em vasos plásticos com capacidade de três litros, constituindo, assim, cada vaso uma parcela experimental. Após a manifestação dos sintomas visuais de deficiência, as plantas dos tratamentos foram colhidas e, posteriormente, foi realizada a análise química das diferentes partes das plantas. O estado nutricional (teores e acúmulos) do caule e das raízes de maracujazeiro azedo são afetados quando ocorre deficiências nutricionais simples e múltiplas. Os teores nutricionais caulinares de maracujazeiro azedo do tratamento completo são (g.kg^{-1}): N 23,50; P 3,13; K 11,60; Ca 6,92; Mg 1,81; S 1,37; e (mg.kg^{-1}) B 12,61; Cu 0,08; Fe 75,22; Mn 0,67; Zn 1,39. Os teores nutricionais radiculares de maracujazeiro azedo do tratamento completo são (g.kg^{-1}): N 15,07; P 9,48; K 27,20; Ca 16,59; Mg 5,64; S 2,63; e (mg.kg^{-1}) B 17,21; Cu 1,66; Fe 1560,20; Mn 13,60; Zn 29,47.

Palavras-chave: *Passiflora* sp. Nutrição mineral de plantas. Omissão nutricional.

Abstract

The present work aimed to evaluate the mineral nutrition of the yellow passion fruit stems and roots under simple and multiple deficiencies, in nutritive solution. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science at UFLA, Lavras, MG. The statistical design used was Randomized Block Design with nine treatments and three repetitions, in a nutrient solution based on the solution of Hoagland and Arnon (1950). The treatments were: complete nutrient solution (control), nutrient solutions with individual omissions of Ca, Mg B, Mn and Zn, and multiple omissions of BZn, CaB and MnMg. The plants were selected based on criteria of uniformity in the size of the aerial part and roots, and then individualized in plastic pots with a capacity of three liters, thus constituting each pot as an experimental plot. After the manifestation of visual deficiency symptoms, the treatment plants were harvested and later a chemical analysis of the different parts of the plants was performed. The nutritional status (contents and accumulations) of the passion fruit stem and roots are affected when simple and multiple nutritional deficiencies occur. The stem nutritional contents of passion fruit sour from the complete treatment are (g.kg^{-1}): N 23.50; P 3.13; K 11.60; Ca 6.92; Mg 1.81; S 1.37; and (mg.kg^{-1}) B 12.61; Cu 0.08; Fe 75.22; Mn 0.67; Zn 1.39. The root nutritional contents of passion fruit sour from the complete treatment are (g.kg^{-1}): N 15.07; P 9.48; K 27.20; Ca 16.59; Mg 5.64; S 2.63; and (mg.kg^{-1}) B 17.21; Cu 1.66; Fe 1560.20; Mn 13.60; Zn 29.47.

Keywords: *Passiflora* sp. Mineral plant nutrition. Nutritional omission.

1 INTRODUÇÃO

A Nutrição Mineral das Plantas é essencial para qualquer cultura de interesse comercial, inclusive no que diz respeito às deficiências nutricionais isoladas ou simultâneas. Para otimizar a nutrição da planta, prevenindo insucessos devido a deficiências ou a excessos de elementos, deve-se empregar a análise de solos como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes e, também, a própria planta como objeto de diagnóstico (PRADO, 2008).

A fruticultura brasileira é muito vasta, produzindo uma enorme diversidade de frutas das mais variadas exigências. Nesse sentido, o levantamento do estado nutricional na fruticultura é um fator fundamental na produtividade das frutas de interesse econômico (SANZONOWICZ; JUNQUEIRA, 2005).

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) conseguiu posição de destaque na fruticultura nacional, tanto pelo aumento da demanda, no mercado in natura e industrial, quanto pelo interesse dos produtores por uma cultura com ciclo mais curto que o de outras fruteiras (RODRIGUES *et al*., 2017). O Brasil anualmente produz mais de 602.651 mil toneladas de maracujá, sendo a Bahia e o Ceará os principais estados produtores (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2014). Por isso, o conhecimento do estado nutricional de plantas de interesse comercial fundamental para o bom manejo nutricional delas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a nutrição mineral do caule e das raízes do maracujazeiro azedo sob deficiências simples e múltiplas, em solução nutritiva.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG).

As plantas de maracujá azedo utilizadas no experimento foram propagadas via sementes e germinadas em bandeja de poliestireno expandido com vermiculita. Após a germinação, as mudas foram transferidas para a solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), com 10% da sua força iônica (período de adaptação), as quais permaneceram sob aeração constante. O aumento da força iônica foi realizado gradativamente, até que chegasse 100%.

Posteriormente, as plantas foram transplantadas para vasos com capacidade de três litros de solução nutritiva, e foram aplicados os tratamentos sob a técnica do elemento faltante. Os vasos foram pintados em sua superfície externa com tinta alumínio e, em sua porção superior, foi colocada uma tampa de isopor com pequeno orifício no centro para fixação da planta. As soluções foram renovadas quinzenalmente durante a condução do experimento, garantindo, assim, a manutenção das concentrações nutricionais adequada ao desenvolvimento das plantas.

As soluções estoques foram preparadas com reagentes p.a. e água destilada. As soluções nutritivas foram preparadas com água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado.

O delineamento experimental foi blocos inteiramente casualizado (DBC) com nove tratamentos: solução completa de Hoagland & Arnon (1950), omissão de B (-B), omissão de cálcio (Ca), omissão de Mg (-Mg), omissão de Mn (-Mn), omissão de Zn (-Zn), omissão de B e Zn (-BZn), omissão de Ca e B (-CaB), e omissão de Mg e Mn (-MgMn) e três repetições. A parcela experimental foi composta de uma planta por vaso.

Após a manifestação dos sintomas visuais de deficiência, as plantas dos tratamentos foram colhidas. O material colhido foi separado (folha, caule e raízes), lavado em água destilada e acondicionado em saco de papel e colocado em estufa com circulação forçada de ar, a 70ºC, até peso constante, e determinado o peso da matéria seca. Em seguida, os teores dos nutrientes nas folhas foram assim determinados: os teores de nitrogênio total das amostras foram determinados pelo método micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Malavolta *et al*. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica; foram dosados os teores totais de P, por colorimetria; os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; os de S total, por turbidimetria. O B foi extraído por incineração e determinado por colometria de curmumina, descrita por (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores e acúmulos nutricionais do caule e das raízes apresentaram diferenças estatísticas entre si (maioria) e são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Em relação aos teores de N do caule, os maiores valores foram observados nas plantas com deficiências múltiplas de CaB e BZn, sendo quase duas vezes maior em comparação ao tratamento completo. As interações do N com os outros nutrientes são bem elucidadas devido à importância desse macronutriente nas culturas. Esses resultados podem ser explicados pelos antagonismos existentes entre NXCa, NXB e NXZn (MALAVOLTA, 2006).

Para teor de P, S e Cu do caule, os maiores valores foram observados em plantas com omissão simultânea de CaB. Em relação ao P, as interações relatadas por Kabata-Pendias (2011) são controversas. Os maiores teores de K caulinares e foram observados nas plantas do tratamento -MgMn. Esses altos teores podem ser explicados pelo antagonismo existente entre K e Mg e K e Mn (FAGERIA, 2001; EPSTEIN; BLOOM, 2004).

Os maiores teores de Ca do caule foram constatados nas plantas do tratamento – Mg, - B e -MgMn, enquanto as plantas dos tratamentos -Ca e -CaB apresentaram os menores teores desse macronutriente. Assim como anteriormente elucidado, a relação antagônica existente entre Ca e Mg (MALAVOLTA, 2006) e Ca X Mn (KABATA-PENDIAS, 2011) pode explicar os resultados observados, que, nesse caso, a ausência de um elemento favoreceu a absorção de outro.

As plantas dos tratamentos -CaB e -Ca apresentaram os maiores teores de Mg do caule. Em contrapartida, as plantas com omissão simples e múltipla de Mg apresentaram os menores teores do elemento. Os maiores teores de B do caule foram verificados nas plantas com omissão simples de Mn, sendo essa interação antagônica relatada por Kabata-Pendias (2011).

Ao se analisar os teores de Fe e Mn do caule, os maiores valores foram observados nas plantas dos tratamentos completo, - B e -CaB. Os menores teores de Mn foram verificados nas plantas com omissão simples desse elemento. Em relação à interação BXMn, já foram anteriormente explicados. Já a interação BXFe é pouco encontrada na literatura, porém Kabata-Pendias (2011) relata antagonismo existente entre esses dois micronutrientes. As plantas cultivadas em solução nutritiva completa e com omissões múltiplas de Ca e B apresentaram os maiores teores de Zn do caule.

Vale ressaltar que, em comparação aos teores de todos os micronutrientes caulinares em relação ao radiculares, nas raízes ocorrem os maiores valores. Esse fato é amplamente relatado na literatura devido à pouca mobilidade dos micronutrientes nos tecidos vegetais (MALAVOLTA, 2006).

De acordo com Freitas *et al*. (2011), estudando deficiências de macronutrientes e B em plantas de maracujazeiro doce, eles observaram que os teores nutricionais os quais foram alterados sofreram alterações independente do dia da amostragem (de 30 a 240 dias), corroborando os dados encontrados neste trabalho. Freitas (2006), em outro trabalho, estudando também deficiências nutricionais de macronutrientes e B em plantas de maracujá doce, constataram que: plantas deficientes de Mg apresentaram altos teores de K e Ca e plantas com deficiência de B apresentaram altos teores de Mg.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

TABELA 1 - Produção de matéria seca (MS) e teores de nutrientes do caule e raízes de maracujazeiro azedo sob omissões nutricionais simples e múltiplas. UFLA, Lavras, MG.

Tratamento	MS (g)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Teores Nutricionais no caule										
		g.kg^{-1}						mg.kg^{-1}				
Completo	20,5	23,50b	3,13c	11,60c	6,92d	1,81d	1,37c	12,61b	0,08c	75,22a	0,67d	1,39a
-Ca	7,2	35,33b	4,15c	13,60c	1,08e	3,62b	1,83c	10,70b	0,11c	44,98b	0,89c	0,40b
-Mg	6,7	28,83b	3,84c	20,20b	12,36a	0,83e	1,47c	15,39b	0,08c	42,00b	1,01c	0,23b
-B	1,1	35,00b	5,39b	19,20c	14,09a	2,85c	2,90b	10,93b	0,14b	72,36a	1,66a	0,43b
-Mn	9,1	36,97b	3,37c	12,80c	8,88c	1,91d	1,71c	21,64a	0,06c	47,34b	0,30e	0,26b
-Zn	5,4	34,33b	3,75c	13,80b	9,17c	1,91d	1,96c	11,88b	0,09c	48,61b	1,14c	0,17b
-CaB	0,8	44,67a	7,87a	11,40c	3,29e	5,35a	3,43a	12,82b	0,22a	73,13a	1,97a	0,85a
-BZn	1,7	45,67a	4,74b	10,00c	11,28b	2,41c	2,55c	*	0,13b	53,11b	1,27b	0,27b
-MgMn	3,8	23,87b	5,09b	24,40a	15,24a	0,91e	1,63c	*	0,10c	46,38b	0,68d	0,26b
		Teores Nutricionais nas raízes										
Completo	20,5	15,67d	9,48a	27,20a	16,59a	5,64a	2,63a	17,21b	1,66a	1560,20a	13,60a	29,47a
-Ca	7,2	20,33d	10,94a	21,20a	1,90b	4,29b	3,19a	16,88b	0,80b	327,86b	6,46b	2,97b
-Mg	6,7	19,11d	9,64a	22,60a	12,4a	2,26c	2,09b	33,68a	0,50b	282,93b	6,83b	1,53b
-B	1,1	35,00c	1079a	23,80a	6,96a	3,85b	2,68a	17,18b	0,13b	78,86b	2,13c	0,49b
-Mn	9,1	19,66d	10,96a	16,40a	12,27a	5,53a	2,90a	15,60b	0,63b	431,13b	2,60c	2,47b
-Zn	5,4	35,00c	9,71a	29,20a	11,62a	4,70b	2,63a	20,77a	0,47b	257,87b	5,77b	0,97b
-CaB	0,8	50,30a	10,63a	17,20a	1,35b	6,11a	2,81a	20,77b	0,17b	55,13b	1,47c	0,63b
-BZn	1,7	42,65b	10,79a	25,40a	6,79a	4,13b	2,55a	20,15b	0,23b	89,47b	2,13c	0,46b
-MgMn	3,8	22,33d	10,51a	22,80a	9,48a	1,93c	2,15b	39,29a	0,37b	177,73b	1,47c	0,96b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.
*Não foi possível realizar análise química.

TABELA 2 - Produção de matéria seca (MS) e acúmulos de nutrientes do caule e raízes de maracujazeiro azedo sob omissões nutricionais simples e múltiplas. UFLA, Lavras, MG.

Tratamento	MS (g)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg.planta^{-1}						µg.planta^{-1}				
		Acúmulos Nutricionais no caule										
Completo	4,6	112,39a	64,50a	237,86a	140,60a	36,89a	30,20a	259,01a	0,75a	1020,82b	6,54b	1,24a
-Ca	2,7	94,11a	29,73b	97,75c	7,77d	25,45b	13,26b	78,08b	0,54a	1504,48b	5,62b	1,12a
-Mg	2,6	75,12b	25,90b	136,16b	83,24b	5,63d	9,97c	103,82b	0,51a	2435,37a	8,51a	0,95a
-B	1,2	42,12b	19,30b	20,93d	15,35d	3,10d	3,17d	11,92c	0,74a	1544,88b	8,93a	1,15a
-Mn	3,2	115,94a	30,55b	119,24b	82,14b	18,90c	15,48b	217,04a	0,59a	1022,49b	0,87c	1,12a
-Zn	3,6	121,63a	20,05b	76,66c	49,32c	10,35d	10,42c	64,31b	0,54a	1294,00b	8,00a	0,63a
-CaB	1,0	41,78b	5,78c	8,58d	2,47d	4,45d	2,58d	10,11c	0,56a	1281,46b	3,51c	0,98a
-BZn	1,4	66,35b	7,94c	16,76d	18,81d	4,0d	4,25d	*	0,44a	955,95b	8,58a	0,86a
-MgMn	1,7	41,77b	19,30b	92,47c	58,31c	3,37d	6,06d	*	0,30a	2835,37a	2,00c	0,85a
		Acúmulos Nutricionais nas raízes										
Completo	4,6	320,63a	43,45a	124,42a	67,76a	26,20a	11,98a	81,35a	3,27a	4324,30a	29,20a	5,50a
-Ca	2,7	147,63b	29,03a	54,09b	5,45b	11,36b	8,51a	44,84b	1,17c	4207,40a	14,13c	3,10b
-Mg	2,6	128,79b	24,94a	60,70b	3308a	5,57b	5,44b	87,02a	1,37c	6011,70a	21,93b	2,46c
-B	1,2	38,15c	13,02b	28,33b	8,49b	4,67b	3,22b	21,40b	0,93c	1786,03b	10,77c	1,43c
-Mn	3,2	172,96b	34,67a	55,22b	51,56a	17,71a	9,44a	49,43b	1,83b	3258,73a	2,76d	3,70b
-Zn	3,6	118,64b	35,66a	102,93a	41,11a	17,70a	9,49a	60,72a	2,00b	4692,93a	28,70a	2,30c
-CaB	1,0	37,89c	10,40b	17,58b	1,32b	5,98b	2,74b	20,28b	0,53c	1274,07b	3,43d	1,00c
-BZn	1,4	70,34c	15,51b	37,50b	9,81b	6,16b	3,65b	29,54b	0,67c	1352,30b	12,16c	1,23c
-MgMn	1,7	83,33c	17,42b	39,49b	16,15b	3,27b	3,57b	62,91a	0,50c	4671,33a	2,70d	1,37c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.
*Não foi possível realizar análise química.

Altos teores de N da raiz foram verificados em plantas com omissão simultânea de Ca e B, sendo essas relações anteriormente explicadas nos teores de N do caule. Os teores de P e K radiculares não apresentaram diferenças estatísticas entre si, divergindo dos teores encontrados no caule.

Ao se analisar os teores de Ca da raiz, os menores valores foram encontrados nas plantas com omissão desse macronutriente (-Ca e -CaB). Em relação aos teores radiculares de Mg, os maiores valores foram observados em plantas do tratamento completo, -Mn e – CaB (interações já foram explicadas neste trabalho), enquanto os menores valores foram observados nas plantas em que se omitiu esse nutriente (-Mg e -MgMn). Os menores teores de S das raízes foram verificados nas plantas em que se omitiu o Mg da solução nutritiva. Essa interação é pouco relatada na literatura.

Para os teores radiculares de B, os maiores valores foram observados nas plantas com omissões simples e múltiplas de Mg e Mn, sendo essas interações antagônicas já relatadas neste trabalho.

Os maiores teores radiculares de Cu, Fe, Mn e Zn foram encontrados nas plantas do tratamento completo. Isso pode ser explicado pelo balanço nutricional dessas plantas em relação às demais, as quais se encontravam em omissão simples ou múltipla de algum nutriente.

As plantas dos tratamentos completos, -Mn e –Zn, apresentaram os maiores acúmulos de N do caule. Para o acúmulo de P também do caule, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo.

Em relação ao acúmulo caulinar de K, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento com solução nutritiva completa, enquanto os menores valores foram encontrados nas plantas com omissão simples de B e omissão múltipla de CaB e BZn. O mesmo resultado foi observado para o acúmulo de Ca do caule, acrescentando-se nos menores valores o tratamento -Ca.

Para acúmulos caulinares de Mg e S, os maiores valores foram encontrados nas plantas do tratamento completo. As plantas dos tratamentos completos e -Mn apresentaram os maiores acúmulos do caule de B.

Os acúmulos do caule de Cu e Zn não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Os maiores acúmulos caulinares de Fe foram observados nas plantas dos tratamentos com omissões simples e múltipla de Mg., sendo essa interação amplamente encontrada na literatura (FONTES, 2001; MALAVOLTA, 2006). Já para os acúmulos caulinares de Mn, os menores valores foram observados nas plantas em que se omitiram esse micronutriente.

Os maiores acúmulos de N das raízes foram observados nas plantas com solução nutritiva completa. Já em relação aos acúmulos de P radiculares, os menores valores foram encontrados nas plantas com omissão simples de B em todas as plantas com omissões múltiplas (-CaB, -BZn e – MgMn).

Analisando os acúmulos de K das raízes, os maiores valores foram constatados nas plantas do tratamento completo e -Zn, enquanto para os acúmulos radiculares de Ca, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo e com omissões simples de Ca, Mn e Zn.

Para os acúmulos radiculares de Mg, os maiores valores foram verificados nas plantas dos tratamentos completo, -Mn e -Zn. Para os acúmulos radiculares de S, os maiores foram observados nas plantas dos tratamentos completo e com omissões simples de Ca, Mn e Zn.

Os maiores acúmulos radiculares de B foram encontrados nas plantas dos tratamentos completo, -B, -Mg, -Zn e –MgMn. As plantas que foram cultivadas em solução de cultivo completa apresentaram os maiores acúmulos das raízes de Cu e Zn. Já para o acúmulo radicular de Fe, os menores valores foram observados nas plantas dos tratamentos -B, -CaB e -BZn. Para os acúmulos das raízes de Mn, os maiores valores foram constatados nas plantas do tratamento completo e -Zn.

Os maiores e menores acúmulos dos nutrientes podem ser explicados pelo alto ou baixo teor nutricional ou matéria seca das plantas, acarretando, na maioria das vezes, efeito de diluição ou concentração dos nutrientes. De acordo com Fontes (2001), é importante conhecer os fatores influenciadores da concentração de nutrientes no vegetal, pois em todos os métodos de interpretação do resultado da análise usa-se (normalmente foliar) a concentração do nutriente como referencial. Todos os fatores que proporcionarem mudanças diferenciadas nos valores das taxas de crescimento e absorção dos nutrientes acarretarão diferentes concentrações nutricionais no tecido vegetal. Caso a taxa de crescimento seja nula, isto é, haja paralisação do crescimento da planta e o nutriente continue a ser absorvido, ocorrerá a concentração do nutriente; se ocorrer o oposto, ou seja, rápido crescimento da planta, e o nutriente estiver sendo absorvido em menor taxa, ocorrerá a diluição.

Segundo Rolim *et al*. (2019), estudando plantas de maracujá doce, os macronutrientes extraídos por essa cultura em maior quantidade são N>K>Ca>S>P>Mg, enquanto os micronutrientes são Fe>Zn>Mn>B>Cu. Os maiores acúmulos caulinares e radiculares de macronutrientes no tratamento completo foram N>K>Ca>>P>Mg>S e os de micronutrientes foram Fe>B>Mn>Zn>Cu.

4 CONCLUSÃO

O estado nutricional (teores e acúmulos) do caule e raízes de maracujazeiro azedo são afetados quando ocorre deficiências nutricionais simples e múltiplas.

Os teores nutricionais caulinares de maracujazeiro azedo do tratamento completo são ($g.kg^{-1}$): N 23,50; P 3,13; K 11,60; Ca 6,92; Mg 1,81; S 1,37; e ($mg.kg^{-1}$) B 12,61; Cu 0,08; Fe 75,22; Mn 0,67; Zn 1,39.

Os teores nutricionais radiculares de maracujazeiro azedo do tratamento completo são ($g.kg^{-1}$): N 15,07; P 9,48; K 27,20; Ca 16,59; Mg 5,64; S 2,63; e ($mg.kg^{-1}$) B 17,21; Cu 1,66; Fe 1560,20; Mn 13,60; Zn 29,47.

REFERÊNCIAS

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Mineral nutrition of plants**. Sunderland: Sinauear Associates, 2004. 403 p.

FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, n.8, p.1269-1290, 2001.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software**: versão 10.6. Lavras: DEX/UFLA, 2010. Software.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

FREITAS, M. S. M. *et al*. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1329-1341, Dec. 2011.

FREITAS, M. S. M. Flavonoides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce. Campos dos Goytacazes: UENF, 2006. 106p.

HOAGLAND, D. R; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants whitout soil**. Berkeley, California Agriculture Experiment Station, 1950, 32p. (Bulletin, 347).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=28&i=P>. Acesso em: 31 mar. 2020.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace Elements in Soils and Plants**, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 2011. 505p.

MALAVOLTA, E. 2006. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v.1. 407 p.

RODRIGUES, D. L. Contribuição de variáveis de produção e de semente para a divergência genética em maracujazeiro-azedo sob diferentes disponibilidades de nutrientes. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v.52, n.8, p.607-614, ago. 2017.

ROLIM, G. G. *et al*. Morfologia, nutrição e principais pragas do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* curtis). **Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)** (Sousa - PB), ISSN-2595-0045, v. 3, n.1, p.01-13, jan./jul., 2019.

SANZONOWICZ, C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Calagem e adubação do maracujazeiro-doce**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 26 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 140).

Recebido em: *23 de julho 2020*

Aceito em: *16 de abril 2021*

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

TEORES NUTRICIONAIS DE MACRONUTRIENTES NAS HASTES, RIZOMA E RAÍZES DE GENGIBRE ORNAMENTAL SOB DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E BORO

Nutritional content of macronutrients in stems, rhizoma and ornamental ginger roots under macronutrient and boron deficiencies

Carla Giselly de SOUZA
Universidade Federal da Grande Dourados
carlaxlsouza@yahoo.com.br

Viviane Amaral Toledo COELHO
ALFA – Faculdade de Almenara
vivianeatc@yahoo.com.br

Ednardo de Souza NASCIMENTO
ALFA – Faculdade de Almenara
ednardonardim@hotmail.com

Luiza Gobira LACERDA
ALFA – Faculdade de Almenara
lugobila@hotmail.com

Patrícia Alves CARDOSO
ALFA – Faculdade de Almenara
patriciacardosorib@yahoo.com.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.148

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar os teores e acúmulos de macronutrientes em gengibre ornamental sob deficiências nutricionais de macronutrientes e boro. O experimento foi realizado na casa de vegetação do Departamento Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras (MG). As plantas foram propagadas via sementes e germinadas em bandeja com 72 células individualizadas, usando vermiculita. Trinta dias após a germinação, as mudas foram transferidas para solução nutritiva completa. Após 60 dias de adaptação, foram transplantadas em vasos de 6 litros e aplicaram-se os tratamentos. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e seis tratamentos: Solução de Bolle-Jones (controle), solução completa com exceção de N, solução completa com exceção de P, solução completa com exceção de K, solução completa com exceção de Ca, solução completa com exceção de Mg, solução completa com exceção de S e solução completa com exceção de B. As plantas foram monitoradas quanto ao aparecimento dos sintomas de deficiência nutricional, por 180 dias. A colheita foi realizada separando-as em folhas, hastes, rizoma e raízes. As deficiências nutricionais causam alterações nos teores e nos acúmulos das diferentes partes da planta. Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados nas hastes de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}): 8,11; 26,40; 5,51; 4,13 e 1,84. Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados no rizoma de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}): 6,30; 23,0; 5,63; 3,59 e 3,03. Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados nas raízes de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}) 15,86; 14,40; 394; 4,14 e 4,96.

Palavras-chave: Composição mineral. Nutrição mineral. *Zingiber spectabile* Griff.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the levels and accumulations of macronutrients in ornamental ginger under nutritional deficiencies of macronutrients and boron. The experiment was carried out in a greenhouse at the Soil Science Department, at the Federal University of Lavras (MG). The plants were propagated via seeds and germinated in a tray with 72 individual cells, using vermiculite. Thirty days after germination, the seedlings were transferred to a complete nutrient solution. After 60 days of adaptation, they were transplanted in 6-liter pots and treatments were applied. The design was the Completely Randomized Design with four replications and six treatments: Bolle-Jones solution (control), complete solution minus N, complete solution minus P, complete solution minus K, complete solution minus Ca, complete solution minus Mg, complete solution minus S and complete solution minus B. The plants were monitored for the appearance of nutritional deficiency symptoms for 180 days. The harvest was carried out by separating them into leaves, stems, rhizome and roots. Nutritional deficiencies cause changes in the levels and accumulations of different parts of the plant. The harvest was carried out by separating them into leaves, stems, rhizome and roots. Nutritional deficiencies cause changes in the levels and accumulations of different parts of the plant. The contents of P, K Ca, Mg and S found in ornamental ginger stems in the complete treatment are (g kg^{-1}): 8.11; 26.40; 5.51; 4.13 and 1.84. The levels of P, K Ca, Mg and S found in the ornamental ginger rhizome in the complete treatment are (g kg^{-1}): 6.30; 23.0; 5.63; 3.59 and 3.03. The levels of P, K Ca, Mg and S found in ornamental ginger roots in the complete treatment are (g kg^{-1}) 15.86; 14.40; 394; 4.14 and 4.96.

