

Contributos ao ensino de Óptica no ENADE à luz da Taxonomia de Bloom Revisada

Contributions to the teaching of Optics at ENADE in light of the revised Bloom's Taxonomy

Ana Clara Souza Araújo
Vitoria Hellen Juca dos Santos
Mairton Cavalcante Romeu
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Fortaleza-Brasil

Resumo

Nesse escrito foram analisadas questões de Óptica presentes nas provas de Física das edições do ENADE. O objetivo deste artigo é conduzir investigações baseadas em critérios fundamentados na Taxonomia de Bloom Revisada, com o intuito de compreender o nível atual dessas variáveis. É uma pesquisa básica, quali-quantitativa e documental. Os resultados expressam que mesmo as questões de Óptica enfatizarem domínios superiores que vão além do simples memorizar, nenhuma delas alcançaram a dimensão metacognitiva do conhecimento, nem o domínio cognitivo mais alto “criar.” Tal observação nos leva a refletir sobre deficiências no ensino de Óptica em cursos superiores de Física. Além disso, pode-se atribuir também a formulação do próprio exame que não é fundamentado em níveis cognitivos e/ou taxonômicos.

Palavras-chave: ENADE; Ensino; Óptica; Taxonomia de Bloom.

Abstract

This paper analyzes questions on Optics that are present in the Physics exams of the ENADE editions. The objective of this article is to conduct investigations based on criteria based on the Revised Bloom's Taxonomy, with the aim of understanding the current level of these variables. It is a basic, qualitative-quantitative research and documentary. The results express that even though the Optics questions emphasize higher domains that go beyond simple memorization, none of them reached the metacognitive dimension of knowledge, nor the highest cognitive domain “creating.” This observation leads us to reflect on deficiencies in the teaching of Optics in higher education Physics courses. In addition, it can also be attributed to the formulation of the exam itself, which is not based on cognitive and/or taxonomic levels.

Keywords: ENADE; Teaching; Optics; Bloom's Taxonomy.

Introdução

Desde os primórdios, o homem busca entender e explicar fenômenos que ocorrem na natureza, desta forma surgiu a Física, campo do conhecimento focado no discernimento de fenômenos naturais baseando-se em teorias, observação e experimentação. Por ser uma área ampla de pesquisa, ela foi subdividida em áreas como Mecânica, Eletromagnetismo, Óptica, etc (Henrique *et al.*, 2019).

A Óptica, para Borges (2022), estuda os fenômenos da interação da luz com a matéria e possui uma vasta aplicabilidade. Algumas dessas aplicações, bastante conhecidas, são: espelhos, óculos, lentes, lasers, sensores, etc. Neste contexto, é possível destacar a utilização desses instrumentos no auxílio ao estudo de outras áreas, como é o caso do microscópio, empregado para a observação de micro-organismos, e do telescópio, utilizado na observação de objetos astronômicos. De acordo com Cavalcante e Rodrigues (2012, p.1),

Sempre houve muita curiosidade quanto à luz: o que é, como se propaga, como é gerada. Dois modelos principais foram propostos no século XVII para explicar a natureza da luz. Um dos modelos - o corpuscular - dizia que a luz era composta por pequenas partículas emitidas pela fonte luminosa. Com esta premissa, pode-se demonstrar a lei da reflexão ao se assumir que as partículas colidem elasticamente com a superfície de reflexão. Também pode se demonstrar a lei da refração - as partículas do meio atrairiam as partículas de luz, que mudariam sua velocidade e direção (o modelo previa que a velocidade da luz no meio era maior que no vácuo). Isaac Newton usualmente é creditado como o grande defensor desta teoria (Cavalcante; Rodrigues, 2012, p.1)

Segundo Nussenzveig (1998) a Óptica passou por inúmeras transformações desde o surgimento de seus primeiros termos e associações para chegar ao que se conhece hoje. É a partir dela e do conhecimento sobre a natureza da luz que a base para o desenvolvimento de várias tecnologias foi consolidada, transformando o mundo e levando cada vez mais a expansão de novas fronteiras. Nesse contexto, devido a sua importância histórica e cotidiana para a formação do sujeito crítico, a Óptica deve estar presente em todos os níveis de ensino, principalmente nos cursos de licenciatura em Física.

Assim, uma variedade de pesquisadores como França e Lopes (2022), Gonçalves e Rodrigues (2022), Ferreira *et al.* (2020), Araújo e Santos (2018) e Buzzá *et al.* (2018) tem realizado esforços no que concerne ao ensino de Óptica, através de pesquisas básicas e aplicadas, buscando novos métodos de ensino, aprendizagem e avaliação. Desse modo, com o intuito de colaborar com tais trabalhos, esse escrito se propõe realizar uma análise das questões de Óptica encontradas nas provas de Física das edições do Exame Nacional de

Desempenho de Estudantes – ENADE, por meio de critérios fundamentados na Taxonomia de Bloom Revisada, para se compreender o atual nível baseado na bidimensionalidade da mesma (Estrutura dos processos cognitivos e Dimensão do conhecimento). Este trabalho está dividido em quatro pontos principais: o primeiro, que aborda especificamente sobre o ENADE, discorrendo acerca das características e particularidades do mesmo e a Taxonomia de Bloom Revisada, seu caráter bidimensional e a sua importância na análise de questões; a metodologia, que aborda o percurso metodológico realizado; o terceiro, que trata das discussões e análise das questões; e, por fim, o quinto com algumas considerações finais.

Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE e Taxonomia de Bloom

Como discutido por Lima *et al.* (2019), um dos principais enfoques da avaliação educacional é garantir a eficiência do processo de ensino e por consequência, de aprendizagem. Desta forma, subentende-se, segundo Luckesi (2022), por avaliação um juízo de qualidade sobre dados relevantes, tendo em vista uma tomada de decisão.” Nesse contexto, ao executar uma avaliação em âmbito Federal, é possível e essencial construir indicadores de qualidade que servem para subsidiar políticas, programas, projetos e ações educativas. A partir da análise dos resultados obtidos pode-se visualizar o desempenho do discente, bem como das suas instituições de ensino, e, por conseguinte, calcular indicadores de qualidade, que, dentro de certo contexto, oportunizarão decisões de melhorias ao processo de ensino e aprendizagem.

Corroborando com essa perspectiva, Miranda *et al.* (2019) aponta que o processo avaliativo faz presente no âmbito da educação há tempos, e servem para mensurar a aprendizagem, além de aferir condições de ensino, pois, na medida em que a sociedade se modificar, as várias formas de aprendizagem devem seguir o mesmo fluxo. Com isso, é possível apontar que uma avaliação é na verdade um instrumento que pode otimizar processos de organização e implementação de políticas e reformas educacionais.

Desse modo, O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) foi criado para avaliar os estudantes do ensino superior. Trata-se de uma prova obrigatória, aplicada a cada três anos, que abrange alunos de cursos de graduação. O exame, avalia e acompanha o processo de aprendizagem e o desempenho acadêmico dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares do respectivo curso de graduação, na medida em que também, avalia suas habilidades para ajustar-se às exigências decorrentes da evolução do conhecimento e competências para compreender temas

exteriores ao âmbito específico da profissão escolhida, ligados à realidade brasileira e mundial e a outras áreas do conhecimento. Além dos testes de conhecimento, os alunos serão solicitados a completar um questionário destinado a avaliar sua percepção sobre a avaliação aplicada e outro para caracterizar seu perfil socioeconômico e educacional (Medeiros Filho, 2019).

Segundo Verhine (2015), o ENADE, embora passível de críticas, em relação à sua aplicabilidade apenas com estudantes concluintes, a quantidade reduzida de questões para o que se pretende avaliar, como ocorre no componente Formação Geral, que contém apenas dez itens, juntamente com a ausência de pré-testagem dos itens, permite a identificação de possíveis deficiências relacionadas à instituição, possibilitando a melhoria dos processos de formação e gestão do ensino-aprendizagem. No entanto, cabe elucidar que os fatores associados ao desempenho não se limitam à instituição, pois, segundo Duarte e Santos (2023), o desempenho discente pode ser influenciado por quatro grupos: corpo docente, perfil discente, gestão ou instituição, e fatores externos.