Keywords: Mineral content. Mineral nutrition. Zingiber spectabile griff.

INTRODUÇÃO

A floricultura tropical tem se expandido consideravelmente na última década devido a uma crescente tendência do mercado mundial em consumir flores exóticas, coloridas, belas e duráveis (MARQUES; BIANCHINI; SOUZA, 2019). Entretanto, a qualidade visual de plantas ornamentais está necessariamente atrelada a um balanço adequado de nutrientes. A altura das plantas, forma e coloração são aspectos qualitativos de espécies ornamentais, influenciados diretamente pela nutrição mineral, dentre outros aspectos ambientais (FURTINI NETO; BOLDRIN; MATTSON, 2015).

Para se obter qualidade dos produtos da floricultura, destaca-se a adubação e a nutrição das plantas (FURLANI; CASTRO, 2001). A procura por essas plantas para ornamentação aumenta a cada dia no mercado nacional, sendo que as principais espécies cultivadas são: antúrios, helicônias, alpínias, estrelícias, bastões-do-imperador e gengibres ornamentais (LUZ *et al*., 2005).

Os produtos da floricultura tropical, os gengibres ornamentais, pertencentes às famílias *Zingiberaceae* e *Costaceae*, têm alto potencial de uso ornamental, tanto para paisagismo, como para flor e folhagem de corte e envasadas. Em meio a essas espécies está o gengibre ornamental, também conhecido como xampu ou sorvetão, que possui características favoráveis como cores, beleza, exoticidade, durabilidade dentre outras (MARQUES; BIANCHINI; SOUZA, 2019).

A adubação de forma inadequada na cultura do gengibre é um dos principais fatores que prejudicam o seu desenvolvimento, uma vez que se trata de uma cultura muito exigente em nutrientes (ESPINDULA JUNIOR *et al*., 2014). A fertilização e a nutrição de plantas ornamentais costumavam basear-se apenas na experiência de produtores e fabricantes de fertilizantes, o que resultava em indicações de doses de fertilizantes frequentemente controversas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar os teores e acúmulos de macronutrientes (hastes, rizomas e raízes) em gengibre ornamental sob deficiências nutricionais de macronutrientes e boro.

2 METODOLOGIA / MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG).

As plantas de gengibre ornamental, utilizadas no experimento, foram propagadas via sementes e germinadas em bandeja de poliestireno expandido com 72 células individualizadas, usando vermiculita como substrato. Trinta dias após a germinação, as mudas foram transferidas para a solução nutritiva completa de Bolle-Jones (1954), com 10% da sua força iônica (período de adaptação), as quais permaneceram com aeração constante.

Após o período de adaptação (sessenta dias), as plantas foram transplantadas para vasos com capacidade para 6 litros e aplicados os tratamentos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e seis tratamentos: Solução de Bolle-

Jones (1954) completa (controle), solução completa com exceção de nitrogênio(-N), solução completa menos fósforo (-P), solução completa menos potássio (-K), solução completa menos cálcio (-Ca), solução completa menos magnésio (-Mg), solução completa menos enxofre (-S) e solução completa menos boro (-B). Cada parcela foi constituída por uma planta por vaso.

A superfície externa dos vasos foi pintada com tinta alumínio e colocada uma tampa de isopor com pequeno orifício no centro, para a fixação da planta. As soluções foram trocadas quinzenalmente e a sua força iônica foi aumentada gradativamente, a cada 15 dias, até que atingisse 100%. Na preparação de todas as soluções estoques dos nutrientes, foram utilizados reagentes para análise tipo padrão. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado sempre que necessário.

As plantas foram monitoradas quanto ao aparecimento dos sintomas de deficiência nutricional, sendo esses sinais descritos e fotografados ao longo de 180 dias. Posteriormente, foram realizadas as colheitas das plantas, separando-as em folhas, hastes, rizoma e raízes.

O material vegetal colhido foi lavado em água destilada e acondicionado em saco de papel e colocado em estufa com circulação forçada de ar, a 65-70ºC, até apresentar peso constante. Após a determinação do peso da matéria seca (folhas, hastes, rizoma e raiz), o material vegetal foi moído em moinho Willey com peneira de 20 mesh, para determinações dos nutrientes. Posteriormente, foram determinados os teores dos nutrientes nas folhas, assim produzidos: os teores de nitrogênio total das amostras foram determinados pelo método micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Malavolta *et al*. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram dosados os teores totais de P, por colorimetria; os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; os de S total, por turbidimetria. O B foi extraído por incineração e determinado por colometria de curmumina, descrita por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e às médias avaliadas pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores e o acúmulo de micronutrientes das hastes, do rizoma e das raízes de gengibre ornamental tiveram diferenças significativas em função dos tratamentos estudados e encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

TABELA 1 - Teores e acúmulos de macronutrientes pela haste de plantas de gengibre ornamental sob omissão de macronutrientes e B. UFLA, Lavras, MG.

Teores nutricionais das hastes					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------g.kg^{-1}----------				
Completa	8,11a	26,40a	5,51b	4,13b	1,84b
-N	8,64a	25,70a	7,00a	5,26a	2,40b
-P	0,76d	30,30a	5,49b	4,12b	2,25b
-K	6,85b	7,40c	5,17b	3,77b	2,83b
-Ca	4,63c	21,40b	4,28c	2,21c	3,78a
-Mg	6,57b	22,00b	3,94c	2,95c	3,72a
-S	6,08b	23,00b	4,40c	3,30c	2,67b
-B	6,27b	23,07b	3,64c	2,67c	1,84b
Acúmulos nutricionais das hastes					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------mg.planta^{-1}----------				
Completa	162,56a	52,21b	110,82a	83,11b	36,79b
-N	8,05c	24,11c	6,60c	4,94d	2,28d
-P	1,15c	45,61c	8,39c	6,29d	3,32d
-K	7,53c	8,13c	5,72c	4,16d	3,04d
-Ca	7,55c	34,92c	7,00c	5,25d	6,16d
-Mg	18,92c	63,63c	12,92c	8,38d	10,39c
-S	174,10a	651,18a	123,12a	108,18ª	75,56a
-B	109,48b	404,01b	63,93B	46,76c	31,95b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

TABELA 2 - Teores e acúmulos de macronutrientes pelo rizoma de plantas de gengibre ornamental sob omissão de macronutrientes e B. UFLA, Lavras, MG.

Teores nutricionais do rizoma					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------g.kg^{-1}----------				
Completa	6,30b	23,00a	5,39a	3,59e	3,03b
-N	6,26b	22,80a	3,74b	6,66d	2,89b
-P	0,35c	21,00a	3,44b	5,93d	3,93a
-K	10,76a	5,20b	3,09b	10,80a	3,82a
-Ca	9,00a	19,50ª	2,02c	9,28b	3,96a
-Mg	8,67a	22,80ª	1,75c	2,66e	3,10b
-S	5,85b	25,00a	2,70b	7,95c	3,65a
-B	5,63b	20,20ª	0,19d	2,65e	2,48b
Acúmulos nutricionais do rizoma					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------mg.planta^{-1}----------				
Completa	31,02b	118,83c	28,10a	18,91a	15,41c
-N	4,44d	16,27d	2,66b	4,74d	2,08d
-P	0,27d	16,48d	2,40b	4,41d	2,93d
-K	6,14d	2,15d	1,76b	5,97d	2,13d
-Ca	12,44c	27,92d	2,80b	12,75c	5,58d
-Mg	13,93c	36,10d	2,77b	4,42d	5,06d
-S	54,98a	234,95a	25,47a	74,27a	33,97a
-B	49,50a	176,32b	1,74b	23,22b	21,82b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Os maiores teores de P das hastes foram observadas nas plantas do tratamento completo e –N, enquanto os menores teores foram encontrados nas plantas do tratamento em que se omitiu esse macronutriente. A interação antagônica existente entre N e P é relatada pela literatura, o que pode explicar o fato verificado neste trabalho (FAGERIA, 2001). As plantas em que se omitiu K da solução de cultivo apresentaram teores das hastes, cerca de quatro vezes menor quando comparados ao tratamento completo.

TABELA 3 - Teores e acúmulos de macronutrientes pelas raízes de plantas de gengibre ornamental sob omissão de macronutrientes e B. UFLA, Lavras, MG.

Teores nutricionais das raízes					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------g.kg^{-1}----------				
Completa	15,86a	14,40b	3,94b	4,14c	4,96b
-N	4,94b	19,20a	4,53b	5,78c	7,01a
-P	0,85c	15,00b	3,39c	5,86c	6,69a
-K	7,61b	6,60c	5,41a	13,03a	5,43b
-Ca	15,67a	16,20b	1,77d	4,57c	5,17b
-Mg	12,72a	10,40c	5,91a	2,10d	3,32b
-S	13,20a	11,60c	5,51a	9,00b	5,19b
-B	16,49a	21,30a	4,36b	5,83c	6,69a
Acúmulos nutricionais das raízes					
Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	----------mg.planta^{-1}----------				
Completa	79,57a	74,56a	19,65b	20,92b	24,67a
-N	8,15b	31,66b	7,42c	9,39c	11,50b
-P	1,41b	24,76b	5,64c	9,77c	11,11b
-K	6,23b	5,39b	4,43c	10,55c	4,31b
-Ca	12,14b	12,35b	1,27c	3,36c	4,01b
-Mg	16,18b	13,34b	7,53c	2,73c	4,33b
-S	72,33a	63,52a	30,79a	50,45a	29,15a
-B	60,18a	77,10a	15,99b	21,40b	24,39a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

As plantas em que se omitiu N da solução nutritiva apresentaram os maiores teores de Ca e de Mg das hastes. A ausência de N da solução nutritiva provavelmente favoreceu a maior absorção de Ca e Mg dessas plantas, pois o efeito antagônico desses nutrientes com o N é apresentado na literatura (MALAVOLTA, 2006). Analisando os teores de S das hastes, as plantas dos tratamentos com omissões de Ca e Mg apresentaram os maiores valores. Essas interações são escassas na literatura.

Os maiores acúmulos de P das hastes foram observados nas plantas dos tratamentos completo e Supressão de enxofre (–S). Para os acúmulos de K, Mg e S das hastes, os maiores valores foram encontrados nas plantas com omissão de S. Em relação ao acúmulo de Ca também das hastes, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo e com omissão de B.

Elevadas concentrações de P do rizoma foram observados nas plantas com omissão de K, Ca e Mg, demonstrando o efeito de concentração desse nutriente. Como esperado, o menor teor

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

ocorreu quando se omitiu o P da solução nutritiva, com queda de 94,44% em relação ao tratamento completo.

Em relação aos teores de K do rizoma, somente as plantas em que se omitiu esse macronutriente da solução nutritiva apresentaram diferença em relação ao tratamento completo, com redução de 77,35%. Mesmo sem diferença estatística do tratamento completo, as plantas com omissão de N, P, Ca e Mg apresentaram alto teor de K, demonstrando efeito de concentração desse nutriente, pois essas plantas tiveram baixa produção de matéria seca do rizoma.

Para o teor de Ca do rizoma, todas as plantas dos tratamentos estudados apresentaram queda em relação ao tratamento completo. Os menores valores foram observados nas plantas sob omissão de B, sendo 96,47% inferior ao tratamento completo. Isso demostra o efeito sinérgico existente entre esses dois nutrientes, amplamente relatado na literatura (FAGERIA, 2001).

O maior teor de Mg do rizoma foi constatado nas plantas com omissões de K e Ca, sendo aproximadamente três vezes maior que o tratamento completo, refletindo o efeito de concentração do Mg e também -a ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg e esses cátions, citado por diversos autores (MALAVOLTA, 2006). Apesar da omissão de S na solução nutritiva, as plantas com omissão desse macronutriente e de P, K e Ca tiveram maior teor de S.

Para os acúmulos do rizoma de P, Ca e Mg, os maiores valores foram observados nas plantas dos tratamentos –S e –B (supressão de enxofre e boro). Analisando-se os acúmulos do rizoma de K e S, os maiores valores foram encontrados nas plantas com omissão de S.

Vale ressaltar que são escassos os dados na literatura sobre estado nutricional e teores nutricionais de plantas ornamentais, principalmente de órgãos diferentes das folhas, como no caso do rizoma.

As plantas cultivadas em solução completa e com omissões de Ca, Mg, B e S apresentaram os maiores teores de P das raízes. Para plantas com omissão de Ca e Mg, apesar de não ter ocorrido diferença estatística do tratamento completo, a menor produção de matéria seca resultou em elevação na concentração de P. Os menores teores desse macronutriente foram observados nas plantas do tratamento em que se omitiu esse elemento na solução nutritiva, com redução de 94,64%

Os maiores teores das raízes de K foram observados nas plantas com omissão de N e B. A deficiência desses nutrientes na solução de cultivo elevou os teores de N e B, demostrando antagonismo desses elementos com o K (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; KABATA-PENDIAS, 2011). Já o menor teor de K foi encontrado nas plantas cultivadas em solução nutritiva. Pinho *et al*. (2008), estudando deficiências nutricionais em coqueiro anão, verificou que plantas deficientes de B apresentaram altos teores de K, corroborando os dados encontrados neste trabalho.

Os maiores teores das raízes de Ca foram encontrados nas plantas com ausência de K, Mg e S, o que se deve à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg x Ca e K x Ca (MENGEL; KIRKBY, 1987). Para as plantas com omissões de K e Mg, houve efeito de concentração de Ca pela baixa produção de matéria seca da raiz. Como esperado, o menor teor de Ca foi verificado nas plantas cultivadas em sua ausência, sendo 55,07% menor em relação ao tratamento completo. Coelho *et al.* (2020), em um estudo que avaliou as deficiências, estudando deficiências nutricionais de macronutrientes em *Strelitzia augusta,* verificaram que o rizoma das plantas com omissão K apresentaram altos teores de Ca.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Verificou-se o maior teor de Mg nas plantas com deficiência de K, explicado pela inibição competitiva existente entre K x Mg (FAGERIA, 2001). O menor teor ocorreu nas plantas com deficiência de Mg, sendo que o teor desse macronutriente foi 49,27% menor, quando comparado às plantas do tratamento completo. O maior acúmulo de Mg ocorreu em plantas com deficiência de S. Pinho (2007) verificou resultados semelhantes nas raízes de banana ornamental sob deficiências nutricionais.

Plantas cultivadas com ausência de N e P apresentaram aumento no teor das raízes de S, devido, provavelmente, ao antagonismo existente entre N (nitrato) x S e P x S (MALAVOLTA; MORAES, 2007).

Os maiores acúmulos das raízes de P, K e S foram verificados nas plantas dos tratamentos completo, -S e –B. Ao se analisar os acúmulos de Ca e Mg também das raízes, as plantas sob carência de S tiveram os maiores valores.

Os resultados encontrados nas diferentes plantas em relação ao S podem ser explicados pela capacidade das plantas absorverem esse macronutrientes pelas folhas (MENGEL; KIRKBY, 1987).

Os altos e baixos acúmulos dos macronutrientes podem ser explicados pelos valores de matéria seca das plantas, acarretando muitas vezes em efeito de diluição ou concentração desses elementos. De acordo com Fontes (2001), é importante conhecer os fatores influenciadores da concentração de nutrientes no vegetal, pois, em todos os métodos de interpretação do resultado da análise, usa-se (normalmente foliar) a concentração do nutriente como referencial. Todos os fatores, que proporcionarem mudanças diferenciadas nos valores das taxas de crescimento e absorção dos nutrientes, acarretarão diferentes concentrações nutricionais no tecido vegetal. Caso a taxa de crescimento seja nula, isto é, haja paralisação do crescimento da planta e o nutriente continue a ser absorvido, ocorrerá a concentração do nutriente; se ocorrer o oposto, ou seja, rápido crescimento da planta, e o nutriente estiver sendo absorvido em menor taxa, ocorre a diluição.

De acordo com Coelho *et al*. (2020), estudando plantas de *Strelitzia augusta*, os macronutrientes extraídos por essa cultura em maior quantidade pelo rizoma e pelas raízes são N>K>P>S>Mg>Ca, dados que não corroboram o presente estudo. Por isso, Coelho e colaboradores (2017) relatam que a adubação e nutrição de plantas ornamentais tropicais possuem muitas lacunas a serem esclarecidas, portanto trabalhos que tenham enfoque no equilíbrio nutricional dessas espécies são de suma importância para a floricultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As deficiências nutricionais causam alterações nos teores e nos acúmulos das diferentes partes da planta (hastes, rizoma e raízes) de gengibre ornamental.

Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados nas hastes de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}): 8,11; 26,40; 5,51; 4,13 e 1,84.

Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados no rizoma de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}): 6,30; 23,0; 5,63; 3,59 e 3,03.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Os teores de P, K Ca, Mg e S encontrados nas raízes de gengibre ornamental no tratamento completo são (g kg^{-1}) 15,86; 14,40; 394; 4,14 e 4,96.

A ordem crescente de acúmulo das hastes são P>Ca>Mg>>K>S; no rizoma K>P>Ca>Mg>S e nas raízes P>K>Mg>S>Ca, demostrando como os diferentes órgãos vegetais se comportam em relação aos nutrientes.

REFERÊNCIAS

BOLLE-JONES, E. W. Nutrition of (*Hevea brasiliensis*): II effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophill, rubber and contents of Tjirandji seedlings. **Journal of Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 14, p. 209-230, 1954.

COELHO, V. A. T. *et al*. Potássio e sódio na composição mineral e crescimento em plantas de *Zingiber spectabile.* **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias** ISSN (on line) 1981-0997.35-40, 2017. DOI: https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5417

COELHO, V.A. T. *et al*. Composição mineral do rizoma e raiz em plantas de *Strelitzia augusta* sob deficiências de macronutrientes. **Nucleus,** v.12, n.1, p.79-94, 2020.

ESPÍNDULA JÚNIOR, A. *et al*. Adubação fosfatada para a cultura do gengibre na região serrana do Espírito Santo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 126-134, 2014.

FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, n.8, p.1269-1290, 2001.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software**: versão 5.6. Lavras: DEX/UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Viçosa: UFV, 2001.

FURLANI, A. M. C.; CASTRO, C. E. F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA *et al*. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001.

FURTINI NETO, A. E.; BOLDRIN, K. V. F.; MATTSON, N. S. Nutrition and quality in ornamental plants. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 139-150, 2015.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace Elements in Soils and Plants**, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 2011.

LUZ, P. B., *et al*. Cultivo de Flores Tropicais. In: INFORME AGROPECUÁRIO. EPAMIG. **Floricultura**. Belo Horizonte-MG, v. 26, n. 227, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas. In**:** YAMADA, T.; ABDALLA S. E. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2007. p.189-249.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MARQUES, D.J.; BIANCHINI, H.C.; SOUZA, A.P. Nitrogen fertilization on ornamental ginger under fertigation in protected cultivation. **Horticultura Brasileira,** v. 37, n.2, p. 146-151, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/s0102-053620190204

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. NY: Academic Press, 1995.

MENGEL K; KIRKBY E. A. **Principles of plant nutrition.** Bern, International Potash Institute, 1987.

PEÑA-GUTIÉRREZ, A. M. *et al*. Effect of Fertilization on Yield and NPK Contents in Red Ginger. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 30, n. 6, p. 1-8, 2019. DOI: https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/46151

PINHO, P. J. de. **Deficiências nutricionais em bananeira ornamental (M*usa velutina* h. wendl. & drude): Alterações químicas e morfológicas e caracterização de sintomas visuais.** Lavras-MG. Universidade Federal de Lavras, 2007. 147p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo).

PINHO, L. G, R. *et al*. Distribuição de nutrientes e sintomas visuais de deficiência de boro em raízes de coqueiro-anão verde. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2581-2590, Dec. 2008.

Recebido em: *26 de agosto 2020*

Aceito em: *1º de junho 2021*

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

CONCEITOS DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE EINSTEIN EM LIVROS DIDÁTICOS: UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DO ENSINO MÉDIO

Concepts of Einstein's Restricted Theory of Relativity in textbooks: a high school perspective approach

Ian Lima SANTANA
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb) - Campus Vitória da Conquista.
ianlimasantana@gmail.com

Ramon Alves dos SANTOS
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb) - Campus Vitória da Conquista.
ramonalvesfernandes@gmail.com

Carlos TAKIYA
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb) - Campus Vitória da Conquista.
takiya@uesb.edu.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.155

Resumo

Neste trabalho buscamos analisar e discutir como alguns conceitos da Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein são abordados em alguns livros didáticos do ensino médio. Os conceitos mais recorrentes foram: espaço, tempo, contração do comprimento, dilatação do tempo, constância da velocidade da luz, princípio da relatividade e, principalmente, massa e energia. Os livros didáticos consultados foram publicados entre os anos de 2001 e 2012, a saber: Boas, Doca e Biscuola (2001); Ramalho, Nicolau e Toledo (2007) e Calçada e Sampaio (2012). Inicialmente, formulamos nossa base teórica a partir de livros de divulgação científica para base de comparações com os livros didáticos pesquisados. Os resultados apontam que há certas discordâncias entre os livros pesquisados no que diz respeito à relação de equivalência entre

massa e energia. Alguns autores consideram a conversão de massa em energia e vice-versa, enquanto outros tratam isso como um equívoco conceitual e a única relação que existe entre essas duas grandezas é meramente numérica. Ademais, cabe dizer que a análise e a discussão das abordagens feitas pelos livros didáticos pesquisados têm o objetivo de contribuir com uma visão mais ampla sobre o conteúdo tratado.

Palavras-chave: Ensino Médio. Física Moderna. Livros Didáticos. Teoria da Relatividade Restrita.

Abstract

This paper aims to analyze and discuss how some concepts of Albert Einstein's Theory of Special Relativity are addressed in some high school textbooks. The most recurring concepts were: space, time, contraction of length, expansion of time, constancy of the speed of light, principle of relativity and, mainly, mass and energy. The consulted textbooks were published between 2001 and 2012, namely: Boas, Doca and Biscuola (2001); Ramalho, Nicolau and Toledo (2007) and Calçada and Sampaio (2012). Initially, we formulated our theoretical basis from scientific dissemination books for comparisons with the researched textbooks. The results showed that there are certain disagreements between the books researched in regard to the equivalence relationship between mass and energy. Some authors consider the conversion of mass into energy and vice versa, while others treat this as a conceptual mistake and point out that the only relationship that exists between these two quantities is merely numerical. In addition, it is worth saying that the analysis and discussion of the approaches made by the researched textbooks has the objective to contribute with a broader view on the treated content.

Keywords: High school. Modern Physics. Textbooks. Einstein’s Restricted Theory of Relativity.

INTRODUÇÃO

No ano de 1905, Albert Einstein (1879-1955) aos seus 26 anos desenvolveu a Teoria da Relatividade (TR), uma conjugação de duas teorias: a Teoria da Relatividade Geral (TRG) e a Teoria da Relatividade Restrita (TRR) ou Teoria da Relatividade Especial. Einstein desenvolveu uma versão moderna da Teoria da Relatividade Clássica para resolver pendências desta última, como, por exemplo, a falta de simetria apresentada em alguns fenômenos eletromagnéticos, o movimento descrito pelas órbitas dos planetas, os buracos negros. Dada a fama dessa nova teoria, é comum que a palavra relatividade possa lembrar uma imagem de Einstein, entretanto a ideia não começou com ele. Muitos grandes estudiosos exploraram a relatividade há muito tempo, como Galileu e Newton.

Esses dois grandes nomes da Física, que também estiveram envolvidos na exploração da relatividade, desenvolveram uma primeira versão bem aceita da Relatividade Clássica. O que Einstein fez foi desenvolver uma versão moderna da Teoria da Relatividade e, sobre isso, consta dizer que o nome inicial dado por ele a essa teoria foi Teoria dos Invariantes, e foi Max Planck quem sugeriu o nome Teoria da Relatividade para ressaltar o fato de que o movimento aparece sempre como o movimento relativo de um objeto em relação a outro. Essa nova teoria foi concebida para, dentre outras razões, resolver problemas pendentes da Teoria da Relatividade Clássica, conforme mencionado anteriormente. Essa nova versão é dividida em duas partes bem

amplas. Uma é a Relatividade Restrita ou Relatividade Especial, que lida com observadores que se movem em velocidade relativa constante. A outra é a Relatividade Geral, que analisa observadores acelerados. Nesse sentido, Einstein é famoso pelo fato de que suas teorias fizeram previsões revolucionárias para a Física como, por exemplo, as ondas gravitacionais. O mais importante desse feito é que suas teorias foram examinadas com grande precisão em inúmeros experimentos (DYSON; EDDINGTON; DAVIDSON, 1920), alterando para sempre o conceito de tempo e espaço (COLES, 2001).

A dificuldade dos fenômenos descritos pela Teoria da Relatividade é a visualização, visto que eles se tornam perceptíveis apenas sob certas condições. No entanto, o papel do professor é conscientizar os alunos sobre tais efeitos e que de certa forma esses feitos exerce influência, mesmo que seja mínima, em nosso cotidiano e que, de fato, há ferramentas teórico-metodológicas ligadas à Física que explicam fenômenos recorrentes do dia a dia. Nesse sentido, cabe dizer que, nas últimas décadas, a adoção do livro didático (LD) tem causado grandes empecilhos no processo educativo, por exemplo, um aprendizado mecanizado dos conteúdos, pois se tal ferramenta for utilizada de forma equivocada, ela passa a regular a forma como o conteúdo é abordado e limita o professor de criar novas estratégias para um ensino inovador. Esse fato deve ser algo preocupante, pois a Física, assim como outras ciências, está sempre em constantes transformações e, nesse sentido, ferramentas como os livros didáticos (LDs) devem ser materiais de alto poder metodológico para promover um bom ensino dos seus usuários.

Segundo Rodrigues (2001):

> A física é uma ciência, e como tal se encontra sempre em desenvolvimento. No entanto, neste último século, a quantidade de inovações e rupturas com visões anteriores tem alcançado um número muito grande, se comparado ao de outros períodos de sua história. O espectro do conhecimento físico, tanto no sentido do micro quanto do macro foi ampliado, em decorrência de rupturas com conceitos e significados clássicos. Teorias como a Relatividade e a Física Quântica têm servido de suporte na produção de novos conhecimentos em um novo panorama científico. Essas mudanças, no entanto, não se restringem ao universo científico, pois ultrapassam barreiras em rumo à sociedade em geral (RODRIGUES, 2001, p. 5).

O desenvolvimento da Física como ciência promove um novo panorama científico que ultrapassa os limites da sociedade como um todo e isso é extremamente relevante quando o tema é LD de Física, pois esse recurso deve estar voltado a essa visão: de ser uma ferramenta, com orientação do professor, capaz de guiar o aluno por meio de caminhos para formar uma jornada de conhecimentos científicos verdadeiros e motivadores.

Analisando a contextualização anteriormente feita, é importante considerar que a utilização de outras ferramentas didáticas como mapas conceituais, além do LD de Física, para o ensino e aprendizado da TRR, é um recurso importante que possibilita maior contribuição e melhorias no cenário do ensino de Física. Ainda nesse contexto, os mapas conceituais são "diagramas que indicam relações entre conceitos [...] que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele, ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de um conhecimento" (MOREIRA, 2016, p. 9). Tais relações permitem que o estudante catalogue e organize o conhecimento recém-adquirido de acordo com a interpretação dele do conteúdo abordado. Uma outra ferramenta que pode ser utilizada é apresentada no trabalho de Ostermann e Cavalcanti (2001) que trata o uso de pôster simples para a descrição de determinado conteúdo. O uso de pôster vinculado aos conceitos da TRR pode ser desenvolvido

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

para contribuir com uma forma alternativa para o ensino dos conceitos dessa teoria. O uso dessas ferramentas possibilita conhecimentos e ideias consistentes a professores do ensino médio de modo a criar materiais e formas didáticas de ensino potenciais.

Nesse âmbito, torna-se possível a construção de um conhecimento dialógico e interacional que diste do tradicionalismo educacional, pois, à medida que os estudantes discutem os principais conceitos da TRR, o professor poderá auxiliá-los na construção de mapas conceituais e de pôsteres referentes aos conceitos. Ao colocar em primeiro plano a participação coletiva dos estudantes na discussão do conteúdo, tal metodologia de ensino, por meio das ferramentas abordadas, permite que os alunos exponham sua compreensão do tema tratado e dos fenômenos dentro do escopo da TRR. Em tal sentido, sabendo que a TRR é um dos conteúdos vigentes nas Ciências Naturais, deve-se ter as habilidades e competências de ensino-aprendizagem de investigação e compreensão postas na modalidade de ensino regular quando esse conteúdo for abordado nas aulas de Física.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais estabelecem que o ensino de Ciências Naturais deve ser obrigatório na modalidade regular de ensino e que tal campo de estudo deve proporcionar ao aluno as habilidades e competências nos âmbitos de investigação e compreensão, e que esses critérios lhe proporcionem uma perspectiva crítica perante o conhecimento. Assim, tendo em vista essa forma que o ensino deve se estabelecer, no âmbito do ensino de Física todo o viés científico assenta-se majoritariamente na Mecânica Clássica, mais particularmente nas Leis de Newton, no Eletromagnetismo, na Termodinâmica, Óptica e Ondas, isto é, na Física Clássica em si, visto que ela descreve com acentuado grau de precisão os fenômenos do cotidiano. Dessa forma, o estudo sobre as leis do movimento, por exemplo, pode se tornar monótono e sujeito a uma mera análise quantitativa dos fatos, se não forem levadas em conta as habilidades e competências de investigação e compreensão dos conceitos envolvidos perante o conhecimento a ser obtido. Sobre esse método de ensino defasado, Hawking (2018) afirma que:

> As escolas, no entanto, oferecem apenas uma estrutura elementar onde às vezes a rotina de decoreba, equações e provas podem indispor os jovens contra a ciência. A maioria das pessoas responde a uma compreensão qualitativa, sem a necessidade de equações complicadas. Livros de divulgação científica e artigos sobre ciência também ajudam a explicar ideias sobre o modo como vivemos [...] (HAWKING, 2018, p. 228).

Nesse sentido, em paralelo ao uso do LD, pode-se dizer que tanto os professores quanto as escolas em si não devem se alienar num ensino repetitivo, com base em memorização de conceitos e plena aplicação de equações, mas promover um ensino inovador e capaz de ampliar o horizonte de conhecimentos dos alunos em sala de aula. A forma como a Física é apresentada aos estudantes se restringe a uma mera descrição matemática da realidade vazia de significados e que não possuem nenhuma relação com as vivências dos estudantes. Conforme afirma Karam (2005):

> A forma como a Física vem sendo ensinada, na grande maioria das escolas brasileiras de Ensino Médio, tem sido alvo de muitas críticas. A ênfase na memorização e aplicação direta de fórmulas, bem como a descontextualização do desenvolvimento desta ciência, têm contribuído fortemente para distanciá-la da preferência dos estudantes e torná-la quase um mito (KARAM, 2005, p. 6).

Do recorte acima, pode-se dizer que tais formas mencionadas em relação ao ensino de Física podem torná-la uma disciplina detestada/odiada pelos alunos, uma vez que é uma forma de

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

distanciar os discentes da aprendizagem, afastando-os, assim, do verdadeiro contexto dessa ciência que é buscar entender a natureza com base na compreensão humana. Essa busca é sobretudo baseada no entendimento de conceitos e aplicações desses conhecimentos no viver, para assim entendermos nossas interações no universo que nos cerca e buscar significações para o nosso lugar no mundo.

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de analisar como os conceitos da TRR são abordados em alguns livros dentro do recorte de sua análise. Nessa perspectiva, uma possível crítica em relação às considerações dos autores não é uma condenação às suas ideias, mas promover uma visão mais ampla sobre o conteúdo tratado para que tenhamos leques e ferramentas didáticas-conceituais que possam ser utilizadas em conjunto, a fim de tornar o ensino mais dinâmico e atrativo.

Este trabalho está estruturado como se segue: na seção 1, apresentamos formulações como base de comparações com os conceitos analisados nos LDs consultados; na seção 2, apresentamos a metodologia com a qual se justifica e se firma o presente trabalho e os materiais de pesquisa; na seção 3, apresentamos os resultados e discussão das fontes abordadas; como vêm sendo apresentados os conceitos da TRR no ensino médio. Na seção 4 apresentamos uma discussão perante as abordagens; por fim, apresentamos nossas considerações finais.

1 FORMULAÇÕES BASE DE CONCEITOS DA TRR

Referente à análise da TRR nos livros didáticos, utilizaremos uma estratégia pedagógica bastante inovadora, a qual constituirá nossa base teórica para comparações com o conteúdo abordado nos livros. Com o objetivo de facilitar a compreensão da TRR, os conceitos aqui tratados serão firmemente embasados em obras de divulgação científica, devido a seu caráter dinâmico e, em sua maioria, acessível. Utilizaremos dois livros em especial: O Universo Elegante (GREENE, 1999) e O Tecido do Cosmo (GREENE, 2005), ambos de autoria do físico norte americano Brian Greene. Vale ressaltar que utilizaremos apenas alguns capítulos de cada obra, os quais possuem uma leitura muito fluida, além de conter analogias que auxiliam a compreensão de seus conceitos.

As leis de Newton traçaram um panorama muito sólido referente ao estudo da Mecânica Clássica. Tal ferramenta possibilitou a unificação dos fenômenos celestes e terrestres através de um sistema matemático consistente, ao considerar as forças atuantes sobre um corpo ou sistema de corpos. Para Newton, o tempo e o espaço são entidades rígidas e absolutas que possibilitam o palco para os desdobramentos de todos os eventos no universo. No entanto, a partir do início do século XX, as ideias newtonianas foram colocadas em xeque por uma estrutura teórica que alterou substancialmente as bases da Física Clássica, conhecida como Teoria da Relatividade Restrita. Nessa perspectiva, Greene (2005) afirma que:

> O espaço e o tempo prendem a imaginação mais do que qualquer outro tema científico. E por boas razões. Eles compõem o cenário da realidade, o verdadeiro tecido do cosmo. Toda a nossa existência – tudo o que fazemos, pensamos e vivenciamos — ocorre em alguma região do espaço durante algum intervalo de tempo (GREENE, 2005, p. 9).

Nessa perspectiva, Einstein afirma que o espaço e o tempo são estruturas dinâmicas e mutáveis, passíveis de alteração em relação ao sistema de referência analisado. No ensino básico, a

dificuldade da Relatividade Restrita não reside em seu caráter matemático, mas sim na sutileza da sua base conceitual, pois elas contradizem diretamente as nossas concepções sobre a ciência, de modo que seus efeitos são ínfimos em nosso cotidiano. Ainda de acordo com Greene (1999):

> Por meio da relatividade especial, Einstein resolveu o conflito entre a "intuição tradicional" a respeito do movimento e a constância da velocidade da luz. Em síntese, a solução é que a nossa intuição está errada — ela é informada por movimentos extremamente lentos em comparação com a velocidade da luz e essas velocidades baixas ocultam o verdadeiro caráter do espaço e do tempo. A relatividade especial revela a natureza do espaço e do tempo e mostra que eles diferem radicalmente das concepções anteriores (GREENE, 1999, p. 42).

Ainda citando o autor a respeito da TRR de Einstein:

> Dessa vez, ele não só demonstrou que o espaço e o tempo são partes de uma mesma totalidade, mas também revelou que, com as suas dobras e curvas, eles participam da evolução cósmica. Longe de serem as estruturas rígidas e imutáveis descritas por Newton, o espaço e o tempo, na visão einsteiniana, são flexíveis e dinâmicos (GREENE, 2005, p. 18).

Nesse cenário, a TRR assenta-se em dois postulados. O primeiro está relacionado às leis da Física de um modo geral, denominado Princípio da Relatividade, sobre o qual, de acordo com Greene (1999, p. 27), "[...] Einstein percebeu que o princípio da relatividade tem uma acepção ainda mais ampla: as leis da física — quaisquer que sejam — têm de ser absolutamente idênticas para todos os observadores em estado de movimento uniforme". A principal implicação desse postulado é que não há um sistema de referência universal e, não obstante, todos os fenômenos são regidos pelas mesmas leis sob a mudança de um referencial para outro.

O segundo postulado, conhecido como Princípio da Constância da Luz, afirma que a velocidade da luz é constante em relação a todos os sistemas de referência e independe do movimento da fonte. Tal afirmação traz consequências notórias se comparada com as concepções clássicas, pois para um objeto que se move próximo à velocidade da luz, fenômenos como a dilatação temporal e a contração espacial tornam-se perceptíveis. Para Greene (1999, p. 31), "A constância da velocidade da luz requer que abandonemos a noção tradicional de que a simultaneidade é um conceito universal a respeito do qual todos, independentemente do seu estado de movimento, estão de acordo [...]".

O Santo Graal da TRR consiste numa estrutura teórica a qual afirma que o tempo também é uma dimensão e que, para um objeto em repouso em relação a um sistema de referência, a totalidade do movimento dá-se através da dimensão temporal. Por outro lado, a Relatividade Geral unificou o espaço e o tempo em uma única unidade, conhecida como espaço-tempo.

De acordo com Greene (1999):

> Einstein percebeu que exatamente essa ideia – a divisão do movimento entre as diferentes dimensões – está presente em todos os aspectos da física da relatividade especial. Isso se nos dermos conta de que não são apenas as dimensões espaciais que envolvem o movimento de um objeto, pois a dimensão do tempo também o envolve (GREENE, 1999, p. 39).

Na sua teoria, Einstein também demonstrou que outras propriedades físicas, como a massa e a energia, estão atreladas por meio da equação $E = mc^2$. Essa expressão tão simples relaciona duas grandezas fundamentais ao estabelecer uma equivalência entre elas: massa e energia.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Outro fato importante é que a equação anterior também define uma energia associada aos objetos estacionários, denominada energia de repouso, dada por $E_0^0 = m_0c^2$. Para Greene (1999):

> [...] Einstein mostrou também que outras propriedades físicas do mundo são também entrelaçadas. A sua equação mais famosa constitui um dos exemplos mais importantes. Nela, Einstein afirmou que a energia (E) de um objeto e a sua massa (m) não são conceitos independentes; podemos determinar a energia se conhecermos a massa (multiplicando a massa duas vezes pela velocidade da luz, c^2) e podemos determinar a massa se conhecermos a energia (dividindo a energia duas vezes pela velocidade da luz). Em outras palavras, a energia e a massa — como dólares e francos — são moedas passíveis de conversão. Ao contrário do que acontece com o dinheiro, no entanto, a taxa de câmbio, que é o quadrado da velocidade da luz, é fixa e eterna. Como essa taxa é tão grande (c^2 é um número grande), uma pequena massa produz uma enorme quantidade de energia (GREENE, 1999, p. 41).

Dessa forma, é imprescindível que novas abordagens referentes ao ensino de Física Moderna sejam adotadas, principalmente no âmbito da TRR. Terrazzan (1992) aponta em seus estudos que se deve refletir sobre a possibilidade do desenvolvimento de tópicos relacionados a esse ensino. É de suma importância que o professor utilize recursos didáticos alternativos e trace novas estratégias para tratar um conteúdo que é pouco abordado nas escolas de nível médio. Vários instrumentos podem ser utilizados em conjunto com o LD, como, por exemplo, artigos científicos, livros de divulgação científica, vídeos interativos ligados ao tema em questão, com o objetivo de dar mais significado ao conhecimento e, assim, torná-lo mais dinâmico e atrativo. Isso, por sua vez, pode conduzir a um crescimento e evolução do pensamento científico, o qual favorece uma visão de mundo mais ampla, crítica e sobretudo moderna. Nesse sentido, Giacomelli, Perez e Rosa (2019) afirmam que:

> A evolução do conhecimento científico conduz a uma visão cada vez mais ampla e crítica do mundo. Essa visão precisa permear o pensamento dos professores do ensino médio, e estes, por sua vez, devem levá-la para a sala de aula. No que diz respeito à Física, um salto importante e abrupto na evolução do conhecimento científico ocorreu com o surgimento da chamada Física Moderna (FM). A mudança na forma de interpretar o mundo decorrente dessa nova Física não tem qualquer paralelo na história. As novas teorias são contra intuitivas, abstratas, extremamente imaginativas e conduzem a uma interpretação dos fenômenos naturais que difere significativamente das que se haviam construído até então. Compreender e aceitar as consequências dessa nova visão de mundo pode se mostrar complexa para um físico experiente e se revela um verdadeiro desafio para os estudantes do ensino médio. No entanto, esse desafio intelectual pode se tornar um importante elemento no processo de ensino e aprendizagem em Física, servindo de referência para discussões mais profundas e que ultrapassam os limites desta ciência (GIACOMELLI; PEREZ; ROSA, 2019, p. 131).

No sentido desse recorte, a TRR traz um desafio grande sobre conceitos de Física Moderna no ensino médio, tornando importante o elemento de ensino-aprendizagem com o uso de formas inovadoras de ensino, que amplie os horizontes de conhecimento professor-aluno.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Ao considerar que o LD constitui uma importante ferramenta para o ensino, analisaremos como a TRR vem sendo abordada nesse tipo de material. Em síntese, foram pesquisados 3 LDs utilizados no ensino médio, publicados entre os anos de 2001 e 2012, a saber: Boas, Doca e Biscuola (2001); Junior, Ferraro e Soares (2007), comumente conhecidos como Ramalho, Nicolau e Toledo (2007) e Calçada e Sampaio (2012). Todos os livros analisados estão inclusos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). A justificativa para escolha desses LDs, publicados nesse período, se deu pelo fato de que, feita uma busca de LDs do ensino médio desses mesmos autores, analisou-se que as novas atualizações não alteraram significamente, de modo que os mesmos conceitos que serão apresentados aqui, retirados de tais obras, permanecem basicamente os mesmos. Em alguns casos, determinados conceitos não foram alterados, e os que sofreram alguma reformulação se apresentaram pouco embasados teoricamente diante da forma que foram apresentados no período considerado ou então foram retirados do LD, dando mais espaço para outros conteúdos. Assim, por considerar esses LDs publicados nos anos de 2001, 2007 e 2012, com os conceitos mais sólidos diante a TRR, é que se justifica a escolha adotada.

O LD possui amplo uso no cenário nacional e é considerado uma via segura para o conhecimento. Através dele as informações são organizadas e chegam até os leitores. Pesquisadores como Zambon e Terrazzan (2017) e Pessoa (2009) têm analisado o uso desse recurso como única ferramenta para o ensino, pois o livro é o grande responsável pela formação da consciência e está vinculado a questões históricas, filosóficas e socioeconômicas. Para justificar a análise feita nos livros mencionados, basearemos nossa metodologia nas ideias de Deitos e Malacarne (2020), ao afirmar que:

> [...] a adequação dos conteúdos, conceitos e metodologias foram direcionadas com o intuito de potencializar a capacidade do instrumento – livro didático –, em consonância com as novas propostas incorporadas pela educação, com a intenção de redirecionar a utilização do livro didático, ofertando atividades mais conscientes e reflexivas (DEITOS; MALACARNE, 2020, p. 2).

No âmbito do ensino, o LD atinge não só a disciplina de Física, mas a grade curricular como um todo e, em grande parte, é responsável pela formação da consciência dos alunos enquanto usuários desse material. Dessa forma, a discussão sobre as coleções didáticas perpassa não só o uso do livro, mas também a atuação do professor como um link para o conhecimento do aluno.

3 ABORDAGEM DA TRR NOS LIVROS DIDÁTICOS PESQUISADOS

No livro *Os Fundamentos da Física*, dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo (2007), a TRR é descrita da seguinte forma: “A teoria da **relatividade especial ou restrita**, publicada em 1905 por Albert Einstein, discute fenômenos que envolvem sistemas de referência inerciais, propondo a não existência de um sistema de referência universal [...]” (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 414, grifo dos autores). Em seguida, os autores tratam do primeiro postulado: “As leis da Física são idênticas em relação a qualquer referencial inercial” (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 414).

Feito isso, o segundo postulado é elaborado:

> A velocidade da luz no vácuo é uma constante universal. É a mesma em todos os sistemas inerciais de referência. Não depende do movimento da fonte de luz e tem igual valor em todas as direções.
>
> A velocidade da luz no vácuo é a velocidade limite no universo. As leis da Mecânica Clássica foram modificadas por Einstein. Vamos, neste capítulo, analisar algumas consequências dos postulados da relatividade especial, como, por exemplo, a contração do comprimento e a dilatação do tempo (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 415).

Não obstante, os escritores também tratam das modificações na Relatividade Galileana:

> Considerando que a velocidade da luz no vácuo é a mesma em todos os referenciais inerciais, temos de modificar as transformações galileanas. As modificações encontradas por Einstein e que são conhecidas como transformações de Lorentz são as seguintes:
>
> $$x' = \gamma(x - u.t)$$
> $$y' = y$$
> $$z' = z$$
> $$t' = \gamma\frac{(t - vx)}{c^2}$$
>
> O coeficiente γ, denominado fator de Lorentz, é dado por:
>
> $$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$
>
> Quando a velocidade *u* é bem menor do que a velocidade de propagação da luz no vácuo, *y* é muito próximo de 1. Nessas condições, resulta $x' = x - u \cdot t$ e $t' = t$, que são as equações das transformações galileanas (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 415).

Para a contração do comprimento, esses mesmos autores consideram que:

> A contração do comprimento só ocorre na direção do movimento.
>
> O comprimento medido no referencial em relação ao qual um objeto está em movimento é menor que o comprimento medido no referencial ao qual o objeto está em repouso (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 416).

Em relação à dilatação temporal, os autores a descrevem com um acentuado rigor teórico, dizendo que:

> Os intervalos de tempo também são afetados pela relatividade de Einstein, contrariando a simultaneidade de eventos, proposta por Galileu.
>
> Seja $\Delta t'$ o intervalo de tempo de ocorrência de um fenômeno, medido por um relógio no referencial *R'*, que se move com velocidade *u* em relação a outro referencial *R*. Nesse referencial *R*, o mesmo fenômeno ocorrerá no intervalo Δt, de tal forma que:
>
> $$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t' = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> Pela expressão anterior, Δt é maior que $\Delta t'$, pois $\gamma > 1$(γ só se iguala 1 quando $u=0$. Assim, um relógio em movimento em relação a outro indica um intervalo $\Delta t'$ menor e, consequentemente, se atrasa: é a dilatação do tempo. Não são apenas os relógios em movimento que se atrasam, mas os processos físicos em geral, já que envolvem movimento. Contudo esse atraso só é considerado quando as velocidades são comparáveis à da luz, o que ocorre no domínio das partículas elementares (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 418).

Referente a equação que trata a relação entre massa e energia os autores dizem:

> Seja m_0 a massa de repouso de um corpo, isto é, a massa de um corpo que está em repouso em relação a um sistema de referência inercial *R*. Seja *m* a massa do mesmo corpo quando se move com velocidade *u*, em relação ao mesmo referencial *R*.
>
> A relação entre m e m_0, sendo $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$é dada por:
>
> $$m = \gamma \cdot m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$$
>
> Com $\gamma > 1$ e $(\gamma = 1)$ quando $(u = 0)$ decorre $m > m_0$, isto é, a massa do corpo é maior quando em movimento do que quando em repouso. O aumento de massa não significa que aumenta o número de partículas (átomos, moléculas etc.) do corpo, e sim a inércia deste. Se o corpo atingisse a velocidade da luz, nenhuma força seria capaz de acelerá-lo, pois foi atingida a velocidade limite. Nesse caso, a inércia do corpo seria infinita.
>
> Para as finalidades práticas da vida diária, objetos como carros, aviões e foguetes, cujas velocidades são pequenas, quando comparadas com a da luz, têm, por massa, a sua massa de repouso. Assim, um avião de 20 toneladas, à velocidade do som, sofreria um aumento de massa de apenas 13 microgramas, o que é desprezível.
>
> Uma das maiores consequências da teoria da relatividade especial é o fato de que a massa é uma forma de energia, ou seja, a energia tem inércia. Segundo as próprias palavras de Einstein:
>
> - Toda energia *E*, de qualquer forma particular, presente em um corpo ou transportada por uma radiação, possui inércia, medida pelo quociente do valor da energia pelo quadrado da velocidade da luz ($\frac{E}{c^2}$);
> - Reciprocamente a toda massa m deve-se atribuir energia própria, igual a mc^2, além da energia potencial que o corpo possui num campo de forças;
> - Assim, massa e energia são duas manifestações diferentes da mesma coisa, ou duas propriedades diversas da mesma substância física.
>
> $$E = mc^2$$
>
> [...] Por essa equação, 1 kg de massa é equivalente a $(9 \cdot 16^{16} J)$, ou seja, $2.5 \cdot 10^{10}$quilowatts-hora. Com essa energia, uma lâmpada de 100 W poderia ficar acesa durante $2.5 \cdot 10^{11} h$, o que equivale a aproximadamente $2.8 \cdot 10^{7}$anos. A conversão de matéria em energia ocorre continuamente em fontes de energia como o Sol e outras estrelas e em todos os processos nos quais a

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> energia é liberada como, por exemplo, nas bombas atômicas (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007, p. 421).

No livro *Física Clássica*, os autores Calçada e Sampaio (2012) introduzem as ideias da TRR ao afirmarem que as leis de Newton se aplicam a referenciais inerciais e, em seguida, discutem um problema de natureza eletromagnética, como é apresentado a seguir:

> Quando estudamos as leis de Newton [...], vimos que elas valem para qualquer referencial inercial. Um corpo pode ter velocidades diferentes em referenciais inerciais diferentes, mas em todos os referenciais inerciais sua aceleração será a mesma, de modo que a força resultante ($\boldsymbol{F}$) sobre o corpo será a mesma em todos os referenciais inerciais: $\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$. O resultado disso é que qualquer experimento mecânico dará o mesmo resultado em qualquer referencial inercial, sendo esse fato chamado Princípio de Relatividade Galileana.
>
> Porém, no final do século XIX, parecia que as leis do Eletromagnetismo dependiam do referencial [...] (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 407).

Em seguida, os autores abordam um viés histórico sobre o eletromagnetismo:

> Em 1867, foi publicado o monumental trabalho do escocês James Clerck Maxwell (1831-1879) que unificou as leis do Eletromagnetismo e mostrou que elas conduziam à existência de ondas eletromagnéticas. Essas ondas foram produzidas em laboratório pela primeira vez em 1887 pelo alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). Pelas leis do Eletromagnetismo, as ondas eletromagnéticas se propagavam no vácuo, com uma velocidade que coincidia com a da luz, obtida por medidas em vários experimentos. A partir daí, ficou estabelecido que a luz é uma onda eletromagnética (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 407).

Calçada e Sampaio (2012) ainda complementam que:

> Como as ondas mecânicas necessitam de um meio para se propagar, os físicos em geral acreditavam que a luz (e as ondas eletromagnéticas em geral) também necessitava de um meio para se propagar. Tal meio foi chamado de éter, o qual deveria preencher todo o espaço e penetrar em todos os corpos. Assim, a velocidade da luz somente teria o valor (c) ($c \cong 3{,}0 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$)em relação ao éter. Se um observador se movesse em relação ao éter, deveria obter um outro valor para a velocidade da luz (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 407).

Os dois postulados da TRR recebem a seguinte roupagem por esses autores:

> I. Princípio da Relatividade: as leis da Física têm a mesma forma em todos os referenciais inerciais.
>
> II. A luz se propaga no espaço vazio com uma velocidade definida (c) independentemente da velocidade da fonte ou do observador (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 408).