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), aplicado pelo INEP desde 2004, integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES, composto também pela Avaliação de cursos de graduação e pela Avaliação institucional. Juntos eles formam o tripé avaliativo que permite conhecer a qualidade dos cursos e instituições de educação superior brasileiras. Os resultados do ENADE, combinados com as respostas do Questionário do Estudante, servem como insumos para o cálculo dos Indicadores de Qualidade da Educação Superior.

Nesse sentido, para a análise e classificação das questões referentes a Óptica presentes no ENADE, pela Taxonomia de Bloom Revisada, pautar-se-á na análise da resolução das questões e nos comandos verbais das mesmas, realizado pelos autores, determinando os domínios cognitivos e a dimensão do conhecimento, características bidimensionais da TBR.

Segundo Montello (2023), a bidimensionalidade da Taxonomia de Bloom Revisada é o que garante domínios taxonômicos abrangentes. Nesse aspecto, a estrutura do processo é dividida em seis níveis, que vai do mais simples (lembrar) ao mais complexo (criar). Tais níveis são sucessivos e para haver o domínio de um, é necessário o domínio do anterior. Assim, foi construído o quadro 1, que demonstra as dimensões do processo cognitivo, suas categorias (onde o 1 é o menor) e seus significados.

Quadro 1. Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom Revisada

CAT.	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO	SIGNIFICADO
6	CRIAR	Criação de trabalho original por parte do estudante, onde podem desenhar, construir, investigar e gerar novas ideias.
5	AVALIAR	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
4	ANALISAR	Fazer conexões entre ideias, diferencia opiniões contrastantes, examina novas evidências e conduz experimentos para determinar a validade de uma hipótese.
3	APLICAR	Utilizam informação em situações novas como resolução de problemas, implementando planos de ação ou desenhando ideias, baseado em conhecimento prévio.
2	ENTENDER	Explicar ideias ou conceitos. Aqui eles usam habilidades como interpretação, classificação, comparação, síntese e inferência.
1	LEMBRAR	Esse nível de base da pirâmide inclui lembrança de conceitos básicos, como a habilidade de declarar, repetir ou memorizar fatos.

Fonte: Araújo et al. (2023).

De acordo com Araújo, Paula e Romeu (2023), as dimensões do processo cognitivo estão intimamente relacionadas as dimensões do conhecimento. Essas dimensões estão dispostas no quadro 2:

Quadro 2. Dimensões do conhecimento

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	SIGNIFICADOS
FACTUAL	Consiste em conhecimento da terminologia e conhecimento de detalhes específicos e elementos.
CONCEITUAL	Abrange os conhecimentos de classificações e categorizações; conhecimento de princípios e generalizações; conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
PROCEDURAL	É representado pelo conhecimento de habilidades específicas para a disciplina e conhecimento de técnicas e métodos específicas para a disciplina.
METACOGNITIVO	Contém as ideias de conhecimento estratégico; conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluído contexto apropriado e conhecimento condicional e autoconhecimento.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

De acordo com Solano (2023), a importância de revisar a Taxonomia de Bloom se dá, entre outros aspectos, por tornar-se uma linguagem comum para objetivos de aprendizagem, de modo que facilite a comunicação entre pessoas, disciplinas e séries; além de servir como mecanismo para determinar a congruência dos objetivos educacionais (orientados para a aprendizagem dos alunos), atividades e avaliações em uma unidade, curso, disciplina ou plano de estudos.

Por fim, ressalta-se que a TBR pode servir como ponto de partida para ensino, aprendizagem e avaliação; no entanto, dependendo do contexto e da situação, é necessário ter cautela quanto às aproximações de domínios cognitivos e dimensões do conhecimento. Além disso, é importante adaptar a TBR para atender às necessidades específicas da situação e, de forma harmônica e concreta, oferecer resultados que colaborem para os processos educativos (Araújo; Paula; Romeu, 2023).

Procedimento metodológico

De acordo com Júnior et al. (2021), para que uma pesquisa seja considerada científica, é essencial que tenha aspectos que a caracterizam como tal. Nesse contexto, não é suficiente “apenas” pesquisar, é importante compreender “onde” irá se pesquisar, “como” se pesquisar e “quais” instrumentos utilizar-se-á. Posto isso, a metodologia nesse escrito está difundida em dois pontos principais: I) os instrumentos e coleta de dados, que buscou-se dar um aspecto científico ao trabalho, informando explicitamente suas características; e II) a técnica para a análise de dados, na qual, de forma sistemática e indubitável, intencionou descrever o percurso realizado para a análise dos dados obtidos.