Em seguida, são feitas as considerações sobre suas consequências: "Uma primeira consequência dos postulados é que o tempo não é absoluto. Isso significa que, ao observar um fenômeno, o intervalo de tempo em que ocorreu o fenômeno depende do referencial [...]" (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 409). E ao longo do texto afirmam ainda que: "Einstein

mostrou que os comprimentos também são afetados pelo movimento" (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 413).

Ademais, os autores dão uma descrição bem detalhada para a relação entre massa e energia:

> Entre o grande público, o aspecto mais conhecido da Teoria da Relatividade é, sem dúvida, a equação:
>
> $$E = mc^2$$
>
> [...] ele mostrou que a massa inercial de um corpo varia toda vez que esse corpo ganha ou perde energia, qualquer que seja o tipo de energia. Se um corpo receber uma quantidade de energia ΔE, sua massa inercial terá um aumento Δm dado por:
>
> $$\Delta E = (\Delta m)c^2$$
>
> Assim, quando um corpo recebe calor, sua massa aumenta, e quando ele perde calor, sua massa diminui. Do mesmo modo, se comprimirmos uma mola, que estava inicialmente com seu comprimento natural, ela ganhará energia potencial elástica e, portanto, sua massa aumentará.
>
> Nas aulas de Química você deve ter aprendido a Lei de Conservação da Massa de Lavoisier. Segundo essa lei, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos de uma reação química. Agora sabemos que essa igualdade é aproximada, pois durante uma reação química em geral há absorção ou liberação de calor (ou luz) para o ambiente. Desse modo, há uma variação de massa.
>
> Porém [..] essa variação de massa é tão pequena que as balanças não conseguem determiná-la. Só foi possível verificar a validade da equação de Einstein quando os físicos conseguiram analisar as transformações com os núcleos dos átomos, pois, durante essas transformações, as variações de massa são muito maiores do que as que ocorrem numa reação química e, assim, podem ser mais facilmente percebidas [...] (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 419).

Com o objetivo de adentrar nas entrelinhas da relação entre massa e energia, a obra *Física Clássica* (2012) aborda uma concepção bem mais profunda, ao dizer que:

> Quando a equação $\Delta E = (\Delta m)c^2$ é comentada em artigos publicados em jornais ou revistas, frequentemente lemos frases do tipo: "A energia pode ser convertida em massa e vice-versa". Essa frase, porém, não está correta. Não há conversão de energia em massa (ou vice-versa). Vejamos por quê.
>
> Em primeiro lugar, a massa não é uma "coisa", mas sim uma propriedade, é uma medida da inércia. Portanto, não pode ser convertida (transformada) em nada. Em segundo lugar, quando há conversão, algo deve desaparecer para dar lugar a outra coisa. No entanto, quando fornecemos energia a um corpo, ela não desaparece, continua lá, como energia.
>
> Consideremos, por exemplo, o caso da compressão de uma mola. Ao comprimirmos a mola, fornecemos a ela uma energia que fica armazenada na forma de energia potencial elástica, ela não desaparece [...].
>
> Outra noção frequente que também deve ser evitada é a da equivalência entre massa e energia, pois ela dá uma ideia de igualdade entre massa e energia, o que não é verdade. A massa inercial mede a inércia de um corpo, isto é, sua

> resistência a mudanças de velocidade, enquanto a energia representa, numa definição simplificada, a capacidade de realizar trabalho.
>
> O que podemos dizer, então, é que a equação de Einstein exprime uma proporcionalidade entre os valores numéricos das variações de massa e energia (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p. 420).

No livro *Tópicos de Física*, os autores Boas, Doca e Biscuola (2001), iniciam a discussão sobre relatividade da seguinte forma:

> Como vimos no estudo da Mecânica, a velocidade, por exemplo, é uma grandeza relativa, isto é, uma grandeza que depende do referencial em relação ao qual é medida. Consequentemente, também são relativas outras grandezas que dependem da velocidade, como a energia cinética e a quantidade de movimento.
>
> A energia potencial de gravidade é outra grandeza cujo caráter relativo é evidente. De fato, o valor dessa energia *(mgh)* depende do nível de referência adotado para medir alturas.
>
> As grandezas **comprimento**, **tempo** e **massa**, entretanto, sempre foram tratadas como **absolutas**, isto é, independentes do referencial em que são medidas.
>
> Se alguém afirmar que o comprimento de uma ponte, o tempo de duração de uma aula e a massa de uma pessoa dependem do referencial, você certamente achará absurdas essas afirmações.
>
> Entretanto, como veremos nessa breve exposição, comprimento, massa e tempo, grandezas consideradas absolutas na Mecânica Clássica, também são grandezas **relativas**! A relatividade dessas grandezas, porém, só fica evidenciada quando estudamos situações em que as velocidades são muito altas, isto é, não-desprezíveis em comparação com a velocidade da luz no vácuo, que é *300 000 km/s*, aproximadamente.
>
> O motivo da nossa perplexidade diante do caráter relativo do comprimento, do tempo e da massa é estarmos habituados a situações em que as velocidades são insignificantes em comparação com a da luz [...] (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001 p. 423, grifo dos autores).

Em seguida, é feita uma abordagem histórica:

> Entre o final do século XIX e o princípio do século XX, vários fatos importantes não estavam explicados.
>
> Como vimos, alguns foram esclarecidos pela Física quântica. Entretanto, outras questões continuavam sem respostas. Estas só foram dadas por outra teoria: A Teoria da Relatividade, de Einstein.
>
> Essa teoria, que introduziu profundas transformações em conceitos básicos, é composta por duas partes.
>
> Uma delas é a Teoria da Relatividade Restrita (ou Especial), publicada por Einstein em 1905, quando ele tinha 26 anos de idade. Nessa parte, todos os fenômenos são analisados em relação a referenciais necessariamente **inerciais**.

> A outra parte é a Teoria da Relatividade Geral, publicada em 1915, que aborda fenômenos do ponto de vista de referenciais **não-inerciais**.
>
> É importante destacar que a Teoria da Relatividade não destruiu a Mecânica newtoniana, que continua válida para velocidades desprezíveis em comparação com a velocidade da luz no vácuo (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 423, grifo dos autores).

Em relação aos dois postulados da TRR, os autores consideram que:

> 1º) As leis da Física são as mesmas, expressas por equações que têm a mesma forma, em qualquer referencial inercial. Não existe um referencial inercial privilegiado.
>
> 2º) A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor *c (c=300 000 km/s)* em relação a qualquer referencial inercial.
>
> **Nota dos autores:**
>
> - Em virtude principalmente do seu movimento de rotação, a Terra não é um referencial inercial. Entretanto, para fenômenos de curta duração em relação às 24 horas, ela pode ser considerada um referencial inercial.
> - É preciso destacar que, para elaborar a Teoria da Relatividade, Einstein contou não só com sua grande genialidade, mas também com os trabalhos de outros físicos, como os americanos Albert A. Michelson (1852-1931) e E. W. Morley (1838-1923) e o holandês H. A. Lorentz (1853-1928) (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 424, grifo dos autores).

Em relação à dilatação temporal, os autores tratam que:

> Constataremos que o intervalo de tempo decorrido entre dois eventos, isto é, entre dois acontecimentos, depende do referencial que se observa esses eventos.
>
> Para isso, considere um vagão em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade *v* em relação ao solo. Um espelho plano está colado no teto do vagão e uma lanterna está colada em seu piso, a uma distância *d* do espelho [...].
>
> A lanterna emite um pincel de luz que vai até o espelho e retorna à lanterna. Vamos definir dois eventos:
>
> - **Primeiro evento:** a lanterna emite o pincel de luz.
> - **Segundo evento:** o pincel retorna à lanterna.
>
> Vamos analisar o intervalo de tempo, decorrido entre esses dois eventos, em relação a dois referenciais assim definidos:
>
> - ***R'*:** referencial em repouso em relação ao local onde ocorreram os dois eventos. Para esse referencial, o intervalo de tempo entre os eventos será representado por *Δt'*.
> - ***R*:** referencial em movimento em relação ao local onde ocorreram os eventos. Para esse referencial, o intervalo de tempo entre os eventos será representado por *Δt* (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 425, grifo dos autores).

Em seguida, são destacados os seguintes pontos:

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

- Se $\boldsymbol{v}$ for desprezível em relação a ($\boldsymbol{c}$), $\frac{v^2}{c^2}$será praticamente igual a zero e Δt será praticamente igual a $\Delta t'$. Por isso, podemos dizer que a Mecânica Clássica, para a qual Δt é igual a $\Delta t'$, é um caso particular da Teoria da Relatividade em que as velocidades são muito baixas, impossibilitando a detecção dos efeitos relativísticos.
- Se, na situação analisada na exposição desse item, os eventos, em vez de ocorrerem no vagão, **ocorressem no solo** (lanterna e espelho fixos em relação ao solo), o referencial ***R'*** estaria no solo (referencial em repouso **em relação ao local dos eventos**) e ***R*** estaria no vagão (referencial em movimento **em relação ao local dos eventos**). O Intervalo de tempo Δt, medido por ***R***, continuaria **maior** que $\Delta t'$, medido por ***R'***, e a expressão para Δtcontinuaria exatamente a mesma (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 426, grifo dos autores).

A contração do comprimento recebe um tratamento análogo, a saber:

> Constataremos que o comprimento de um corpo depende do referencial em que é medido.
>
> Para isso, considere o mesmo vagão do item anterior, nas mesmas condições lá estabelecidas.
>
> Vamos supor que o vagão vai passar por um túnel [...] despreze o comprimento do vagão em comparação com o túnel.
>
> A medida do comprimento do túnel será analisada em relação a dois referenciais assim definidos:
>
> - ***R*:** referencial em repouso **em relação ao corpo cujo comprimento será medido** (no caso, o corpo é o túnel). Para esse referencial, o comprimento do túnel é *l*.
> - ***R'*:** referencial móvel **em relação ao corpo (túnel) cujo comprimento será medido**. Para esse referencial, o comprimento do túnel é *l'*.
>
> Para o referencial ***R***, o comprimento do túnel mede l. Então, enquanto o vagão passa completamente pelo túnel, esse referencial ***R*** o vê percorrer uma distância l durante um intervalo de tempo Δt, medido num relógio em seu pulso [...] (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 427, grifo dos autores).

Os autores ainda reforçam que:

- Para um referencial ***R***, que está em repouso em relação a um corpo, esse corpo tem comprimento *l*, para um referencial ***R'***, que se move em relação ao mesmo corpo, o comprimento desse corpo é *l'*, sendo *l'* **menor** que *l*. A isto se dá o nome de **contração do comprimento** (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 429, grifo dos autores).

Para a equação que trata da relação entre massa e energia, os autores afirmam que:

> Considere [...] uma pedra em repouso em relação ao solo.
>
> Sendo sua massa de repouso m_0, pode-se demonstrar que essa massa equivale a uma energia intrínseca, dada por:
>
> $$E_0^0 = m_0 c^2$$

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Por exemplo, se fosse possível aniquilar uma pedra de massa igual a 1 g, transformando-a totalmente em energia, obteríamos:

$$E_0^0 = m_0 \cdot c^2 = (1.10^{-3}kg) \cdot (3.10^8 \frac{m}{s})^2 = 9 \cdot 10^{13}J$$

Essa energia seria suficiente para manter acesas 1000 lâmpadas de 100W por quase 30 anos!

Portanto, uma pequeníssima massa equivale a uma enorme quantidade de energia.

Todas as reações que liberam energia, inclusive as reações químicas exotérmicas, o fazem devido a uma perda de massa, que se transforma em energia.

A energia solar, por exemplo, provém de uma reação nuclear denominada **fusão nuclear**. Nessa reação, quatro núcleos de hidrogênio se fundem produzindo um núcleo de hélio. A massa do núcleo de hélio, porém, é ligeiramente menor que a soma das massas dos quatro núcleos de hidrogênio, e essa perda de massa corresponde à energia liberada. Nesse processo, o Sol perde cerca de 4 milhões de toneladas de massa a cada segundo! A fusão nuclear também pode ocorrer na explosão de uma bomba de hidrogênio.

Nota dos autores:

- Do exposto, concluímos que a massa é uma forma de energia.
- Quando um corpo está em movimento, sua energia total E é a soma da sua energia de repouso E_0 com sua energia cinética. Essa energia total também pode ser expressa por $E = mc^2$, em que m é a massa relativística (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001, p. 435, grifo dos autores).

4 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

As abordagens contidas nos livros didáticos pesquisados se diferem em relação à base teórica, pois todo seu respaldo teórico é constituído por obras de divulgação científica. Não obstante, tais obras têm o objetivo de tratar os temas de forma mais simples e conceitual, sem dar ênfase ao caráter matemático dos conteúdos. Em comparação às concepções aqui descritas, os livros pesquisados apenas ressaltam o fato de que o espaço e o tempo são estruturas mutáveis e dinâmicas, sem uma descrição mais precisa de tal afirmação, isto é, seria necessário dar uma explicação mais detalhada, ou seja, tratar esse assunto de forma mais minuciosa, a respeito das afirmações abordadas nos livros didáticos. Assim, tais obras poderiam fazer uma abordagem mais significativa, com uma linguagem mais acessível dos conceitos da TRR, em que o discente pudesse ter uma compreensão mais firme e clara sobre tais conceitos.

No que tange à abordagem adotada pelo livro Fundamentos da Física (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007), os autores abordam os postulados da TRR, em seguida a dilatação do espaço-tempo, e falam ainda sobre conceitos que os outros livros pesquisados não abordam, como as equações de Lorentz e, mais detalhadamente, trata o objeto de estudo da TRR de forma bastante minuciosa, ao destacar a não existência de um referencial inercial absoluto e definir tal sistema com bastante precisão. As formulações dadas aos dois postulados apresentados no livro didático se assemelham bastante às definições adotadas neste trabalho e

os autores do referido livro também destacam as consequências referentes ao princípio da constância da velocidade da luz no vácuo.

Em relação ao primeiro postulado da TRR apresentado por Ramalho, Nicolau e Toledo (2007), percebe-se a falta de abordagem de que esse postulado é mais geral que o proposto por Galileu, pois abrange não só as leis da Mecânica, mas sim todos os fenômenos físicos (sejam eles mecânicos, eletromagnéticos, térmicos, ópticos, etc.). É totalmente válido afirmar que elas são invariantes em relação à mudança de referenciais inerciais, ou seja, tais fenômenos são descritos pelas próprias leis mesmo em referenciais inerciais distintos. Se as leis que regem os fenômenos físicos tomassem configurações distintas para os observadores em movimento relativo, seria necessário descrever de forma analítica as equações para o objeto de estudo em repouso e para o objeto em movimento, no qual concluímos que não há um sistema de referência universal. Já referente ao segundo postulado, ele contradiz uma das consequências das leis de Newton, pois, de acordo com a Mecânica Clássica, desde que uma força resultante não-nula atue sobre um corpo, esse elemento poderá alcançar uma velocidade infinita (PERUZZO, 2013). Sobre as consequências do segundo postulado, os autores mesclam uma abordagem matemática e conceitual sólida, a qual possibilita uma maior compreensão por parte do aluno.

Ramalho, Nicolau e Toledo (2007) ainda apresentam um conjunto de equações, conhecidas como equações de Lorentz. Nas entrelinhas, a ideia transmitida pelos autores é que o fator de Lorentz é um mecanismo de correção incorporado às equações formuladas por Galileu, com o objetivo de modificá-las para a condição de velocidades elevadas, de modo que o fator de correção possa assumir valores distintos e, dessa forma, apresentar diferentes condições. Em último plano, os autores estabelecem a relação entre massa e energia através da famosa equação $E = mc^2$, além de traçar situações contextualizadas que evidenciam esse processo. Uma ressalva muito importante é que essa equação também define uma energia associada aos objetos estacionários, isto é, um corpo estacionário em relação a um sistema de referência possui energia, denominada energia de repouso. Entretanto, em nenhum momento os autores tratam esse ponto. Já em relação a massa de um determinado objeto, os autores ainda complementam que a massa de um objeto é maior quando em movimento e que esse acréscimo não resulta no aumento da sua massa em si, mas sim na sua inércia que, em síntese, mede o grau de resistência à mudança de velocidade. Dessa forma, se um corpo atingisse a velocidade da luz, que é a velocidade limite do universo, sua inércia seria infinita.

Por outro lado, o livro Física Clássica (CALÇADA; SAMPAIO, 2012) inicia a discussão sobre relatividade apresentando um problema sobre o eletromagnetismo um tanto interessante. Os autores fazem uma análise em relação às forças atuantes sobre uma carga elétrica *Q* que desloca-se no interior de um vagão para dois referenciais: um sistema de referência estacionário e o outro em movimento. Para o referencial fixo, a carga *Q* está em movimento e, além de campo elétrico, ela também produz um campo magnético. Dessa forma, se uma carga de prova *q*, a qual possui velocidade *v*, for colocada nas proximidades de *Q*, os dois referenciais não estarão em concordância sobre as forças que atuam em *q*. Para o sistema de referência estacionário, sobre *Q* atuarão duas forças: uma de ordem elétrica e a outra de caráter magnético. Já para o referencial em movimento, apenas a força magnética agirá sobre o sistema.

Feito isso, os autores trazem uma abordagem histórica sobre a unificação das leis do eletromagnetismo, ao destacar o trabalho de vários cientistas nessa empreitada. Nesse sentido, verifica-se que no século XIX ainda perdurava a concepção de um meio em que a luz se propagava, conhecido como éter luminífero, concepção que logo foi abandonada em função da validade do segundo postulado da TRR. A apresentação dos dois postulados é semelhante à

abordagem descrita nos livros de divulgação e em outras obras de caráter didático, de modo que essas afirmações foram tratadas de forma bem consistente nos parágrafos anteriores.

Em relação às consequências desses postulados, apenas a questão da dimensão temporal recebe devida importância. Os autores afirmam que o tempo é uma grandeza relativa e que o transcorrer de dois eventos pode diferir de um referencial para outro, de modo que essa formulação está em plena consonância com os conceitos adotados. Todavia, a obra impôs um caráter excludente ao espaço, pois ela apenas afirma que objetos que se deslocam com velocidades próximas à da luz sofrem uma contração em seu comprimento. É dado um tratamento muito matematizado a esse conceito, o qual encobre o caráter dinâmico do espaço.

Em seguida, os autores utilizam conceitos de Mecânica e Termodinâmica para reforçar o significado da equação $E = mc^2$, ao associar tal relação com as energias térmica e potencial elástica. Ademais, Calçada e Sampaio (2012) ainda traçam um paralelo da equação anterior com o Princípio de Lavoisier, ao considerar que, em uma reação química, a conservação da massa não ocorre de fato, pois em tal fenômeno há liberação ou absorção de calor (ou luz), de forma que há uma pequena variação de massa na amostra analisada. Não obstante, ainda na mesma página, os autores apresentam conceitos que contradizem as afirmações anteriores, ao considerarem que não há conversão de massa em energia (e vice-versa) e isso, por sua vez, é um diferencial a ser considerado, já que põe em questão a relação de massa e energia.

Por outro lado, Calçada e Sampaio (2012) deixam nítido o fato de que a massa é uma propriedade intrínseca/inerente à matéria, dando apenas uma característica a essa grandeza. Os autores ressaltam também, no que diz respeito a energia, o fato de que, sob condições ideais, quando certa quantidade de energia é fornecida a um corpo de massa m, tal energia não é dissipada, mas pode se apresentar sob diferentes formas. Em termos equivalentes, isso significa dizer que a equação $E = mc^2$ obedece ao Princípio de Conservação da Energia.

Calçada e Sampaio (2012) destacam, também, o fato de que não há uma relação conceitual de equivalência entre massa e energia, pois, apesar de serem grandezas atreladas entre si pela equação posta anteriormente, elas possuem significados distintos. No entanto, mesmo apresentando esse fato, os autores não concordam com essa ideia e, como contra-exemplo, destacam os processos de fusão nuclear, que ocorrem no interior do Sol, e a aniquilação de pares, de modo que, quando uma partícula colide com sua respectiva anti-partícula, ocorre a emissão de dois feixes de raios gama (radiação eletromagnética), que se deslocam em sentidos opostos, obedecendo a *Conservação do Momentum*, isto é, a força total externa que age sobre dois corpos de um sistema isolado é nula. Isso permite determinar, por exemplo, o *momento linear* do sistema, definido como uma grandeza que fornece uma medida da *quantidade de movimento* dos corpos, antes e depois da interação entre eles, sem a necessidade de se conhecer todos os seus detalhes. Assim, o *momento linear* é constante, ou seja, é conservado.

Um aspecto importante da obra Física Clássica (CALÇADA; SAMPAIO, 2012) é a descrição da massa como uma grandeza que mede a inércia de um corpo, ou seja, sua resistência à mudança de velocidade. Em síntese, quanto maior a massa de um corpo, maior será a energia aplicada sobre ele para alterar seu estado de movimento. Todavia, Calçada e Sampaio (2012) apresentam uma definição simplificada para o conceito de energia, ao afirmar que a energia é a mera capacidade de realizar trabalho. Tal definição restringe o conceito de energia ao âmbito da Mecânica.

Já o livro Tópicos de Física (BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2001) introduz a discussão sobre relatividade, destacando o fato de que a velocidade é uma grandeza relativa, ou seja, que ela é

dependente do referencial adotado. Os autores da obra também mencionam que outras grandezas, como a energia cinética e a quantidade de movimento também são relativas. Fato que não é destacado em outras obras.

Boas, Doca e Biscuola (2001) discutem o caráter relativo da energia potencial, pois ela depende do nível de referência adotado no qual, nas proximidades da Terra, o campo gravitacional é constante. Essa informação quase não é discutida nos livros didáticos. Em seguida, os autores destacam o tratamento absoluto dado pela Mecânica Clássica em relação às grandezas, comprimento, massa e tempo. Nessa perspectiva, tais grandezas são consideradas invariantes sob a mudança de um referencial inercial para outro. Na sequência, são apresentadas situações cotidianas que são colocadas em xeque pela TRR, como as modificações da massa e o comprimento dos objetos.

Feito isso, os autores dão ênfase à uma abordagem histórica e apresentam uma nomenclatura diferente para a teoria da Relatividade Especial. Nessa perspectiva, tal teoria é especial, pois ela se aplica somente a sistemas de referência inerciais. Para um referencial não-inercial, sua aceleração é não-nula, seu âmbito de validade está centrado na TRG.

Em relação aos dois postulados da TRR, os autores dão um tratamento análogo às obras analisadas anteriormente, ressaltando o fato de que as leis da Física possuem a mesma configuração para qualquer sistema de referência que se mova com velocidade constante e que a velocidade da luz é invariante para tais sistemas. Os autores ainda fazem uma observação importante ao afirmar que a Terra é um referencial acelerado, pois ela está sujeita a uma aceleração centrípeta. Todavia, podemos considerar nosso planeta como um referencial inercial se o transcorrer de um evento for ínfimo quando comparado com a duração de um dia. Referente às consequências dos postulados, os autores tratam a dilatação temporal sob duas perspectivas distintas: para um sistema de referência em repouso e para outro sistema em movimento. A situação descrita está relacionada com o feixe de luz emitido por uma lanterna, a qual está fixada num vagão em movimento, em que ambos os observadores em seus referenciais não estarão em consonância quanto ao intervalo de tempo transcorrido para o fenômeno analisado. Boas, Doca e Biscuola (2001) ressaltam o fato de que, se a velocidade do objeto for desprezível em comparação com a velocidade da luz, os observadores estarão de acordo quanto à duração de cada evento.

A contração do comprimento recebe um tratamento muito similar à situação anterior. O comprimento de um objeto também é analisado na perspectiva de dois referenciais distintos: um sistema de referência fixo e outro móvel. Caso um objeto se desloque nas proximidades da velocidade da luz, ambos referenciais não estarão de acordo quanto ao seu comprimento. De acordo com Boas, Doca e Biscuola (2001), os fenômenos que estão no âmbito da Mecânica Clássica podem ser considerados como casos particulares da TRR, pois a teoria clássica se situa no âmbito das baixas velocidades.

Em seguida, Boas, Doca e Biscuola (2001) ressaltam a devida importância de outros cientistas como Albert Michelson, Edward Morley e Hendrik Lorentz, que foram imprescindíveis para a formulação da TRR elaborada por Einstein.

Todos os LDs estudados abordam a equação de Einstein de forma distinta. Segundo Boas, Doca e Biscuola (2001), massa e energia são grandezas equivalentes, ou seja, a tese defendida pelos autores é de que há a conversão de massa em energia e, como exemplo, os autores destacam o processo de fusão nuclear. No entanto, alguns expoentes da literatura, como Calçada e Sampaio (2012), como mencionado anteriormente, afirmam que essa concepção é totalmente

equivocada, pois a massa é uma grandeza que está associada à inércia de um objeto e a única relação que possui com a energia é meramente numérica de acordo com a equação $E = mc^2$. Ainda de acordo com Calçada e Sampaio (2012), a ideia de equivalência, no sentido mais restrito da palavra, é um termo impreciso, pois transmite uma noção de igualdade entre duas grandezas distintas.

Pela análise dos LDs consultados, a discordância entre a equivalência ou não entre massa e energia é algo que ainda está em debate na Física. Talvez, nos simpósios, seminários, congressos e outros meios de divulgação científica, essa discussão sobre conversão de massa em energia tenha mais sentido do que em LDs do ensino médio, já que os LDs devem apresentar o que há de mais sólido, no momento de sua concepção, no campo da Física. Ademais, é fato que essa questão ainda não está totalmente superada e o debate na Física prossegue para alguns autores, conforme apresentado neste artigo. Nesse sentido, cada LD traz, de acordo com o ponto de vista de seu autor, uma visão da Física. Pode-se entender que, nesse caso, o professor de Física é quem deve fazer a intermediação, discutindo com seus alunos a versão do livro de Física que eles utilizam e de outras variantes que possam haver no campo.

Do exposto, realizada a análise dos LDs pesquisados, no que diz respeito à discordância entre os autores sobre a relação de massa e energia na TRR, cabe dizer que a separação clássica das leis de conservação da massa e da energia é defeituosa. Nem massa nem energia sozinhas por elas mesmas se conservam nos processos naturais. A quantidade, na verdade, conservada – Massa-Energia – combina massa e energia levando em consideração suas equivalências. Assim, em contraste com a teoria clássica, na TRR, o conceito que envolve massa e energia antes separados, torna-se um único chamado Massa-Energia. Isso resolve as aparentes discordâncias, pois trata-se agora de um único conceito, o que torna sem efeito as comparações de ambos, massa e energia, que decorrem da defeituosa separação. Assim, o que antes era separado teoricamente, o conceito de massa e o de energia, hoje é tido como um único conceito, combinando-os, isto é, a equivalência desses termos é considerada, pelo princípio de conservação da massa, que perde sua independência e funde-se com o da conservação de energia (OKUN, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria da Relatividade promoveu uma mudança profunda na maneira como entendemos o espaço e o tempo. As normas do "senso comum" que se usam para relacionar as medidas de espaço e tempo na visão de mundo newtoniana diferem com seriedade das regras adequadas para velocidades próximas à da luz. A descrição da TRR proposta em 1905 por Albert Einstein descreve como o tempo, espaço e os fenômenos físicos são analisados em diferentes sistemas de referência que se movem com velocidade constante entre si. Isso já difere do trabalho posterior de Einstein sobre a Teoria da Relatividade Geral, que trata de qualquer quadro de referência, incluindo até mesmo os quadros acelerados.

Ao contrário da Mecânica de Newton, que busca descrever o movimento das partículas, a TRR não se restringe a um tipo particular de fenômeno em si. Suas regras de espaço e tempo tendem a afetar todas as teorias físicas fundamentais. Nesse sentido, é importante pontuar que as modificações da Mecânica newtoniana na TRR não invalidam a Mecânica Clássica nem exigem sua substituição propriamente dita. Ao invés disso, as equações da Mecânica Relativística

diferem significativamente das equações da Mecânica Clássica apenas para objetos que se movem em velocidades relativísticas, ou seja, velocidades menores que, mas comparáveis, à da luz.

O presente trabalho verificou como alguns conceitos da TRR vêm sendo abordados em três LDs do ensino médio utilizados por vários professores e alunos. Em relação aos postulados, eles são bem trabalhados em todos os LDs e o que pode haver é um ou outro equívoco conceitual por parte dos autores. Já em relação às consequências dos postulados da TRR, nenhum dos livros aborda esse fato em comparação com a base teórica utilizada. Outra questão que causa discordâncias nos livros pesquisados ocorre no que diz respeito à relação de equivalência entre massa e energia, em que alguns autores afirmam que a massa pode ser convertida em energia e vice-versa, enquanto outros consideram que isso é um equívoco conceitual.

No livro dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo (2007), a TRR tem seus conceitos tratados de forma bastante minuciosa e precisa. Além disso, apresenta as consequências referentes ao princípio da constância da velocidade da luz no vácuo. Ademais, os autores estabelecem a relação entre massa e energia através da equação de Einstein.

É cabível, também, chamar a atenção dos professores que venham a adotar o LD de Calçada e Sampaio (2012) como livro texto que possui uma abordagem bem descritiva e detalhada, que faz uma descrição histórica significativa e que aborda a existência de uma contradição na definição de equivalência entre massa e energia na TRR. Pelo que pôde ser analisado, os autores, apesar de apresentarem tal ideia, não concordam com ela. Então, deve-se ter de fato cuidado com tal abordagem realizada na obra e na utilização dela em sala de aula.

Na obra de Boas, Doca e Biscuola (2001), a TRR recebe atenção especial ao ser tratada da forma mais completa e concisa em relação às outras apontadas neste trabalho. Os autores fazem abordagens e observações importantes, conforme apresentado na seção anterior, que as outras obras não fazem e destaca a importância histórica da TRR e de cientistas que foram imprescindíveis para a formulação da TRR de Einstein.

Dados os conceitos da TRR, ela possui uma matemática um tanto simples em nível de ensino médio, o que favorece ao professor poder trabalhar essa parte de forma bem atenta e detalhadamente, para que os alunos possam relacionar os conceitos com as equações utilizadas. No que diz respeito aos conceitos dessa teoria, o que mais surpreende, não pelo fato de serem complicados mas pelo fato de serem capazes de desafiar, é o “senso comum” da realidade nas sutilezas desses conceitos.

Para finalizar, cabe dizer que a TRR, assim como muitas outras teorias da Física e de outras ciências, deve ser bem abordada nos LDs, a fim de tornar mais sólido o conhecimento dos alunos. Nesse sentido, o LD é uma ferramenta didática importante para a construção do conhecimento professor-aluno. Ademais, é prudente ressaltar que, quando se trata de ferramentas didáticas, a literatura de divulgação científica, como a abordada neste trabalho, deve ser tratada como texto complementar ao LD e que o professor deve analisar até que ponto o esforço em facilitar os conceitos não compromete o entendimento apropriado do conteúdo. A avaliação desses aspectos não é simples e, na verdade, vai além da literatura de divulgação científica. Ela faz parte da transmissão e evolução do conhecimento. Assim, adotar diferentes ferramentas para o ensino-aprendizagem e analisar a potencialidade de sua aplicação é crucial para a construção do conhecimento de todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

BOAS, N. V.; DOCA, H.; BISCUOLA, G. J. **Tópicos de Física**. 15. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física Clássica**. 1 ed. São Paulo: Atual, 2012.

COLES, P. Einstein, Eddington and the 1919 Eclipse. In: **Proceedings of International School on The Historical Development of Modern Cosmology**, 2001. Disponível em: https://cds.cern.ch/record/489163/files/0102462.pdf. Acesso em: 11 ago. 2020.

DEITOS, G. M. P.; MALACARNE, V. Experimentação no ensino de ciências: um olhar para os livros didáticos do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 1-15, jan./abr. 2020.

DYSON, F. W.; EDDINGTON A. S.; DAVIDSON, C. A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field from observations made at the total eclipse of May 29, 1919. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v. 220, 291, 1920.

GIACOMELLI, A. C.; PEREZ, C. A. S.; ROSA, C. T. W. Discussão sobre a inserção de tópicos de relatividade no ensino médio: análise na voz de professores Física em formação. **Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v. 15, n. 34, jul-dez 2019, p. 130-150.

GREENE, B. **O tecido do cosmo:** o espaço, o tempo e a textura da realidade. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

GREENE, B. **O Universo elegante:** supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

HAWKING, S. **Breve Respostas Para Grandes Questões**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2018.

JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. 9 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

KARAM, R. A. S.. **Relatividade restrita no início do ensino médio: elaboração e análise de uma proposta**. Santa Catarina – Florianópolis. 236 f. [Dissertação (mestrado)]. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, 2005. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102174. Acesso em: 11 ago. 2020.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e Diagramas V:** subsídios didáticos para o professor pesquisador em ensino de ciências. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2016.

OKUN, L. B. **Energy And Mass In Relativity Theory**. World Scientific Publishing Company, 2009.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. (2001). Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. **Física na Escola**. v. 2, n. 1, p. 13-18.

PERUZZO, J. **Teoria da Relatividade Especial**. Irani: Clube de Autores, 2013.

PESSOA, R. R. O livro didático na perspectiva da formação de professores. **Trab. linguista. apl.**, Campinas, v. 48, n. 1, pág. 53-69, junho de 2009.

RODRIGUES, C. D. U. **A inserção da teoria da relatividade no ensino médio**. Santa Catarina. 172 f. [Dissertação (mestrado)]. Universidade Federal de Santana Catarina. Centro de Ciências da Educação – Programa de Pós Graduação em Educação, UFSC, 2001. Disponível em: https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/DISSERT_daniel.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020.

TERRAZZAN, E A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2° grau. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

ZAMBON, L. B; TERRAZZAN, E. A. Livros didáticos de física e sua (sub)utilização no ensino médio. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 19, 2017.

Recebido em: *21 de fevereiro 2021*

Aceito em: *1º de junho 2021*

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

PERMANÊNCIA E EVASÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: ESTUDO DE CASO SOBRE ESTUDANTES DO CURSO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE - IFNMG, CAMPUS ALMENARA-MG

Permanence and evasion in distance education: case study on technical course students in the environment - IFNMG, Campus Almenara-MG

Eduardo Charles Barbosa AYRES
Instituto Federal no Norte de Minas Gerais
eduardo.ayres@ifnmg.edu.br

Vanessa Fonseca AYRES
PPGSAT/Universidade Federal de Minas Gerais- Universidade Estadual de Montes Claros
vfayres@gmail.com

Marcela Alves FONSECA
POSGEO/Universidade Federal da Bahia
marcela.alvesfonsec@gmail.com

Ellen Fabiana Oliveira GONÇALVES
Secretaria de Estado de Educação-MG
ellengeografia@gmail.com

Ana Ivânia Alves FONSECA
Universidade Estadual de Montes Claros
anaivania@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.154

Resumo

A Educação a Distância (EaD) vem se tornando uma realidade cada vez mais comum, porém o acesso remoto tem revelado motivos determinantes para abandono ou manutenção dos estudantes. Esse estudo teve como objetivo identificar e avaliar aspectos influenciadores da evasão e permanência de estudantes do curso técnico em Meio Ambiente do IFNMG - *Campus* Almenara, modalidade a distância, turma com início em março de 2013 e término em março de 2015. A aplicação de questionário via *e-mail* e pesquisa documental aconteceram entre fevereiro e março de 2015. Nota-se que as causas centrais que fizeram os estudantes, em algum momento, pensarem em desistir do curso foram a sobrecarga de trabalho escolar, o material didático de baixa qualidade e difícil entendimento, a dificuldade em conciliar trabalho com estudo e o deslocamento para momentos presenciais. Contudo, a realização pessoal, a qualificação profissional, o apoio e incentivo dos professores e tutores foram relevantes para prosseguir no curso. O estudo revelou evasão de 41% dos estudantes. Concluiu-se que as informações a respeito da permanência e evasão podem auxiliar tutores, professores, coordenadores e gestores educacionais para tornarem os cursos EaD mais atrativos e com menores índices de desistência.

Palavras-chave: Ensino a distância. Formação técnica. Desistência. Meio Ambiente.

Abstract

Distance Education (EaD) has become an increasingly common reality, but with determining reasons for abandonment or maintenance of students. This study aimed to identify and evaluate influencing aspects of evasion and permanence of students of the technical course in Environment at the IFNMG-Campus Almenara, distance learning, class starting in March 2013 and ending in March 2015. The application of a questionnaire via e-mail and documentary research took place between February and March 2015. It is noted that the central causes that made students, at some point, think about giving up the course were the overload of school work, the low quality teaching difficult to understand, the difficulty in reconciling work with study and displacement to face-to-face moments. However, personal fulfillment, professional qualification, support and encouragement from teachers and tutors were relevant to continue the course. The study revealed dropout of 41% of students. It was concluded that the information about permanence and dropout can help tutors, teachers, coordinators and educational managers to make distance education courses more attractive and with lower dropout rates.

Keywords: Distance learning. Technical graduation. Withdrawal

INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) dispõe de facilidades que permitem romper algumas barreiras como a dificuldade de acesso e deslocamento, falta de tempo e a própria distância. Além disso, evita a exposição ao trânsito caótico e à violência, principalmente nos grandes centros. Permite

a cada estudante fazer seu próprio horário de estudo conforme sua disponibilidade (FREITAS, 2005).

Conforme o Decreto 2.494 de 10/02/1998, a EaD pode ser definida da seguinte forma:

> Educação a Distância é uma forma de ensino que possibilita a autoaprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação (BRASIL, 1998, p. 1).

Para FREITAS (2005), a metodologia da EaD ainda permite o acesso ao sistema educacional para aqueles que foram excluídos da oportunidade do ensino superior público, por estarem distantes das universidades ou não dispor de tempo ou horários tradicionais de aula.

Mesmo com as inúmeras vantagens e facilidades apresentadas nos cursos à distância, a evasão é uma preocupação dos gestores e vem chamando a atenção de pesquisadores para compreensão dos aspectos que levam a esse fenômeno. Porém, a pesquisa com estudantes evadidos torna-se um desafio, tendo em vista a dificuldade de localizá-los após o abandono do curso.

Diante disso, essa pesquisa teve como objetivo identificar e avaliar aspectos influenciadores da evasão e permanência de estudantes matriculados no curso técnico em Meio Ambiente, nível médio, oferecido pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG/Campus Almenara (oferta 2013-2015)[1], conduzido na modalidade EaD, a fim de criar subsídios que possam contribuir com os processos ensino-aprendizagem e maior permanência dos estudantes.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O curso técnico em Meio Ambiente do IFNMG, modalidade EaD, estruturado em quatro módulos, com carga horária total de 1.100 horas, foi ofertado em sete polos presenciais nos municípios de Montes Claros, Arinos, Salinas, Araçuaí, Januária, Pirapora e Almenara (IFNMG, 2020), sendo esse último o foco da pesquisa.

De acordo com Henrique *et al.* (2012), a evasão média apurada em 129 instituições de ensino no Brasil foi de 18,5%. No setor público, ela é quatro pontos percentuais maiores que no setor privado, com índice de 21,1%.

Para ANDIFES *et al.* (1996, p. 56) a evasão é entendida como "a saída definitiva do aluno de seu curso de origem, sem concluí-lo". Segundo Branco *et al.* (2020), a evasão consiste na interrupção do curso por parte do estudante, independente da etapa que ele se encontra, seja no início ou no final do percurso.

Estudos realizados por Almeida (2010), no Centro de Educação a Distância (CEAD) da Universidade de Brasília (UnB), mostram evasão de 49%, no curso de especialização em esporte escolar oferecido na modalidade a distância por essa universidade. O autor destaca que a falta de tempo ou sobrecarga de trabalho é apontada como uma das principais razões para a

[1] Essa oferta está vinculada ao Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec) instituído pela Lei nº 12.513, de 26 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011a), com ações via Rede e-Tec Brasil, instituído pelo Decreto nº 7.589, de 26 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011b), que visa oportunizar e ampliar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica.

evasão em cursos a distância, e acrescenta que as demandas simultâneas do curso, trabalho e da família são obstáculos para o aluno planejar e cumprir uma agenda de estudos.

A EaD surge como uma forma de superar as dificuldades dos estudantes em frequentar a educação presencial. Diante de inúmeras vantagens, é uma modalidade educacional promissora que merece investigação nos processos de ensino-aprendizagem para compreender aspectos que podem significar obstáculos para os estudantes que se matriculam, influenciando ou não em sua permanência.

Para Branco *et al*. (2020), as fragilidades e os entraves apontados para o processo educativo na EaD estão ancorados às limitações na comunicação, na falta de interação humana, de suporte, de feedback, a resistência quanto à mudança de fisicalidade, temporalidade, espacialidade, e ausência de letramento digital[2].

Jardim *et al.* (2017) apontam que aspectos ligados à metodologia das aulas, às avaliações, bem como ao bom funcionamento do polo, em seu conjunto, foram significativos para a decisão de continuidade dos estudantes no curso técnico subsequente em Meio Ambiente (ciclo 2014-2015), oferecido na modalidade de ensino a distância pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins no âmbito da Rede E-tec Brasil, com índice de permanência considerada acentuada (60,5%), indicando bom desempenho do curso.

O bom funcionamento e a atuação contínua do polo, como estrutura física e local de acolhimento e encontros presenciais, bem como a afetividade por parte dos professores e tutores, são considerados importantes na decisão de continuar ou desistir. A adequação dos métodos de avaliação e feedback são considerados fatores importantes, visto que estudantes e professores encontram-se em espaços diferentes no momento avaliativo (FERREIRA & SHILLER, 2011; JARDIM *et al.*, 2017; SOUZA, 2004).

O Censo EaD Brasil 2013 cita duas principais causas da evasão apontadas pelas instituições: a primeira é a falta de tempo dos discentes para estudar e participar dos cursos, e a segunda, o acúmulo de atividade de trabalho (BRASIL, 2014).

Compreender o abandono, a permanência e a conclusão dos cursos por estudantes da Educação a Distância, poderá auxiliar tutores, professores, coordenadores e gestores no processo de ensino-aprendizagem, na tentativa de tornarem os cursos à distância mais atrativos e com menores índices de evasão.

2 METODOLOGIA

A turma do curso técnico em Meio Ambiente concomitante/subsequente, foco da pesquisa, teve início em março de 2013 e término em março de 2015, com duração de quatro módulos/semestre. Apesar de ser um curso EaD, aconteciam dois encontros presencias por

[2]Letramento digital diz respeito às práticas sociais de leitura e produção de textos em ambientes digitais, isto é, ao uso de textos em ambientes propiciados pelo computador ou por dispositivos móveis, tais como celulares e tablets, em plataformas como *e-mails*, redes sociais na web, entre outras (COSCARELLI, 2005).

módulo, no município de Almenara, para realização de seminários e aulas práticas. A turma, composta inicialmente por 39 alunos, tinha, no momento da pesquisa (último módulo), um quantitativo de 23 estudantes que compuseram o universo da pesquisa.

Para a coleta de dados, foi utilizado questionário semiestruturado, encaminhado aos estudantes via e-mail, composto por 13 (treze) questões, sendo cinco referentes à identificação do aluno, e oito destinadas a captar aspectos relativos às motivação, percepção, permanência e abandono direcionados ao curso EaD. As informações foram tabuladas e analisadas a partir da sistematização das respostas.

Informações referentes ao perfil dos alunos foram coletadas a partir de banco de dados da secretaria escolar, por meio de pesquisa documental.

A aplicação dos questionários foi realizada entre fevereiro e março de 2015 com estudantes concluintes (quarto módulo) do curso técnico em Meio Ambiente do IFNMG/*Campus* Almenara, na modalidade EaD. Dos 23 questionários enviados por meio de correio eletrônico, 11 questionários foram respondidos, e por meio deles foi possível identificar e analisar fatores que contribuíram para a permanência no curso, fatores que poderiam ocasionar o abandono, e percepções sobre a experiência com a EaD.

Esse procedimento, conhecido com "estudo de caso" é o método de investigação no qual se faz uma pesquisa de um determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade, com o objetivo de examinar aspectos variados de sua vida. É utilizado com frequência por pesquisadores sociais, dentre outros propósitos, visando explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de experimentos (CERVO; BERVIAN, 1996; GIL, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFIL DA TURMA (LOCAL DE MORADIA, IDADE e SEXO)

Com relação ao local de moradia dos 39 estudantes que compunham a turma do curso técnico em Meio Ambiente, a pesquisa revela que são oriundos de cinco municípios, a maioria deles, 24 estudantes (62%), de Almenara, município sede do pólo da EaD, onde aconteciam os encontros presenciais, seguidos por Jacinto com sete estudantes (18%), depois Jequitinhonha com quatro estudantes (10%) e, em menor quantidade, os municípios de Joaíma (5%) e Medina (5%), com dois estudantes cada.

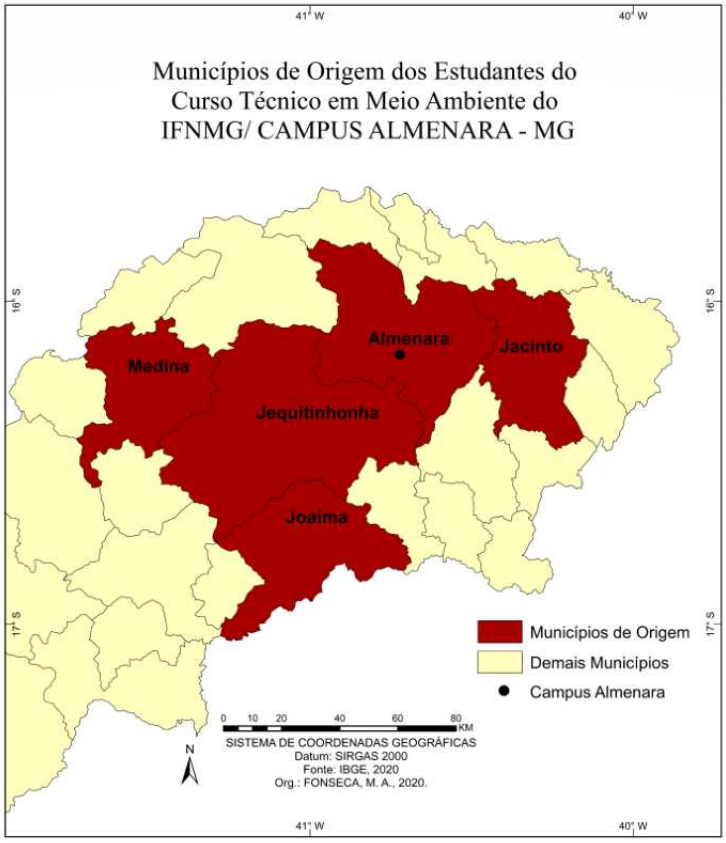
A distância entre Almenara e os demais municípios, varia de 49 a 151 Km, sendo a cidade de Jequitinhonha distante 49 km, Joaíma 76 km, Jacinto 50 km e Medina[3] 151 km (Fig. 1).

Quanto ao gênero, a turma era composto por 25 mulheres (64%) e por 14 homens (36%). Com relação à idade, apenas um aluno (3%) tinha menos de 18 anos, sendo um dos desistentes. Daqueles maiores de idade (97%), aproximadamente 80%, possuíam mais de 24 anos (Fig. 2).

[3]O município de Medina está localizado na região do Médio Jequitinhonha. Os demais municípios de origem dos estudantes estão situados no Baixo Jequitinhonha-MG (IBGE, 2020).

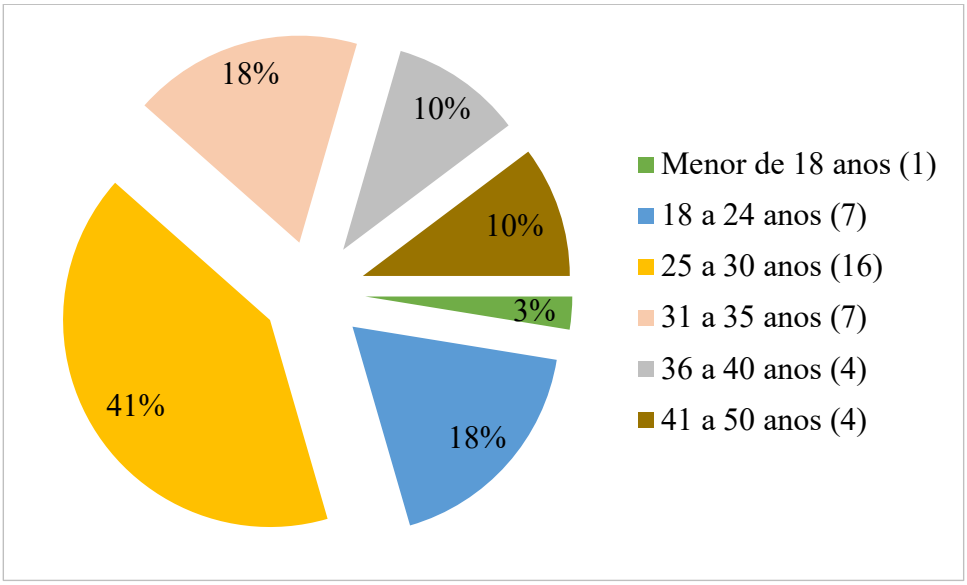
RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 1 - Mapa com os municípios de origem dos estudantes.



Fonte: Os Autores (2020).

Figura 2 - Idade dos estudantes do curso técnico em Meio Ambiente, modalidade EaD, (oferta 2013-2015), IFNMG/Campus Almenara-MG.



Fonte: Dados da pesquisa. Fev/Mar-2015.

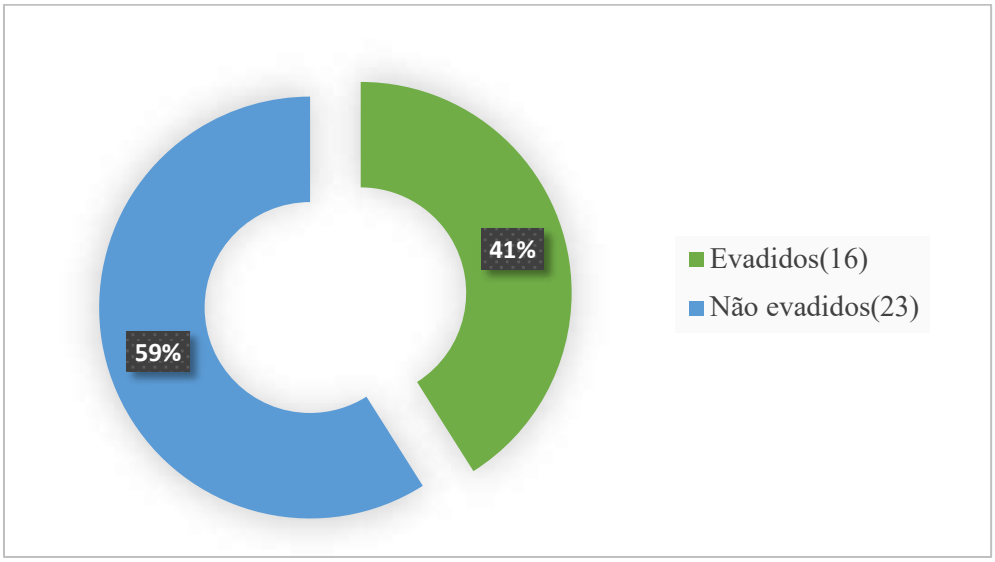
Esse perfil de idade reafirma que os cursos técnicos na modalidade EaD oportunizam a inclusão social educacional para pessoas que não puderam fazer um curso técnico na idade que seria considerada, à época, ideal para determinado nível educacional. No ensino presencial, normalmente os cursos técnicos integrados ao ensino médio são compostos por estudantes, em sua maioria, menores de 18 anos. É importante salientar que o perfil da turma aponta para uma região de acesso tardio a esse tipo de escolarização.

Esses números podem indicar a falta de qualificação na região para as pessoas de idade adulta, associado a fatores limitantes da educação presencial como espaço físico inadequado, carga horária extensa, incompatibilidade de horários, distância do local de residência e dificuldade de conciliar trabalho, família e escola.

3.2 EVASÃO

A turma em análise foi iniciada com 39 estudantes em março de 2013 e, ao final do curso, durante o último módulo, em março de 2015, contava com 23 estudantes aptos a concluírem. Esse resultado mostra que houve uma evasão escolar de 16 estudantes, que corresponde a 41% da turma (Fig. 3).