Trata-se de um trabalho de natureza básica, pois visa gerar conhecimentos que poderão ser aplicados futuramente na resolução de problemas (Lopes, 1991). Segundo Araújo, Paula e Romeu (2023), as pesquisas básicas subsidiam meios para responder significativamente problemas importantes, mesmo não resultando em uma resposta imediata e completa. Além disso, é a pesquisa de natureza básica que fornece conhecimentos primário para sustentar as pesquisas aplicadas. Como abordado por Araújo et al. (2023, p.9) uma pesquisa básica “busca respostas a perguntas sobre ensino e aprendizagem, dentro de um quadro epistemológico, teórico e metodológico consistente e coerente, no qual o conteúdo específico das ciências está sempre presente”

Quanto a abordagem dos dados, esta pesquisa baseia-se em trabalhos qualitativos, pois como posto por Núñez González et al. (2023) essa abordagem na medida em que busca classificar e interpretar as informações de caráter empírico, realiza análises estatísticas de dados numéricos.

No que tange o procedimento técnico adotado foi a análise documental, que como concebido por Souza et al. (2021) almeja a identificação, verificação e apreciação de documentos, com uma finalidade específica.

A primeira fase, definiu a pergunta norteadora: de que forma o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE tem abordado o ensino de Óptica em relação aos processos cognitivos e a dimensão do conhecimento propostos pela Taxonomia de Bloom Revisada? Para a segunda fase, que define a seleção dos estudos, foram analisadas as provas do ENADE de 2005, 2008, 2011, 2014, 2017 e 2021, relativas ao curso de Física, licenciatura e bacharelado, e que podem ser encontradas no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP.

A terceira fase, que aborda sobre a extração dos dados, levou-se em consideração apenas um critério específico, a saber: questões referentes ao conteúdo do escopo teórico da Óptica. Em seguida, delineou-se critérios para a classificação bidimensional (processos cognitivos e dimensão do conhecimento) para a análise das questões de óptica, que podem ser observados no quadro 3.

Quadro 3. Critérios para a classificação bidimensional

Critérios	Identificação
A questão apresenta enunciado e comandos verbais?	1
Qual o nível de abstração presente na questão?	2
Qual a extensão e profundidade dos objetivos educacionais requeridos?	3
A resolução da questão é lógica e pode ser considerada dentro da realidade do aluno?	4
Se a questão apresenta algum recurso visual, ele é necessário de fato para a resolução do problema?	5
Quanto ao processo cognitivo, a questão atende a algum específico?	6
Quanto a dimensão do conhecimento, a questão consegue trabalhar mais de uma?	7

Fonte: Próprios autores (2023).

Por fim, a última fase, referente a apresentação dos resultados, foram feitos quadros e gráficos para explicitar e caracterizar as questões, bem como os critérios nos quais este escrito se propõe. Os resultados serão apresentados no tópico seguinte.

Caracterização das questões de Óptica

O ENADE, possui dezoito (18) edições de 2005 até 2022. Apenas as edições de 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017 tiveram a presença do componente Física. As edições de 2005, 2008 e 2011, possuíram apenas uma prova de Física para bacharelado e licenciatura. Já as edições de 2014 e 2017, tiveram duas provas, uma para a licenciatura e outra para o bacharelado, com questões parecidas. Já a edição de 2021, foi destinada apenas para a licenciatura em Física.