Figura 3 - Evasão escolar: estudantes do curso técnico em Meio Ambiente, modalidade EaD, (oferta 2013-2015), IFNMG, Campus Almenara-MG.



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa. Fev/Mar-2015.

A Figura 3 revela evasão significativa de 41% dos estudantes e aponta fragilidade da Educação a Distância, apesar da flexibilização proporcionada por essa modalidade. Trata-se de uma metodologia de ensino que exige rigor e disciplina de estudo, à qual nem sempre os estudantes se adequam e, principalmente, nesse caso, pela maioria serem adultos, provavelmente não

adquiriram o hábito do estudo formal. Segundo Costa e Santos (2017), a evasão em cursos a distância fica em torno de 40%, podendo ser encontrados cursos técnicos que ultrapassam 75% de evasão, sendo os principais motivos ligados a questões metodológicas do curso e comunicação com a comunidade.

Pesquisa realizada por Coelho e Matos (2020), em Instituição Pública Federal de Minas Gerais, envolvendo estudantes de três cursos técnicos na modalidade EaD, verifica evasão de 57,7% no último módulo, sendo que no curso técnico em Meio Ambiente a evasão foi de 50%.

A partir dos dados do Censo EaD Brasil 2013 (Quadro 1), percebe-se que a evasão no curso técnico em Meio Ambiente do *Campus* Almenara apresentou valor superior aos índices de média nacional de evasão para cursos na modalidade à distância, pois, principalmente, se considerar o curso em análise como semipresencial, em função de dois encontros presenciais por semestre, a evasão seria quase três vezes mais que o índice nacional dessa modalidade.

QUADRO 1 – Índice médio de evasão nacional por tipos de cursos.

Tipos de Cursos	Índice Médio de Evasão
Cursos regulamentados totalmente à distância	19,06%
Cursos regulamentados semipresenciais	14,83%
Disciplina EAD de cursos presenciais regulamentados	10, 49 %
Cursos livres não corporativos	17,98%
Cursos corporativos	14,62%

Fonte: BRASIL (2014).

Tal situação, torna primordial pesquisas para conhecer a realidade dos estudantes, atributos e barreiras que impedem de frequentar o curso escolhido.

3.3 A EXPERIÊNCIA EM EaD

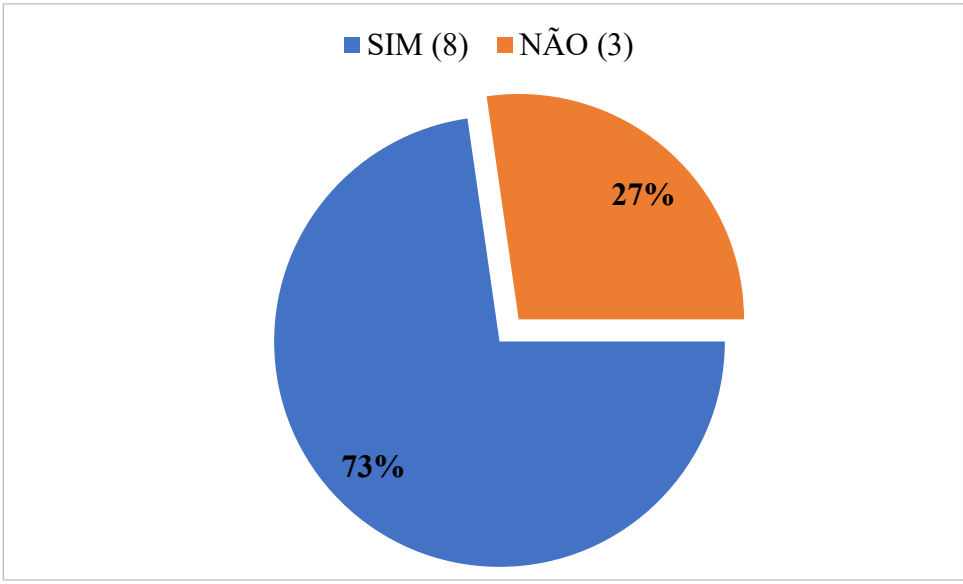
A pesquisa revelou que, para 73% dos estudantes, essa foi a primeira experiência em um curso na modalidade EaD (Fig. 4).

Essa informação revela que a EaD foi uma novidade para muitos estudantes, que, acostumados somente ao sistema presencial de ensino, se propuseram a estudar a partir de novas metodologias educacionais. Dessa forma, isso permite às instituições compreender que estudantes da EaD, além do aprendizado sobre o conhecimento técnico do curso, ainda têm o desafio de se adaptarem ao formato pelo qual esse conhecimento é construído, por meio de interfaces tecnológicas modernas de comunicação e informação.

Durante o curso, os estudantes contavam, mais diretamente, com um tutor presencial responsável por organização documental, controle de frequência, estímulo dos estudantes à continuidade e participação no curso, apoio na realização dos momentos presenciais. E contavam também com um professor mediador presencial responsável pela condução dos dois encontros semestrais e por alimentar o ambiente virtual de aprendizagem, organizando

conteúdos do curso, disponibilizando atividades avaliativas, mediando o debate nos fóruns de conhecimento e tira-dúvidas, lançamento de notas e preenchimento de diário de classe.

Figura 4 - Estudantes que realizaram um curso na modalidade EaD pela primeira vez.



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa. Fev/Mar-2015.

Dentre as razões motivadoras para os estudantes realizarem um curso técnico na modalidade EaD, destaca-se o interesse pela qualificação profissional, sendo o principal motivo para seis dos 11 respondentes. Em seguida, outras duas razões são indicadas como motivadores, sendo elas: a influência de amigos e familiares, e a flexibilidade de horário, citadas por três e dois estudantes, respectivamente.

3.4 MOTIVOS QUE INFLUENCIAM NA EVASÃO

Dentre os 11 estudantes concluintes que responderam ao questionário, seis deles (55%) nunca pensaram em desistir do curso. Porém, outros cinco (45%), quase a metade, já pensaram, em algum momento, em deixar o curso, revelando que o índice de evasão poderia ser maior caso esse percentual de estudantes realmente abandonassem o curso.

Com relação aos motivos que levaram os cinco estudantes a pensarem em desistir, a sobrecarga de trabalho escolar foi um dos fatores mais citados como principal motivo para possível interrupção do curso, sendo indicado quatro vezes. Em seguida, o outro motivo mais citado foi com relação ao material didático de baixa qualidade e difícil entendimento, citado como fator desmotivador por três estudantes. A dificuldade em conciliar trabalho com estudo e o deslocamento entre municípios para momentos presenciais foram citados duas vezes, entre cinco estudantes, como obstáculos em prosseguir no curso. Outros fatores também foram citados como fatores desmotivadores (Quadro 2).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

QUADRO 2 – Motivos que levaram os estudantes a pensarem em desistir do curso.

Motivos	Nº de indicações
Sobrecarga de trabalho escolar	04
Material didático de baixa qualidade e difícil entendimento	03
Dificuldade em conciliar trabalho com estudo	02
Deslocamento para momentos presenciais	02
Desmotivação profissional	01
Dificuldade de acesso à internet	01
Falta de incentivo no ambiente de trabalho	01
Conciliar curso com a faculdade	01
Fazia outro curso superior à distância	01
Dificuldade de hospedagem na cidade sede dos momentos presenciais	01

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa. Fev/Mar-2015.

A sobrecarga dos trabalhos escolares compete com outras atribuições diárias peculiares aos estudantes da EaD, como o convívio com a família, nos seus diversos aspectos, como atenção e educação dos filhos, saúde, casamento, interações familiares. Além da necessidade financeira, que, quando ameaçada, provavelmente, será priorizada em relação ao curso da EaD.

Portanto, pensar numa distribuição de tarefas, avaliações, disciplinas e leituras que não sobrecarreguem os estudantes é fundamental para evitar razões que potencializam o abandono do curso. Outro desafio refere-se ao material didático, que, não contendo a devida qualidade e entendimento compatível ao perfil dos estudantes, pode ser um fator desmotivador para permanecer no curso.

Para Costa e Silva (2017), são diversos os motivos que levam o estudante a evadir, sendo um problema que não pode ser tratado de maneira descontextualizada porque não se deve a uma causa única ou de uma só natureza. Também não se deve ter um olhar restrito, pois a questão vai para além da repercussão nas questões orçamentárias e sociais institucionais. Para os autores, a evasão repercute significativamente na vida do estudante e, também, no desenvolvimento do país.

3.5 MOTIVOS QUE INFLUENCIAM NA PERMANÊNCIA

Apesar de parte dos estudantes concluintes pensar em abandonar o curso em algum momento, também houve motivos que os levaram a permanecerem e determinaram a sua continuidade.

A realização pessoal, a oportunidade de qualificação profissional, o apoio e incentivo dos professores e tutores foram motivos considerados de muita importância para continuidade do

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

curso. Numa segunda escala de importância, o baixo custo é considerado um fator relevante para maioria continuar realizando o curso (Quadro 3).

QUADRO 3 - Motivos que levaram os estudantes a permanecerem no curso[4].

Motivos	Muito Importante	Importante	Pouco Importante	Não Interferiu
Realização pessoal	06	04	-	-
Oportunidade de qualificação profissional	05	05	-	-
Apoio e incentivo de professores	05	05	-	-
Apoio e incentivo de tutores	05	04	01	-
Baixo custo	02	07		01
Incentivo de amigos e familiares	03	02	04	01
Promoção no local de trabalho	03	02	01	04
Melhoria salarial	02	03	01	04
Entrosamento com colegas estudantes	04	03	01	02
Novas amizades	03	04	02	01
Melhor aproveitamento do tempo ocioso	04	05	01	-
Possibilidade de conciliar trabalho e estudo	04	04	01	01
Não precisa deslocar diariamente para escola	04	05	01	-

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa. Fev/Mar-2015.

Esses resultados corroboram os estudos realizados por Almeida (2008) e Simpson (2004) *apud* Henrique *et al.* (2012), que revelam que a presença de tutoria ativa e pró-ativa podem minimizar o problema da evasão nos cursos EaD. Pesquisa realizada por Juvêncio, Carmo e Alvarenga (2016), revela que 50% dos estudantes de ensino superior em curso na modalidade EaD apresentam a possibilidade de ampliação do conhecimento como principal fator pela escolha e permanência no curso.

Com relação à percepção e satisfação, todos os 11 estudantes que responderam ao questionário informaram gostar de realizar um curso na modalidade a distância e, apesar de a maioria estar experimentando essa modalidade pela primeira vez, responderam que fariam outro curso, se tivessem oportunidade. Nesse sentido, observa-se a importância da EaD como uma modalidade de ensino promissora e inclusiva, numa perspectiva social e profissional.

CONCLUSÃO

A inserção da EaD nas mais diversas localidades do país tem sido importante para que mais pessoas tenham acesso à educação. Porém, ela evidenciou sérios problemas estruturais agravados pela histórica desigualdade social que o país e as regiões mais distantes dos grandes centros vêm sofrendo ao longo dos séculos.

[4]Para essa questão, um dos 11 questionários respondidos não apresentou resposta. Por isso, esses motivos foram sistematizados com respostas de 10 questionários.

O estudo possibilitou conhecer as principais dificuldades e os desafios enfrentados pelos estudantes na busca pela realização profissional. Identificou os principais problemas de evasão do curso e gerou subsídios que podem orientar ações no sentido de amenizar interferências negativas que influenciam a evasão, bem como potencializar fatores que contribuem para a permanência do estudante no curso.

No Baixo Jequitinhonha, a Educação a Distância ganhou novos contornos e favoreceu o acesso ao sistema educacional de qualificação profissional como passo importante para formação humana e protagonismo regional. O curso técnico em Meio Ambiente ofertado pelo IFNMG/*Campus* Almenara, apesar do índice de evasão pertinente, possibilitou a formação de agentes críticos e reflexivos no que concerne à sustentabilidade social, econômica e ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. C. S. **Investigando os fatores influenciadores da desistência de cursos à distância**. Instituto de Educação Superior de Brasília: Brasília, 2010. Disponível em: http://www.abed.org.br/congresso2010/cd/252010162044.pdf. Acesso em: 25 nov. 2020.

ANDIFES, A.; ABRUEM, A.; SESu/MEC, S. Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas: resumo do relatório apresentado a ANDIFES, ABRUEM e SESu/MEC pela Comissão Especial. **Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior.** v. 1, n. 2, 1996. Disponível em: http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/avaliacao/article/view/739. Acesso em: 14 fev. 2021.

BRANCO, L. S. A.; CONTE, E.; HABOWSKI, A. C. Evasão na educação a distância: pontos e contrapontos à problemática. **Revista Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 25, n. 01, p. 132-154, mar. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/aval/v25n1/1982-5765-aval-25-01-132.pdf. Acesso em: 25 nov. 2020.

BRASIL. **Censo da Educação a Distância**. Relatório analítico da aprendizagem à distância no Brasil 2013. Curitiba: Ibpex, 2014. Disponível em: http://www.abed.org.br/censoead2013/CENSO_EAD_2013_PORTUGUES.pdf. Acesso em: 26 nov. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 7.589**, de 26 de outubro de 2011. (2011b) Institui a Rede e-Tec Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2011/Decreto/D7589.htm. Acesso em: 26 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.513**, de 26 de outubro de 2011. (2011a) Institui o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec) e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12513.htm. Acesso em: 26 nov. 2020.

BRASIL. **Decreto 2.494**, de 10.02.1998. Regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei n.º 9.394/96). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/D2494.pdf. Acesso em: 14 out. 2020.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

COELHO, M. das G. da S. C.; MATOS, R. P. Evasão nos cursos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio na modalidade a distância: um estudo em uma Instituição Pública Federal de Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e10996306, 2020.

COSCARELLI, C. V.; RIBEIRO, A. E. (Orgs.). **Letramento digital** – Aspectos sociais e possibilidades pedagógicas. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

COSTA, R. L. da; SANTOS, J. C. dos. A evasão em cursos técnicos a distância. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 66, p. 241-256, out./dez. 2017.

FERREIRA, S. M. B; SHILER, A. P. A afetividade mediada por meio da interação na modalidade a distância como fator preponderante para a diminuição da evasão. In: 17º CIAED - **Congresso Internacional ABED de Educação a Distância**, 2011, Manaus. 17º CIAED.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2002. Apostila. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=oB5x2SChpSEC&oi=fnd&pg=PA6&dq=Metodologia+da+pesquisa+cient%C3%ADfica.+Fortaleza:+UEC,+2002.+Apostila.&ots=ORPW-qcqi5&sig=XGtN5GCvuhro46Vq_FIie4fn6_8#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 14 fev. 2021.

FREITAS, K. S. Um panorama geral sobre a história da educação a distância. In: ARAÚJO, B; FREITA, K. S. (Coord.). **Educação a Distância no contexto Brasileiro**: algumas experiências da UFBA. Salvador: ISP/UFBA, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HENRIQUE, D. G.; RIBIERO, H. M.; MENDONÇA, M. R. M.; NUNES, R. C. **Evasão em cursos à distância:** um estudo comparativo em Brasil e a Inglaterra. Cabo Frio-RJ: Instituto Federal Fluminense, 2012. Disponível em: http://www.abed.org.br/congresso2012/anais/134f.pdf. Acesso em: 14 out. 2020.

IFNMG - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais. **Técnico em Meio Ambiente.** Disponível em: https://www.ifnmg.edu.br/cursos/105-portal/ensino/ead/5832-tecnico-em-meio-ambiente. Acesso em: 25 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. [s.d.] Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Downloads. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em: 12 fev. 2020.

JARDIM, A. L. P.; JÚNIOR, F. G. R. P.; SOUZA, M. T. de. Evasão e permanência na educação a distância: fatores que influenciam a permanência de estudantes no curso técnico de meio ambiente da Rede e-Tec/IFTO. **P O I É S I S** – Revista do programa de pós-graduação em educação - mestrado - Universidade do Sul de Santa Catarina. Unisul, Tubarão, v.10, n. Especial, p. 97 - 112, jun./dez. 2016.

JUVÊNCIO, E. R. A; CARMO, G. T.; ALVARENGA, M. M. S. C. Permanência escolar, Educação a Distância e as TIC'S: uma análise do curso de formação de professores de artes visuais. *In*: ***Anais do XIII EVIDOSOL e X CILTEC - ONLINE*****,** junho/2016. Disponível em: https://docplayer.com.br/17704560-Permanencia-escolar-educacao-a-distancia-e-as-tic-s-uma-analise-do-curso-de-formacao-de-professores-de-artes-visuais.html. Acesso em: 14 abr. 2021.

SOUZA, M. G. de. **Arte da Sedução Pedagógica na Tutoria em Educação a Distância.** Congresso Abed, 2004. Disponível em: http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/001-TC-A1.htm. Acesso em: 25 nov. 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos estudantes do curso técnico em Meio Ambiente, oferta 2013-2015, do IFNMG/Campus Almenara que colaboraram com a pesquisa.

Recebido em: *21 de fevereiro 2021*

Aceito em: *12 de maio 2021*

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

VOZES FEMININAS EM *BISA BIA, BISA BEL*, DE ANA MARIA MACHADO

Female voices in* Bisa Bia, Bisa Bel*, by Ana Maria Machado

Thiago RIBEIRO
Secretaria Municipal de Educação de Cariacica - Espírito Santo
thiagoer@yahoo.com.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.118

Resumo

Bisa Bia, Bisa Bel (1980), da escritora Ana Maria Machado, é um dos livros mais importantes da escritora e um dos mais representativos da literatura infantil/juvenil contemporânea. Dada sua relevância, pretende-se, com este texto, fazer uma análise da obra e dissertar sobre as características feministas nas personagens presentes na narrativa, sobretudo da protagonista Isabel. Para tanto, baseia-se em autores como Regina Zilbermam, Antonio Candido e Simone de Beauvoir.

Palavras-chave: Bisa Bia, Bisa Bel. Feminismo. Personagem.

Abstract

Bisa Bia, Bisa Bel (1980), by Ana Maria Machado, is one of the most important books of the writer and one of the most representative of contemporary children's/youth literature. Given the book's relevance, this article intends to analyze the narrative, identifying the feminist characteristics on its characters, especially the protagonist Isabel. This analysis will be based on authors such as Regina Zilbermam, Antonio Candido and Simone de Beauvoir.

Keywords: Bisa Bia, Bisa Bel. Feminism. Character.

INTRODUÇÃO

O livro *Bisa Bia, Bisa bel,* mesmo sendo apontado pela própria Ana Maria Machado como uma narrativa sem grandes pretensões, tornou-se um grande sucesso. A obra foi considerada um dos dez livros brasileiros infantis essenciais, ganhador de vários prêmios e traduzido para diversas línguas. Além disso, a história ganhou destaque por possuir uma linguagem feminina e ter despertado várias reflexões sobre questões feministas. A história trata das personagens Beatriz (Bia), sua neta Isabel (Bel) e a bisneta de Isabel (Beta); sendo essas personagens pontas do tempo (passado, presente e futuro) que aparecem representadas na vida da protagonista Isabel por meio das vozes imaginárias de Bia e Beta. Escrito em primeira pessoa, a narrativa tem como protagonista Isabel, que, após uma das arrumações da mãe, tem contato com o retrato de uma menininha segurando uma boneca e um bambolê e descobre que se tratava de sua bisavó Beatriz. Mais adiante, no momento em que Isabel brincava com Sérgio – menino de que gostava –, surge uma voz misteriosa que se revela sendo de sua bisneta Beta. Esse confronto de gerações vem trazer à tona o comportamento feminino e as expectativas sociais para as mulheres das três épocas.

1. VOZES QUE LUTAM COM O MUNDO

Essa ideia de livro feminista é afirmada por Regina Zilbermam no capítulo "Mulheres que mudam o mundo", do livro *Como e por que ler literatura infantil Brasileira*, em que considera o livro de Ana Maria Machado como feminista porque traduz o processo de independência da mulher ao longo da história e vai da obediência e passividade de Bia à autonomia e autoconfiança de Beta. Ela também sustenta a importância da visão feminina que mostra o processo de liberação nascendo de dentro para fora como resultado de experiências vividas e não por ensinamento.

Essa visão é dada por Beatriz, uma personagem pré-adolescente que permite uma relação de empatia com o público leitor que entra na história de forma íntima e impessoal. Isso se dá desde o início do livro com a "confissão" de um segredo em tom de conversa, ao pé do ouvido do leitor virtual, pressuposto pela narradora, que faz dele um cúmplice, um amigo e uma companhia para toda história. Isabel mostra sua rotina familiar e escolar, permitindo que o leitor a acompanhe em suas atividades de filha e estudante.

Com isso, pode-se perceber os sentimentos da menina Isabel, medos e inseguranças de criança em fase de puberdade, que revelam uma etapa da vida apresentada como rito de passagem da idade infantil para a idade adulta em busca de seu próprio eu e de sua identidade. Tudo isso é apresentado com a mesma realidade cotidiana e problemática experimentada pelo leitor. Vê-se que mesmo entremeada pelas vozes e conselhos de Bisa Bia e Neta Beta, Isabel busca cunhar sua própria identidade:

> [...] Mas também tem hora que, apesar de saber que é tão mais fácil seguir os conselhos de Bisa Bia, e que nesse caso todos vão ficar tão contentes com o meu bom comportamento de mocinha, tenho uma gana lá de dentro me empurrando para seguir Neta Beta, lutar com o mundo, mesmo sabendo que ainda vão se passar muitas décadas até alguém me entender. Mas eu já estou

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> me entendendo um pouco – e às vezes isso me basta (MACHADO, 1990, p. 48).

O conflito vivenciado por Bel traz à baila a realidade da condição feminina até os dias de hoje, uma vez que, mesmo havendo muitos avanços, a mulher vê-se "assombrada" pela sociedade tradicional que tenta moldá-la nos mesmos padrões de décadas e séculos atrás. Tal reflexão na obra faz-se necessária, pois, como afirma Antonio Candido (1992), a ficção é um lugar privilegiado, pois é nela que o homem pode viver e contemplar, através de personagens variadas a plenitude da sua condição e tornar-se transparente a si mesmo; vivendo outros papéis e destacando-se de si mesmo, realizando a sua condição fundamental de ser autoconsciente e livre, capaz de desdobrar-se, distanciar-se de si mesmo e de objetivar sua própria situação.

No decorrer da história, vê-se o embate das vozes imaginárias de Bisa Bia e Neta Beta no intuito de convencer Isabel a agir da forma que uma e outra consideram ideais. Entretanto, pode-se perceber também que Bel busca, por meio de suas próprias experiências, se afirmar como indivíduo sem fazer as atitudes esperadas pela bisavó e nem reproduzir as projeções de sua bisneta. Tal marca pode ser vista, no capítulo "A dona da voz misteriosa", na passagem em que Isabel é taxada pela voz de "ser boba" por estar aprendendo a bordar "só para agradar um bobalhão", ao que Bel responde:

> – Não se meta onde não é chamada. Nem sei quem você é, e fica aí dando palpite na minha vida. Pois fique sabendo que não estou perdendo tempo nenhum, estou descobrindo que gosto muito de bordar, como gosto de patinar, de ler, de dançar, de ver televisão, de ir à praia, de brincar na calçada, de fazer um monte de coisas... E não estou fazendo isso para agradar a ninguém. Só a mim mesmo (MACHADO, 1990, p. 44).

Segundo Regina Zilbermam, personagens como Bel são insubmissas e ensinam amigos ou companheiros a atuar de maneira diferente, encontrando, assim, alternativas de vida ou comportamentos que podem torná-los mais felizes ou, pelos menos, mais conscientes do que acontecem em volta de si. Daí a importância de textos como *Bisa Bia, Bisa Bel* na provocação de reflexão e na construção de novos paradigmas.

Para Antonio Candido (1992), a personagem de ficção serve para nos defrontar com situações exemplares de modo exemplar, uma vez que os seres humanos estão integrados num denso tecido de valores de ordem cognitiva, religiosa, moral, político-social e tomam determinadas atitudes em face desses valores. Para ele, os seres humanos passam por terríveis conflitos e enfrentam situações-limite que revelam aspectos essenciais da vida humana.

Pode-se perceber toda essa situação vivida por Isabel quando a voz de sua bisavó repreende suas ações, suas brincadeiras e roupas, que são tidas como de menino. Afinal para Bia uma "mocinha" deveria ficar quieta e sossegada num canto. Em *O feminino em Bisa Bia, Bisa Bel, de Ana Maria Machado*, Lucinei Maria Bergami (2018, p. 61) afirma que:

> Impõe-se às mulheres a obrigatoriedade de estarem sempre sorridentes. Devem ser "simpáticas, atenciosas, submissas, discretas, contidas". Enfim, sempre belas. Para tanto, ficam privadas, em algumas ocasiões, de certas atividades culturalmente associadas à figura masculina, como correr, pular, brincar à vontade sem qualquer tipo de censura.

Entretanto, Beatriz não pensava daquela forma. Ademais, é interessante notar que a mãe da menina não se importava que a menina chegasse à casa suja e desarrumada. Diferente de Bisa

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Bia, a mãe de Isabel mostra-se mais moderna e autônoma, pois é arquiteta e não se dedica exclusivamente às atividades domésticas e à maternidade.

> Minha mãe é arquiteta e anda metida no concurso de um projeto para um hospital novo. Passa o tempo todo na prancheta com dois colegas, desenhando, passando a limpo, calculando, às voltas com aquela imensa régua T (régua de arquiteto, sabe?, não é monograma de ninguém), e um papel transparente que se chama vegetal, mas não nasce em árvore nem dá flor. Só sei que, enquanto não acabar esse tal projeto para esse tal concurso, essa tal minha mãe anda meio sem tempo para tudo (MACHADO, 1990, p. 43).

Além disso, mesmo fazendo algumas arrumações quando "cisma", opta por determinadas praticidades do mundo moderno para ter mais tempo para outras atividades mais produtivas. Um exemplo disso está no trecho em que fala com Isabel sobre lenços:

> — Alguns eram, tão bonitinhos... Mas dava muito trabalho para lavar, passar e engomar. Outros eram estampadinhos. Mas assim que começaram a aparecer os lenços de papel, eu logo aderi, achei a coisa mais prática do mundo. Uma das coisas mais desagradáveis em matéria de trabalho doméstico sempre foi lavar lenço de resfriado. Acho que no nosso tempo a gente deve sempre procurar as coisas mais simples, que permitam economizar nosso esforço, para podermos fazer outras coisas. Esses lenços de que você fala eram lindos, mas eram típicos de uma época em que as pessoas tinham uma porção de empregadas a seu serviço (MACHADO, 1990, p. 41).

O fato de a mãe trabalhar fora, de não se fixar em trabalhos domésticos, também prenuncia novos tempos para as mulheres, pois a vida doméstica e a dedicação exclusiva ao lar é uma marca da época de Bisa Bia e que gera conflito com a imagem feminina que se projeta na mãe e, mais ainda, em Isabel que é de condição mais autônoma em relação aos homens e à sociedade. Simone de Beauvoir, em *O segundo sexo* (1960), afirma que o trabalho doméstico não confere autonomia a mulher, pois não seria diretamente útil para a coletividade, não desembocando no futuro e não produzindo nada. Sendo assim, o trabalho da mãe torna-se marca fundamental da disposição feminina em ocupar outros espaços, até então predominantemente masculinos. Segundo Bergamini (2018, p. 124),

> Na construção da personagem da mãe, essa "natureza" que melhor se manifesta no cuidar do outro assume, na narrativa, outras mudanças. Paralela a esse modelo de dedicação incondicional está a inclinação às próprias aspirações, que se imbricam e dão origem a uma nova mulher.

Com isso, observa-se que o conflito entre as diferentes gerações era uma constante para a menina Isabel que procurava construir seu próprio universo e fazer sua transição da infância para a mulher adulta que queria chegar a ser.

Toda essa visão fica mais clara no capítulo "meninas que assoviam", onde o próprio ato de assoviar era considerado, pela bisavó, inadequado para a menina. Soma-se a isso o contraste das figuras femininas de Isabel e Marcela que procuravam a atenção de Sérgio; enquanto, Bel rompe com as limitações impostas às "mocinhas", Marcela assume uma posição de dependência e fragilidade feminina diante do homem. Marcela reafirma o papel de mulher frágil e recatada quando condena as atitudes de Bel ao pular o muro e subir na goiabeira. Além disso, o próprio Sérgio parece se espantar ao notar a habilidade da menina em subir na árvore como se fosse um

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

menino, sem, no entanto, se opor ao fato e observa: “E você sobe em árvore feito um menino.” (MACHADO, 1990, p. 34.)

Tudo isso leva a menina Isabel a questionar suas ações, ajudada pela voz de Bia que afirma que os homens preferem meninas frágeis e ainda sugere a ideia de fingir que se machuca e chora para ser cuidada por ele:

> – Viu só? Ele acha você parecida com um menino. Homem não gosta disso. Agora ele fica pensando que você é um moleque igual a ele e vai levar uma goiaba de presente para aquela menininha bem arrumada e penteada que está esperando quieta na calçada... Finge que se machuca, sua boba, assim ele te ajuda. Chora um pouco, para ele cuidar de você... (MACHADO, 1990, p. 34)

Nota-se novamente a ideia de que às mulheres cabe a dependência e a passividade, enquanto ao homem cabe a função de cuidar e proteger. Aliado a isso, temos a ideia de provisão, uma vez que foi Marcela quem viu as goiabas e quem fica esperando a goiaba que Sérgio ficara de trazê-la: “– Não faz mal, não, Marcelinha... Você fica aqui numa boa, eu vou lá e num instante e trago uma goiaba para você. Não vale mesmo a pena sujar a roupa, nem arriscar cair... Me espera que eu já volto.” (MACHADO, 1990, p. 33)

A essa altura a voz de Neta Beta já havia se revelado e já pontuava para Isabel que ela não deveria fingir fragilidade e que Sérgio deveria gostar dela do jeito que ela era. Além disso, a voz da bisneta exigia de Bia um posicionamento firme: “– Não finge nada. Se ele não gosta de você do jeito que você é, só pode ser porque é um bobo e não merece que você goste dele. Fica firme.” (MACHADO, 1990, p. 34).

E mesmo em meio a esse conflito, Bel assume uma posição de autonomia frente a tudo, correndo o risco de agradar ou não a Sérgio. Contudo, Bel não se sujeitou ao papel de vítima. Ao final, Bel é recompensada por ser ela mesma e ganha a atenção de Sérgio, enquanto Marcela ganha uma goiaba achada no chão e com bichos.

> Não esqueça a goiaba da Marcela. Você prometeu.
>
> – Ih, é mesmo. Vou pegar essa aqui do chão mesmo. Só que está bichada – reparou ele. Ainda impliquei:
>
> – Se não serve, suba na goiabeira para buscar outra...
>
> – Eu, não.
>
> E foi assim que Marcela Marcelinha ganhou uma goiaba velha velhinha, bichada, bichadinha. E enquanto ela reclamava com aquela voz de choro chorinho, fui para casa com o coração sambando aos pulos. Cada pulo pulão. (MACHADO, 1990, p. 35)

É possível notar que, mesmo aparentemente distante da época de Bia, ainda era muito difícil para as mulheres se desvencilharem da sujeição a que foram impostas durante muito tempo. Contudo, Isabel parece ganhar confiança nas suas atitudes e representa num jogo de linguagem a situação de Marcela e a sua. A primeira é representada por diminutivos quando é chamada de Marcelinha que ganhou uma goiabinha velhinha e bichadinha e saiu com voz de chorinho; enquanto a segunda é expressa com aumentativo ao dizer que seu coração saiu aos pulos, pulão. O diminutivo parece representar a pequenez a que estava sujeita essa representação da mulher expressa por Marcela, enquanto o aumentativo mostra a expressão a que a mulher busca chegar.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Afinal, a mulher sempre foi tratada com diminutivos aliados a sua fragilidade, enquanto os homens são tratados com aumentativos demonstrando sua dominação.

Marcela é a representação da figura de menina-boneca que preceitua a imagem feminina esperada pelos homens, e demais membros daquela sociedade, que anula qualquer tipo ação que não corresponde àquele papel esperado.

> Tratam-na como uma boneca viva e recusam-lhe a liberdade; fecha-se assim um círculo vicioso, pois quanto menos exercer sua liberdade para compreender, apreender e descobrir o mundo que a cerca, menos encontrará nele recursos, menos ousará afirmar-se como sujeito; se a encorajássemos a isso, ela poderia manifestar a mesma exuberância viva, a mesma curiosidade, o mesmo espírito de iniciativa, a mesma ousadia que um menino (BEAUVOIR, 1967, p. 22).

Com isso, percebe-se que tanto Isabel quanto a mulher representada por ela não pretende assumir o papel dado ao homem, uma vez que ele mostra fragilidade como a sua Bisavó e também mostra autonomia como sua bisneta Beta e chega à conclusão de que não precisa ser nem um extremo nem outro.

> Mas também tem outra coisa: quando eu começo a ficar muito moderna, muito decidida, a me sentir muito forte e muito capaz de enfrentar tudo, às vezes me dá uma "recaída de bisavó", como Neta Beta chama. Quer dizer, quero dengo, descubro que sou fraca numas coisas, tenho vontade de pedir colo e procurar alguém que me ajude, passe a mão na minha cabeça e tome conta de mim um pouquinho. Não dá para ser mulher-maravilha. Pelo menos, não dá o tempo todo, sem fingir. Vou descobrindo que dentro de mim é uma verdadeira salada (MACHADO, 1990, p. 49).

Tem-se daí a ideia apresentada no último capítulo, “Trança de gente”, em que a menina, por todas essas influências e vivências que serão responsáveis por formar sua personalidade, compara-se com uma trança de cabelo:

> Eu, Bel, uma trança de gente, igualzinho a quando faço uma trança no meu cabelo, divido em três partes e vou cruzando uma com as outras, a parte de mim mesma, a parte de Bisa Bia, a parte de Neta Beta. E Neta Beta vai fazer o mesmo comigo, a Bisa Bel dela, e com alguma bisneta que não dá nem para eu sonhar direito. E sempre assim. Cada vez melhor. Para cada um e para todo mundo. Trança de gente (MACHADO, 1990, p. 56).

Essa mudança de comportamento fica mais clara com a chegada de dois novos amigos que chocam a todos com novos costumes e ações a que não estavam acostumados, pois o menino arrumava a casa e sabia cozinhar e a menina sabia consertar tomada e trocar corrente de bicicleta, demonstrando que novos tempos estavam por vir e que Bel e os outros teriam que se adaptar.

Toda essa diferença foi acentuada ainda mais quando o menino narra a história de seu avô e chora diante de toda turma, ao que Bel pontua que homem não chora e logo depois acha que ele era muito corajoso por chorar diante de todos.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

CONCLUSÃO

Verifica-se, com isso, diante do que foi exposto, que o livro *Bisa Bia, Bisa Bel* na figura de sua protagonista Isabel se utiliza de vozes do passado, presente e futuro para tentar estabelecer valores que se esperam para toda a vida. Também busca mostrar que os valores femininos da época de Isabel eram diferentes da época de Beatriz e que tenderiam a mudar cada vez mais; sem, no entanto, perder o vínculo com o passado.

Como afirma Regina Zilberman (2005), mesmo Bel tendo acesso às vozes do passado e do futuro por efeito de propriedades extraordinárias, nenhum ponto de vista – seja do passado, do presente ou o do futuro – é definitivo e Bel chega a essa conclusão depois da experiência tridimensional do tempo. A menina se transforma internamente, sem deixar de ser ela mesma, ou o que ela poderia ser, considerando as coordenadas do tempo.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Tâmara Melo. **Retratos da avó na literatura infantil contemporânea de Ana Maria Machado e Ruth Rocha**. Dissertação (Mestrado em família na Sociedade Contemporânea) – Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2009. Disponível em http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=164655. Acesso em 29 ago. 2020.

BEAUVOIR, Simone de. **O segundo sexo: fatos e mitos**. Tradução de Sérgio Milliet. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1960.

BEAUVOIR, Simone de. **O segundo sexo: II a experiência vivida**. Tradução de Sérgio Milliet. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1967.

BERGAMI, Lucinei Maria. **O feminismo em Bisa Bia, Bisa Bel, de Ana Maria Machado***:* O trançar de uma trajetória. Espírito Santo: EDUFES, 2018.

CANDIDO, Antonio; GOMES, Paulo Emílio Salles; PRADO, Décio de Almeida e ROSENFELD, Anatol. **A Personagem de Ficção**. São Paulo: Perspectiva, 1992.

MACHADO, Ana Maria. **Bisa Bia, Bisa Bel**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1990.

ZILBERMAN, Regina. **Como e por que ler a Literatura Infantil Brasileira**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

Recebido em: *25 de junho 2020*

Aceito em: *4 de junho 2021*

Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

REFLEXÕES SOBRE A PRODUÇÃO ESCRITA: RELATO DE EXPERIÊNCIA EM AULAS DE PORTUGUÊS PARA O ENSINO MÉDIO

Reflections on written production: experience report in Portuguese classes for high school

Lillian Gonçalves de MELO
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais Campus Araçuaí
lillian.melo@ifnmg.edu.br

Leandro Ribeiro LISBÔA
Superintendência Regional de Ensino de Minas Gerais
leandro.lisboa@educacao.mg.gov.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i1.164

Resumo

Neste trabalho o objetivo é demonstrar algumas estratégias de produção escrita e as percepções de estudantes do ensino médio sobre as práticas de produção textual, realizadas durante aulas de Língua Portuguesa. Para isso, foram realizadas práticas de Letramento, com base nas competências exigidas para a redação do Enem. As práticas desenvolvidas neste estudo foram realizadas no decorrer de três meses, com produções mensais e oficinas de análises de redações produzidas tanto por alunos que tiraram nota mil no Enem, quanto produções dos alunos participantes. No decorrer dos meses os estudantes demonstraram avanços − tanto na desconstrução de estereótipos de que não eram capazes de produzir, quanto no aprimoramento de habilidades linguísticas, tais como: desenvolvimento de tese e argumentos, estratégias de ampliação do vocabulário e elementos gramaticais em nível de concordância, coerência e pontuação, além de percepções das competências exigidas no Enem. Ao final das práticas realizadas, os estudantes puderam perceber mudanças consideráveis nas notas das redações, visto que as competências linguísticas foram aprimoradas. Desse modo, acredita-se que práticas de Letramento como foco para análises, produções e percepções dos discentes, em relação aos avanços e desafios, indiciaram práticas necessárias nas aulas de Língua Portuguesa.

Palavras-chave: Letramento. Competência Linguística. Estratégias de Produção.

Abstract

In this work the objective is to demonstrate some strategies of written production and the perceptions of high school students about the practices of textual production, carried out during Portuguese classes. For that, Literacy practices were carried out, based on the competencies required for the writing of the High School National Exam (Enem) essay. The practices developed in this study were carried out over the course of three months, with monthly productions and workshops, based on the analysis of essays produced both by students who scored a thousand points at Enem (maximum punctuation), and by those elaborated by the participating students. Over the months, students demonstrated progress - both in deconstructing stereotypes like the belief that they were unable to write a good essay, and in improving language skills, such as: developing thesis and arguments, expansion of vocabulary and grammatical elements, coherence and punctuation, in addition to other competencies evaluated in Enem. At the end of the practices carried out, the students were able to perceive considerable changes in their essay's grades, and its language skills were improved. Thus, it is believed that Literacy practices are necessary in Portuguese classes as a way to improve the students' abilities on essay production.

Keywords: Literacy. Linguistic competences. Essay production strategies.

INTRODUÇÃO

Neste artigo apresenta-se um relato de experiência oriundo de práticas de Letramento desenvolvidas no decorrer de aulas de Língua Portuguesa para estudantes do 3º ano do Ensino Médio integrado do IFNMG/*Campus* Araçuaí. O interesse para o desenvolvimento deste estudo foi questionar quais estratégias contribuíram para o aprimoramento das competências linguísticas exigidas na redação − modelo Enem − e como promover a reflexão dos estudantes a partir de análises diante das práticas que realizavam.

Para Bakhtin (2016, p. 12), os gêneros discursivos possuem extrema riqueza e diversidade, visto que suas possibilidades de produção são infinitas, porque são "inesgotáveis as possibilidades de multifacetada atividade humana e porque em cada campo dessa atividade vem sendo elaborado todo um repertório de gêneros do discurso". Desse modo, no contexto escolar, os estudantes são permeados de gêneros escolares, dentre eles, a redação do Enem, que possui a tipologia dissertativa-argumentativa e deve apresentar para o seu leitor conhecimentos embasados em um repertório sociocultural que deve problematizar o tema, construir argumentos, utilizar operadores argumentativos e, ao final, produzir uma proposta de intervenção para essa problematização.

Ao inter-relacionar os estudos de Bakhtin (2016) com a pesquisa de Rojo e Barbosa (2015), as autoras enfatizam as práticas sociais situadas que os gêneros discursivos integram. Ao tratar da redação do Enem, nota-se que as ações de linguagem se voltam para uma atividade de linguagem com leis próprias e objetivos bem definidos, tais como: problematizar um assunto que incita um problema no contexto brasileiro, possuir repertório sociocultural para defender um ponto de vista a partir de argumentos plausíveis que invocam responsabilidade social e ética, além de utilizar o discurso de outrem para possibilitar veracidade nos argumentos produzidos,

possuir conhecimentos intra e extralinguísticos, propor uma intervenção que amenize ou resolva o problema apresentado, trata-se de produzir conhecimentos de mundo a partir dessa ação de linguagem por meio da prática escrita em um gênero discursivo.

Sabe-se que, no decorrer do ensino médio, os discentes apresentam muitos anseios em relação aos vestibulares, principalmente, ao Enem. Desse modo, é recorrente o interesse e, ao mesmo tempo, a insegurança no processo de produção do texto dissertativo-argumentativo. Considera-se que a prática da produção escrita, a partir de reflexões sobre o processo de produção, de forma dialógica, é de suma importância para que os sujeitos possam refletir sobre os modos de desenvolvimento textual, a articulação entre o tema, a tese, os argumentos e uso dos operadores argumentativos que possibilitam a coesão entre os elementos. Esses fatores supracitados foram os motivadores deste presente estudo.

Como base norteadora de discussão, abordam-se os estudos do letramento, partindo da concepção de práticas de letramento a partir de uma perspectiva social, cultural e discursiva, visto que o letramento é o desenvolvido em diversas instâncias sociais, ao longo das experiências com práticas sociais entre sujeitos discursivos. Dessa forma, investigar a linguagem em condições de uso torna-se primordial para refletir a prática de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa.

1 REFERENCIAL TEÓRICO: AS PRÁTICAS DE LETRAMENTO

O termo *letramento*, de acordo com Kleiman (1995), foi inserido nas pesquisas brasileiras no final de 1980, no campo de estudos da Linguística Aplicada e da Educação. Vários estudiosos se dedicaram a essa área, tais como Leda Verdiani Tfouni, Ângela Kleiman, Magda Soares, Roxane Rojo, dentre outros. No campo da Linguística Aplicada, os estudos do letramento apropriaram-se em abordagens etnográficas, discursivas e sócio-históricas. Essas vertentes direcionaram o letramento para o viés sociocultural.

Ao tratar das práticas culturais, é possível relacioná-las à recepção e à apropriação cultural, ou seja, ao momento em que um determinado "bem cultural" chega às mãos de um leitor, ou seja, ao momento em que a leitura através de algum impresso é disponibilizada para o indivíduo que dela pode fazer diferentes usos, inclusive se distanciar do que ora fora pensado por aqueles que produziram esse bem cultural.

De acordo com os estudos de Chartier (2002), o domínio da produção e das práticas de leitura promovem as representações, a partir das quais os indivíduos constroem sentidos, inscritos em palavras, gestos e ritos. A cultura exprime as práticas de representações do mundo, que são instáveis e conflituosas; da mesma forma que o ato de ler não é fixo no tempo e no espaço.

Fischer (2007) investiga a constituição letrada de alunos ingressos no curso de Letras, baseando-se na perspectiva sociocultural do letramento, a pesquisadora destaca que os estudantes devem ser compreendidos como sujeitos reais, com experiências prévias de letramento. Ao referir-se às instituições sociais, Fischer (2007) destaca que elas regulam e são reguladas por práticas de letramento particulares, algumas são mais formalmente estruturadas com regras explícitas e outras são reguladas pela pressão das convenções e atitudes sociais. Desse modo, as instituições de ensino tendem a suportar práticas de letramento dominantes, representadas por formações amplas, institucionalizadas de poder e conhecimentos, que são

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

situadas em relações sociais. Ao inserirmos a necessidade de obtenção de uma nota exigida por um sistema avaliativo como o Enem, por exemplo, nota-se essa "pressão das convenções".

Além disso, Fischer (2007) ressalta que a natureza do discurso está relacionada aos contextos de letramento que a integram, ou seja, as relações de poder existentes nas instâncias sociais, a linguagem e o aparato ideológico existente. A autora cita as práticas de letramento como uma natureza especializada de discursos, que são veiculados e constroem o saber, como os usos de linguagem que os materializam; tais como os papéis sociais de professores e alunos. Para Orlandi (2007), esses papéis não são de sujeitos físicos ou empíricos, mas são projeções para as posições dos sujeitos discursivos.

Street (2012, p. 83) afirma que o letramento será "um campo para investigar os processos de hegemonia, as relações de poder, as práticas e os discursos em competição". Trata-se do letramento projetado como práticas sociais que são multidimensionais, pois incluem sujeitos e suas identidades, discursos, interações, diferença nas relações de poder e o caráter sócio-histórico da linguagem.

Não há sujeito sem ideologia − esse é um princípio discursivo propagado pelos estudiosos da Análise do Discurso. Sob esse viés, o discurso é o espaço onde ocorre a articulação entre língua e ideologia. "Ao observarmos como a língua produz sentidos temos acesso ao modo como a ideologia está presente na constituição dos sujeitos e dos sentidos" (ORLANDI, 2016, p. 153).

Os sentidos dependem das relações constitutivas nas e pelas Formações Discursivas, não estão predeterminados, porque são construídos em condições de produção nas instâncias sociais. A linguagem, nesse viés, é uma prática que exerce a ação transformadora enquanto mediação entre o sujeito e a realidade. Segundo Orlandi (2007), a apropriação desse sujeito discursivo é social, ao mesmo tempo em que esse sujeito produz a linguagem, ele também está reproduzido nela e retoma sentidos preexistentes.

Assim, é preciso reconhecer que as práticas de leitura e escrita estão inseridas em complexos ideológicos, culturais e envoltas em relações de poder associadas ao letramento, principalmente por se tratar de um contexto direcionado para a produção do gênero discursivo dissertativo-argumentativo − para a avaliação − Enem.

2 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho, foi desenvolvido um estudo descritivo, qualitativo, do tipo relato de experiência, cuja finalidade é integrar os conhecimentos teóricos sobre a produção textual a partir de práticas de aplicação desses conhecimentos. Foi estabelecido com o objeto de pesquisa um teor investigatório a fim de que o conhecimento particular da pesquisadora não influenciasse nos dados coletados, traduzindo-os em verdades prontas. O foco foi possibilitar a compreensão dos fenômenos pesquisados, assumindo a postura de uma professora pesquisadora que, segundo os estudos de Bortoni-Ricardo (2008), é uma docente que visa conhecer, refletir e produzir conhecimentos a partir da prática para propiciar o desenvolvimento de ações positivas, identificar e sanar aspectos negativos, ou seja, um sujeito que questiona, reflete, cria e propõe mudanças.

Na análise dos dados utilizou-se uma amostra de cinco posicionamentos enunciativos desenvolvidos por discentes do 3º ano do Ensino Médio integrado, do IFNMG/*Campus* Araçuaí.

Para preservar o anonimato, os sujeitos serão nomeados de A1, A2...A30. Ao todo participaram da pesquisa trinta discentes, devido à semelhança nas respostas, realizou-se o critério de escolha de cinco amostras de posicionamentos enunciativos que melhor expressassem os posicionamentos dos discentes participantes.

As práticas de letramento foram realizadas no segundo semestre do ano de 2020. Em virtude da pandemia, as interações aconteceram de modo virtual, utilizando as plataformas *Google Meet* e *Google Classroom*. Após as ações, os dados foram analisados com base na concepção de letramento como um processo constituído de práticas sociais e interativas, envolvendo o protagonismo de sujeitos em formação. Para isso, adota-se os estudos sobre Letramento, Leitura e Gêneros Discursivos propostos por Kleiman (2005), Rojo e Barbosa (2015), Chartier (2002), Street (2012), Corrêa (2011;2018) e demais estudiosos da área. Inter-relacionamos esses estudos com os da Análise do Discurso, recorrendo às pesquisas de Orlandi (2007; 2016) e Fischer (2007), além dos subsídios decorrentes de pesquisas advindas da filosofia da linguagem de Bakhtin (2010; 2016).

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As práticas de letramento realizadas, no decorrer deste relato de experiência, voltam-se para o gênero escolar "redação do Enem" presente na tipologia dissertativa-argumentativa. Para Rojo e Barbosa (2015, p. 26), é necessário dissertar e argumentar sobre um tema dado. Com base nos estudos de Bakhtin (2010, p. 268), por meio de uma perspectiva sócio-histórica e dialógica, os gêneros discursivos são concebidos como "correias de transmissão entre a história da sociedade e a história da linguagem". Essas condições de uso ocorrem em campos de atividade humana multiformes, por meio de enunciados que refletem as condições específicas e as finalidades desse campo de comunicação da atividade humana. Bakhtin (2010, p. 261) enfatiza que "todos os diversos campos da atividade humana estão ligados ao uso da linguagem".

Ao tratarmos de uma prática de ensino nesta pesquisa, adota-se a concepção de professor como agente de letramento, conforme os estudos de Kleiman (2006), como um promotor de recursos e estratégias para a promoção do conhecimento por meio de práticas sociais de letramento. Destarte, o foco da prática de produção descrita neste trabalho não é apenas a produção do gênero dissertativo-argumentativo, mas o aprendizado do desenvolvimento de argumentos e produção de uma intervenção que problematize um tema de interesse social, visando ao desenvolvimento e formação de um agente social, com o intuito de atingir determinados resultados.

Na primeira aula virtual da prática proposta de produção, foram desenvolvidas discussões sobre as competências linguísticas exigidas para a redação do Enem, dentre elas, a capacidade de expressar, através da prática escrita, posicionamentos argumentativos diante de problemas de ordem social, a fim de mobilizar saberes, experiências, reflexões e modos de agir (KLEIMAN, 2006). A redação do Enem exige cinco competências e cada uma delas é avaliada a partir de um barema de seis níveis, cuja pontuação é: nível 0 = 0, 1= 40, 2 = 80, 3=120, 4 = 160 e 5 = 200 pontos. Segundo dados do INEP (2019), na cartilha do participante, trata-se de uma produção que exige cinco competências, a seguir serão apresentadas todas elas juntamente com as estratégias desenvolvidas nas práticas propostas neste relato de experiência:

Demonstrar domínio da modalidade escrita formal da Língua Portuguesa − A Competência 1 avalia se o participante domina a modalidade escrita formal da língua portuguesa, o que inclui o conhecimento das convenções da escrita, dentre as quais se encontram as regras de ortografia e de acentuação gráfica regidas pelo atual Acordo Ortográfico (BRASIL, 2019, p. 10).

Para atender às exigências dessa competência, os discentes deverão apresentar domínio da norma culta da Língua Portuguesa. Trata-se de uma prática situada no uso da linguagem, direcionada para uma produção escrita legitimada no contexto educacional do Ensino Médio. Kleiman (2006, p. 78) destaca que, nos contextos sociais, inclusive os escolares, há diversas formas de legitimação de práticas de uso da escrita, "reestruturados segundo novas concepções de usos da língua escrita e das funções da escola no ensino desses usos". No decorrer das discussões realizadas foram promovidos momentos de reflexão sobre o uso da norma padrão com foco para a organização sintática e os desvios. Outro fator de destaque nessa competência 1 foi a identificação da dificuldade de alguns discentes no uso da vírgula. Observe os exemplos abaixo:

(1) Em primeiro plano, cabe ressaltar que, a sociedade costuma acreditar que o uso de medicamentos pode piorar o estado dos pacientes, assim como ocorre na minissérie "O gambito da rainha", em que no orfanato, as crianças são obrigadas a tomar pílulas [...] (A6 - fragmento da redação)
(2) Fora do cinema, as redes sociais podem ser consideradas um problema na dificuldade de combater a pedofilia no Brasil. Pois é um dos principais caminhos por onde o pedófilo utiliza para se aproximar da vítima [...] (A5 - fragmento da redação).