Uma análise das edições do ENADE que incluíram a prova de Física revelou a presença de dez (10) questões relacionadas à Óptica. No entanto, na edição de 2021, não foram

encontradas questões relacionadas a esse campo das Ciências. Essas questões e seus respectivos conteúdos podem ser visualizadas no quadro 4, abaixo:

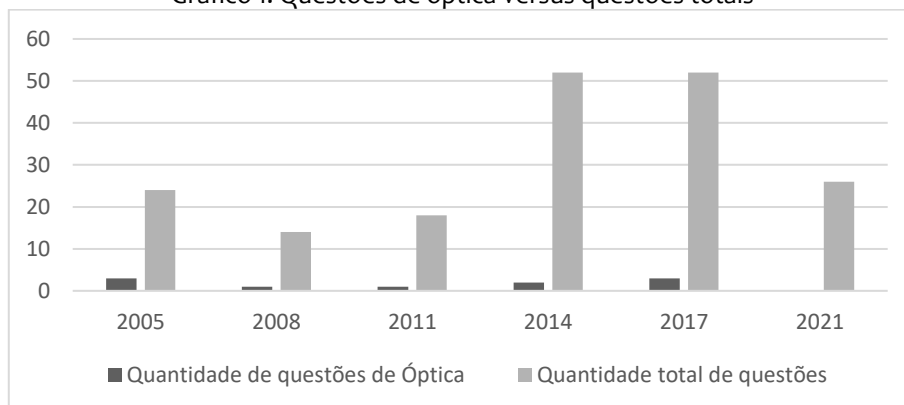
Quadro 4. Quadro geral das questões de Óptica

Edição	Questões	Conteúdos
2005	19	Formação de imagens
	22	Fótons
	27	Lentes
2008	38	Dispersão da luz
2011	43	Emissão de luz
2014	27	Dispositivos ópticos
	31	Experimento de Young
2017	18	Formação de imagens
	19	Propriedades ópticas
	27	Fenômeno de difração
2021	0	Não há

Fonte: Próprios autores (2023)

Com base no quadro acima e buscando compreender melhor o papel que as questões de Óptica está desempenhando no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes, foi construído um gráfico (Gráfico 1) da quantidade dessas questões em comparação a quantidade de questões totais.

Gráfico 1. Questões de óptica versus questões totais



Fonte: Próprios autores (2023)

Na edição do ENADE de 2005, a prova de Física teve um total de vinte e quatro (24) questões objetivas, sendo apenas três (3) dessas questões relativas a disciplina de Óptica; já na edição de 2008, de um total de quatorze (14) questões, apenas uma (1) teve relação com fundamentos de Óptica; no que concerne à prova de 2011, que possuiu um quantitativo de dezoito (18) questões objetivas, apenas uma (1) se relaciona a Óptica; na edição de 2014 e 2017, que possuiu uma prova para a licenciatura com 26 questões e uma prova para o

bacharelado, também com 26 questões, foram encontradas duas (2) questões e três (3) questões, respectivamente, relacionadas a disciplina de Óptica; por fim, a edição de 2021, de um total de vinte e seis (26) questões, nenhuma teve relação a Óptica. Assim, com um total de 186 questões, apenas 10 são sobre a disciplina de Óptica.

Segundo Danon e Cudmani (1993) a Óptica é importante porque através dela é possível compreender fenômenos relacionados a luz, bem como o funcionamento do olho humano, de máquinas e fenômenos naturais. Nesse sentido, a presença da Óptica é essencial em todos os níveis de ensino, desde o mais básico até o superior, na formação de licenciados em Física.

Assim, diante da quantidade de questões relacionadas a Óptica, é importante suscitar alguns questionamentos, como: por que há tão poucas questões relacionadas a Óptica? Será que a quantidade de questões sobre Óptica não está relacionada a importância dada a mesma em sala de aula?

Análise das questões de Óptica quanto a classificação bidimensional

A análise das questões ocorrerá em ordem temporal, da edição do ENADE mais antiga (2005), até a edição mais atual (2021). A primeira questão a ser analisada, é a de número 19 e busca saber se o aluno de Física (bacharelado ou licenciando) compreende conceitos relacionados a Formação de imagens e como o olho processa essas imagens.

A questão 19, por meio de suas figuras esquemáticas, analisa a formação de imagens utilizando como objeto, uma laranja, ofertando ao candidato cinco opções de resposta. Nesse sentido, no que tange a dimensão do conhecimento, essa questão encontra-se no “conceitual”, uma vez que abrange conhecimento de princípios e generalizações, exigindo do aluno apenas um conhecimento que pode ser memorizado. As figuras que a questão oferta, bem como o