No exemplo (1), a estudante inicia com o uso correto da vírgula, mas, em seguida, comete alguns equívocos ao utilizar a vírgula depois da conjunção integrante "que". Ao utilizar a vírgula após o vocábulo "orfanato", seria preciso intercalar a locução adverbial "no orfanato" entre vírgulas. No exemplo (2), o A5 comete um equívoco ao utilizar um ponto final antes da conjunção explicativa "pois", nesse caso, o ideal seria o uso da vírgula.

Nessas condições de uso da escrita, percebeu-se que houve modos de identificar os desvios gramaticais no texto e as lacunas na organização sintática e semântica, dentre elas o paralelismo, o que possibilitou práticas de letramento que refletissem as condições de uso dessas produções. Durante as oficinas virtuais foram expostos trechos com alguns desvios. A partir de indagações realizadas, em encontros virtuais pela plataforma *Google Meet,* os discentes começaram a interagir ao citarem alguns trechos truncados e uso inadequado de determinados termos. A análise de uso da linguagem demonstrou-se relevante tendo em vista que as regras gramaticais não foram expostas isoladas, em pequenas orações, promovendo reflexões de que estudar a linguagem é perceber as suas diversas condições de uso. No que se refere à segunda competência tem-se:

> Compreender a proposta de redação e aplicar conceitos das várias áreas de conhecimento para desenvolver o tema, dentro dos limites estruturais do texto dissertativo-argumentativo em prosa. A competência 2 exige que o participante escreva um texto dissertativo-argumentativo, que é o tipo de texto que demonstra, por meio de argumentação, a assertividade de uma ideia ou de uma tese (BRASIL, 2019, p. 12).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A competência 2 exige a aplicabilidade do repertório sociocultural do participante, juntamente com as particularidades dos limites estruturais do texto dissertativo-argumentativo. Com base nos estudos Orlandi (2007), cabe destacar − nessa competência 2 − a representação de um sujeito discursivo, no qual o discurso é compreendido como um processo de sua produção, uma prática discursiva que não é possível ser realizada de modo mecânico, visto que incita desse sujeito saberes provenientes de outras situações sócio-históricas, de saberes provenientes de outros discursos, atravessados por várias formações discursivas, em que o sentido é tecido nessa prática de linguagem.

No decorrer das interações virtuais realizadas com os discentes do Ensino Médio, foram discutidos os temas já abordados nas edições anteriores do Enem − para que os estudantes percebessem o quanto as propostas visam incitar indagações diante de uma problemática brasileira, sendo necessária a construção de uma tese e de argumentos que sustentem essa ideia. Para obter o êxito nessa produção, foi apresentada a estratégia − *"brainstorming*[1]: tempestade de ideias" − a fim de que os discentes percebessem a necessidade de verificação dos conhecimentos que possuíam sobre o assunto (repertório sociocultural) e delimitar a tese, para poder conseguir produzir a introdução do gênero dissertativo-argumentativo.

Em seguida, realizou-se a análise de algumas redações nota mil para que os discentes pudessem perceber que há uma regularidade técnica nas produções, observando a semelhança na estrutura e organização textual presente em várias introduções. Além disso, houve também a exposição de redações anônimas (pertencentes a discentes de outras turmas) que apresentavam alguns desvios em sua estrutura e conteúdo, para que os estudantes, a partir dos conhecimentos compartilhados anteriormente, pudessem perceber as lacunas existentes. Por fim, foram realizadas propostas de produção textual. O exemplo abaixo ilustra uma redação com algumas lacunas no desenvolvimento da tese.

> (3) Para Aristóteles, o ser humano tem por objetivo principal alcançar a felicidade, denominada eudaimonia. Contudo, o alcance desse objetivo pela população encontra-se ameaçada, uma vez que esse segmento torna-se refém do excesso de informações e por pressões impostas entre os indivíduos, dificultando o combate à ansiedade. Nessa lógica, tais fatores são corroborados pelo incorreto tratamento médico e pela própria repulsa social aos procedimentos (Fragmento da redação de um estudante de outra turma).

No exemplo (3), no decorrer das interações virtuais, os estudantes refletiram sobre a contextualização inicial do texto, com um repertório sociocultural relevante, porém, percebe-se que o desenvolvimento precisa ser melhorado e, ao final, há alguns trechos muito confusos, o que dificulta o entendimento da tese.

Na terceira produção dos discentes participantes, a maioria conseguiu produzir a tese com eficácia. Então, a etapa seguinte seria a melhoria da construção dos argumentos e interpretação de ideias, exigência prevista na competência 3, que prevê:

[1]A estratégia *brainstorming* ou tempestade de ideias é uma técnica muito utilizada em dinâmicas de grupo, cuja principal característica é impulsionar o uso de habilidades, criatividades e saberes de uma pessoa ou um grupo. Na redação, os alunos foram instigados a realizar anotações - a partir de palavras-chave - dos saberes que eles possuíam ao problematizar os temas das redações. Logo após, os estudantes deveriam escolher duas palavras para orientar a produção da sua tese.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> Selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista. A competência 3 - avalia a forma como você, em seu texto, seleciona, relaciona, organiza e interpreta informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa do ponto de vista escolhido como tese. É preciso, então, elaborar um texto que apresente, claramente, uma ideia a ser defendida e os argumentos que justifiquem a posição assumida por você em relação à temática da proposta de redação (BRASIL, 2019, p. 18).

No decorrer das interações com os discentes para discutir a competência 3, a estratégia adotada foi, inicialmente, a análise de redações nota mil − a fim de que os estudantes percebessem exemplos de uso dessa competência no nível 5 (200 pontos). Além disso, foram discutidas as necessidades de ampliação do repertório cultural, a fim de que as informações, fatos e opiniões estivessem em defesa do ponto de vista − traçado na tese − e relacionado à temática proposta na redação.

Nos estudos de Silva, Assis e Lopes (2013), as autoras destacam a necessidade de incitar práticas em que os sujeitos participantes possam atribuir significados. Dessa forma, percebe-se que houve uma socialização sobre o processo de produção da escrita a partir de interações em que se percebeu a incorporação de modos culturais de fazer e de dizer, de inter-relacionar os saberes. Foram identificados os argumentos principais e a necessidade de produção autoral para demonstrar domínio de conhecimento sociocultural e argumentativo.

Outrossim, discutiu-se a estratégia de construção de um argumento principal em cada parágrafo do desenvolvimento e a necessidade de desenvolver esse argumento a partir do posicionamento autoral, trata-se dos modos de perceber, significar e organizar os conhecimentos e experiências sobre o mundo. Cabe ressaltar também as discussões, no decorrer das interações virtuais − via *Google Meet*, do uso de citações ao incluir o discurso de outrem, seja por meio da citação indireta, uso de dados históricos, exemplificações ou constatações, de modo a perceber que não é apenas citar para preencher um espaço com o dizer de outrem, é preciso interpretar essa informação e inter-relacioná-la à discussão já existente.

Nos estudos de Kleiman (2006), ela enfatiza que essas práticas de linguagem são necessárias em aulas de língua materna, pois possibilitam reflexões e aprendizados em condições de uso e produção de sentidos da linguagem. A partir de produções dos próprios alunos participantes, foram realizadas algumas análises desses textos. No decorrer das interações os discentes perceberam parágrafos com muitas informações, mas pouco desenvolvimento em relação à competência exigida de relacionar e organizar argumentos em defesa de um ponto de vista.

> (4) Além disso, é relevante apresentar as doenças crônicas. Tal fato se comprova pelo uso constante do tabaco, que gera diversas consequências, à saúde. Paralelo a isso, a **terceira lei de Newton dizem** que toda ação gera uma reação. Visto que o uso provoca diversas enfermidades, como câncer de pulmão, entupimento das veias, ataque cardíaco e dificuldade respiratória, pois também a fumaça é prejudicial aquele que inala (A7 - fragmento da redação, grifo nosso).

No exemplo (4), nota-se alguns desvios em relação ao uso da norma padrão relacionados ao uso da vírgula, concordância e regência. No fragmento produzido por A7 percebe-se a necessidade de refazer o tópico frasal e dar continuidade aos argumentos. Ao citar a lei de Newton a estudante não consegue relacionar e interpretar essa informação, o que gera lacunas

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

que comprometem as competências II e III. O exemplo a seguir ilustra uma redação em que o estudante consegue promover esse desenvolvimento argumentativo, observe:

> (5) Além disso, a perda da qualidade de vida é outro fator recorrente, porque ocasiona crise no equilíbrio corporal. Nesse viés, observa-se isso nos dados disponibilizados pela Organização Mundial da Saúde, alertando que 85% dos tumores no pulmão se devem ao consumo do tabaco. Nessa óptica, o uso de substâncias viciantes, existentes no cigarro, causa diversas alterações no funcionamento dos órgãos, corroborando o surgimento de problemas respiratórios, como câncer, bronquite crônica e asma, realidade que afeta o bem-estar e a longevidade da população brasileira. Dessa forma, é essencial que ações atenuem as consequências do cigarro à saúde dos cidadãos (A8 - fragmento da redação).

Percebe-se que o exemplo (5) mostra um domínio satisfatório em relação às competências II e III. Embora perceba-se alguns desvios em relação à pontuação, o domínio da norma padrão também é suficiente para atingir o nível 4. Os argumentos construídos pelo A8 condizem com o tópico frasal que visa discutir como a perda de qualidade ocasiona perda no equilíbrio corporal. Outro fator de destaque é a conclusão da ideia do parágrafo ao final do fragmento, estratégia que foi recorrentemente discutida durante as interações.

No fórum virtual, disponível na plataforma do *Google Classroom*, alguns discentes demonstraram essa percepção de ter que melhorar os argumentos e esse posicionamento autoral, principalmente, ao usar o discurso de outrem. Em relação à competência quatro, da redação do Enem, exige-se que o candidato saiba:

> Demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação. A competência avalia os aspectos a serem avaliados no que diz respeito à estruturação lógica e formal entre as partes da redação. A organização textual exige que as frases e os parágrafos estabeleçam entre si uma relação que garanta a sequenciação coerente do texto e a interdependência entre as ideias. Essa articulação é feita mobilizando-se recursos coesivos, em especial operadores argumentativos, que são responsáveis pelas relações semânticas construídas ao longo do texto, por exemplo, relações de igualdade, de adversidade, de causa e consequência, de conclusão [...] (BRASIL, 2019, p. 21).

Para estudos dessa competência realizaram-se também análises de produções de redações nota mil, para que os discentes percebessem a variedade, a função sintática e semântica dos operadores argumentativos. Em seguida, foi disponibilizada também uma lista com vários elementos conectores (operadores argumentativos) com exemplos em condições de uso. Logo após, foram discutidos alguns exemplos de produções realizadas pelos discentes participantes, em que puderam perceber a repetição de dois operadores argumentativos de forma recorrente como, por exemplo, uso excessivo do conector aditivo “e”. Além de alguns casos de uso indevido de alguns operadores argumentativos como os adversativos.

> (6) Devido a todo um legado histórico **e** cultural vindo desde a era colonial, os desafios encontrados no combate ao tabagismo é um problema recorrente no Brasil. Estima - se que 11% da população seja fumante **e** que o tabagismo seja responsável por 200 mil mortes por ano no país. Contudo, mesmo com índices altos o número de fumantes sobe cada vez mais principalmente entre os jovens. Isso acontece devido à dificuldade de

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> superação daqueles que realizam essa prática **e** como também da mídia que atua como incentivadora dessa situação. Dessa forma, nota - se a necessidade de que atitudes sejam tomadas a fim de reverter essa problemática (A9 - fragmento da redação, grifo nosso).

Percebe-se que, no exemplo (6), há uma recorrência do uso do conector aditivo "e". Além disso, o uso do conector adversativo "contudo" não foi devidamente empregado, porque a próxima oração não atribui esse sentido de oposição/contraste. Há trechos cuja pontuação precisa ser revista, o que destaca a necessidade de revisar esse conteúdo. O exemplo a seguir ilustra o uso mais abrangente dos operadores argumentativos:

> (7) **Em primeiro plano**, cabe ressaltar que, segundo a OMS, a pedofilia é uma doença, caraterizada por um distúrbio parafílico. **Com isso**, o tratamento é feito a partir de terapias **e** remédios receitados por psicólogos **e** psiquiatras. **No entanto**, esse trabalho deve ser feito voluntariamente, **pois** o Estado não oferece suporte. **Logo**, o acesso a essa ajuda fica restrito, visto que nem todos os especialistas estão dispostos a isso, o que, consequentemente, não impede o pedófilo de se tornar um abusador infantil (A10 - fragmento da redação, *grifos nossos*).

Nesse exemplo (7), o estudante mostra uma maior variedade de uso dos operadores argumentativos e não comete equívocos no uso desses conectores. No decorrer de três produções realizadas, identificou-se que houve o uso de uma maior diversidade de operadores argumentativos pelos discentes, visto que demonstraram interesse, perceberam a importância dessa competência no processo de desenvolvimento da coesão e da linearidade textual. Em interações durante as oficinas virtuais, os discentes relataram que o contato com vários operadores e sua significação possibilitou o uso de uma maior diversidade, visto que não era recorrente a presença de operadores argumentativos como: outrossim, destarte, ademais e por conseguinte.

Por fim, cabe discutir sobre a última competência exigida na redação do Enem:

> Elaborar proposta de intervenção para o problema abordado, respeitando os direitos humanos. Na competência 5 - o quinto aspecto a ser avaliado no seu texto é a apresentação de uma proposta de intervenção para o problema abordado que respeite os direitos humanos. Propor uma intervenção para o problema apresentado pelo tema significa sugerir uma iniciativa que busque, mesmo que minimamente, enfrentá-lo. É importante ressaltar que as provas de redação do Enem normalmente abordam temas complexos, muitas vezes problemas de difícil resolução, de ordem social, científica, cultural ou política (BRASIL, 2019, p. 23).

Para o aprimoramento dessa competência foram também apresentados exemplos de redações nota mil, para que os discentes percebessem a importância de construir uma intervenção que estivesse de acordo com a tese e os argumentos construídos. Outro fator de destaque foi identificar o sujeito da ação de intervenção, o tipo de ação a ser desenvolvida, a finalidade dessa intervenção e os sujeitos que seriam beneficiados. Perceba que a competência 5 reafirma a importância de práticas de linguagem − no contexto educacional − que mostram um objetivo, uma ação social para realizar essa prática de uso da linguagem.

No decorrer das discussões, os estudantes desconstruíram percepções de que a intervenção deveria ser uma proposta inédita e perceberam que, na verdade, tratava-se de uma ação para amenizar ou resolver o problema que motivou a escolha da tese. Outro fator discutido, no

decorrer das interações, foi a necessidade de os alunos realizarem pesquisas sobre os Ministérios existentes e a sua função, para que as intervenções não tenham sujeitos genéricos − como o Governo ou o Estado. Os alunos perceberam a vaguidão linguística em algumas propostas de intervenção, visando deixar a proposta explícita, para que não gere dúvidas quanto ao que está sendo proposto. Observe os exemplos abaixo:

> (8) O que **precisamos** para a melhorar seria o **rigor na punição da violências,** não só aquelas existentes nos relacionamentos abusivos mas também no dia a dia, a **ajuda dos familiares, amigos etc,** sempre quando presenciar ou ficar sabendo fazer uma denuncia ou chamar a polícia e sempre buscar **a ajuda de um psicólogo para ajudar abrir sua mente** e pensar melhor nas suas ações (A11- fragmento da redação, *grifos nossos*).

> (9) Em vista disso, faz-se necessário pelo Ministério da Saúde a criação de políticas de conscientização como campanhas, palestras em instituições e treinamentos para a equipe que irá abordar a família para a realização da doação de órgãos, a fim de que todas as pessoas possam entender sobre o assunto, facilitando assim a autorização para o possível transplante. Também é de extrema importância o investimento do Ministério da Saúde em toda a infraestrutura da saúde pública para que a doação de órgãos possa ser feita com êxito (A12 - fragmento da redação).

O exemplo (8) mostra uma conclusão com várias lacunas, o estudante escreve na primeira pessoa do plural como o agente da intervenção, o que não é viável para a redação do Enem que deve ser escrita na impessoalidade, utilizando a terceira pessoa do singular. Outrossim, percebe-se que a ação proposta é escrita de forma muito sucinta, apenas rigor na aplicação da punição, faltou discutir sobre o meio de desenvolvimento da ação, realizar o detalhamento e o efeito. Há também problemas de pontuação no texto, pois no trecho “a ajuda dos familiares [...]” é um novo período, então deveria ser iniciado após um ponto final e não uma vírgula. Nesse novo período não há intervenção, mas um teor de conselho das ações necessárias ao viver ou presenciar algum caso de relacionamento abusivo.

Em relação ao exemplo (9), os cinco elementos necessários para o êxito na conclusão foram atendidos, perceba que há o agente: o Ministério da saúde, a ação: criação de políticas de conscientização, o meio: campanhas, palestras e treinamentos; o efeito: promover entendimento sobre o assunto e facilitar a autorização para o transplante, e o detalhamento do meio que será para a equipe que irá abordar a família para a realização da doação de órgãos. Desse modo, seria uma conclusão no nível cinco.

Ao final das atividades promovidas por meio de prática de letramento − do gênero discursivo dissertativo-argumentativo − realizou-se um fórum de discussão em que os discentes expressaram suas percepções sobre as produções, observe alguns posicionamentos enunciativos a seguir:

> [...] Na redação percebi que cometi pequenos erros em relação a vírgula e o início de alguns dos parágrafos, na próxima redação estarei mais atenta com esses detalhes (A1). [...] Na redação eu percebi que preciso melhorar meus argumentos e aprofundar na conclusão, para não ficar superficial (A2). [...] Na minha redação que foi corrigida pude perceber que a uma necessidade de melhorar minha tese e prestar atenção nas concordâncias (A3). [...] Que tenho uma boa organização textual e abordagens interessantes, porém preciso melhorar na ortografia, dar clareza a tese, explorar mais conectivos e também

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> me atentar para o tamanho das citações (A4). [...] Com a correção da minha redação, pude perceber que houve um avanço nas minhas produções em relação às anteriores, principalmente na competência V, onde apresentava mais dificuldade (A5).

Percebe-se que os posicionamentos enunciativos dos sujeitos demonstram percepções reflexivas em relação às práticas tanto orais quanto escritas de uso da linguagem, construídas de acordo com as condições de produção de práticas de letramento. Silva, Assis e Lopes (2013, p. 37) destacam que, no campo de estudos da linguagem direcionados para formação e atuação do professor, torna-se necessário "investigar como os sujeitos aprendem e, mais do que isso, como orientam suas ações ou são orientados por conhecimentos pré-construídos ao agir".

Notam-se, nos posicionamentos enunciativos dos discentes, sujeitos discursivos que demonstram percepções diante dos desvios e a fragilidade em algumas competências que precisam ser melhoradas, muitos citaram a tese, o uso da vírgula e o aprimoramento dos argumentos. Há diversas percepções desses sujeitos sobre a relação entre a linguagem e a elaboração da informação, entre linguagem e construção conceitual, entre linguagem e inserção social, conforme preveem os estudos de Silva, Assis e Lopes (2013, p. 37).

Cabe ressaltar também a percepção de avanços, conforme cita A5, e também posicionamentos em relação à qualidade da produção, conforme expressa A4. Para aulas que investigam o uso da linguagem em práticas orais e escritas, considera-se que esses posicionamentos enunciativos − supracitados − destacam a existência de diversos momentos de reflexão e prática dessa linguagem, correspondendo um dos principais objetivos do ensino de línguas. Esses fatores inter-relacionam aos estudos de Bakhtin (2010, p. 275) ao dizerem que "o falante termina o seu enunciado para passar a palavra ao outro ou dar lugar à sua compreensão ativamente responsiva".

Desse modo, o sujeito discursivo vivencia um processo contínuo de construção identitária. Ele está inserido em uma instância formativa, que contribuirá para a aquisição de novas formas de linguagem, novos códigos e novos processos de produção e construção de sentido. É um sujeito imerso em práticas letradas, mediadas a partir de reflexões sobre o gênero discursivo dissertativo-argumentativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo o objetivo foi mostrar − a partir de um relato de experiência − as estratégias e as percepções de estudantes do Ensino Médio sobre as práticas de produção escrita, realizadas durante aulas de Língua Portuguesa. Para isso, realizou-se um estudo descritivo e qualitativo a partir dos estudos discursivos sobre o gênero escolar − redação do Enem, com base na tipologia dissertativo-argumentativo.

No decorrer da análise foi possível identificar que as estratégias de análise de redações nota mil de edições anteriores, para mostrar a aplicação das competências exigidas no Enem, indicou ser uma proposta eficaz para que os discentes pudessem refletir a relação entre a teoria e a prática. Outra estratégia identificada foi o momento de produção dos discentes participantes e, em seguida, os momentos de análise de correções dessas avaliações de forma anônima, pois os discentes puderam perceber o que estava satisfatório e o que precisava ser melhorado, quais

níveis das competências exigidas foram atingidas e quais aspectos linguísticos precisavam ser melhorados.

Cabe destacar que, no decorrer das correções com os discentes, os textos eram apresentados no anonimato, esse acordo foi combinado entre a docente e os discentes − de forma a não causar nenhum constrangimento. Por fim, houve o momento de um fórum em que os discentes puderam se posicionar sobre o aprendizado e sobre os aspectos que precisavam melhorar em práticas posteriores. Os comentários dos alunos mostraram reflexões importantes sobre os erros, os acertos e os avanços ocorridos durante as oficinas virtuais.

Ao final dessa prática de uso da linguagem foi perceptível que a produção de gêneros discursivos − por meio de momentos de análise, discussões, produções e reflexões sobre a escrita foram de extrema relevância no ensino-aprendizagem em aulas de Língua Portuguesa. Embora este relato de experiência tenha sido desenvolvido em apenas uma turma do Ensino Médio, acredita-se que este estudo amostral possibilitará novas investigações sobre o tema com uma maior participação de estudantes do ensino médio.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 2005.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Tradução de Maria Ermantina Galvão G. Pereira. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

BAKHTIN, Mikhail (1895-1975). **Os gêneros do discurso.** Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Editora 34,2016.

BORTONI- RICARDO, Stella Maris. **O professor pesquisador**: introdução à pesquisa qualitativa. São Paulo: Parábola, 2008. (Série Estratégias de Ensino).

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **A redação no Enem 2019**: cartilha do participante. Brasília, 2019.

CHARTIER, Roger. **A história cultural**: entre práticas e representações. Tradução de Maria Manuela Galhardo. França: Difel, 2002.

FISCHER, Adriana. **A construção de letramentos na esfera acadêmica.** 341p., 2007. Tese de doutorado em Linguística. Programa de Linguística Aplicada da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

KLEIMAN, Ângela B. Processos identitários na formação profissional - o professor como agente de letramento. In: CORRÊA, Manoel Luiz Gonçalves; BOCH, Françoise. **Ensino de língua**: representação e letramento. Campinas/SP, Mercado de Letras, 2006. p.77-94.

KLEIMAN, Ângela Bustos. (Org.) **Os significados do letramento**: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita. Campinas: Mercado de Letras, 1995.

ORLANDI, Eni Puccinelli. **Análise do Discurso:** princípios e procedimentos. Campinas, SP: Pontes, 2007.

ORLANDI, Eni Puccinelli. **Discurso em Análise**: sujeito, sentido e ideologia. 3. ed. Campinas, SP: Pontes, 2016.

ROJO, Roxane; BARBOSA, Jacqueline P. **Hipermodernidade, multiletramentos e gêneros discursivos**. 1.ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2015.

SILVA, Jane Quintiliano; ASSIS, Juliana Alves; LOPES, Maria Ângela Paulino Teixeira. Letramento, Gênero e Discurso: cenas de conversa (s) com Malu Matencio. In: BUENO, Luzia; LOPES, Maria Ângela Paulino Teixeira; CRISTOVÃO, Vera Lúcia Lopes. **Gêneros textuais e formação inicial:** uma homenagem à Malu Matencio. 1.ed. Mercado de Letras, 2013. (Série Ideias sobre Linguagem). p. 19-40.

STREET, Brian Vincent. Eventos de letramento e práticas de letramento: teoria e prática nos novos estudos do letramento. Tradução de Izabel Magalhães. In: MAGALHÃES, Izabel (Org.). **Discursos e práticas de letramento**: pesquisa etnográfica e formação de professores. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2012. p. 69-92. (Coleção Letramento, Educação e Sociedade).

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos discentes − do 3º ano do Ensino Médio integrado do IFNMG − participantes da prática presente neste relato de experiência.

Recebido em: 29 de março 2021

Aceito em: 3 de junho 2021

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

O CEGO, E O OUTRO QUE VIA

José D'Assunção BARROS
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
jose.d.assun@globomail.com

Havia na estrada do mundo
um Cego, e um Outro
que via

O Cego tinha uma estrela
cujo brilho não sabia
A Noite não lhe era um mal
pois não via o que não devia

O Outro tinha três olhos
e pelo excesso sofria
pois via com o olho da sobra
tudo aquilo que não podia

Numa flor via seus átomos
e nessa profundidade desastrada
Toda beleza se perdia

No perfume sentia cheiros
(cada nota em separado)
pelo nariz lúcido e enfermo
que todo aroma dissolvia

E assim, pela estrada do mundo

Ia o Cego, e o Outro que via

O que via indagava a causa
e o Cego gozava o efeito
Sendo feliz porque não via

Contava-se nas estalagens
Por onde a estrada passava
Que Um era a sombra do Outro
E os Dois, partes de um mesmo ser
Cuja felicidade de ver
Somente estava onde não devia

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 1, jan./abr. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital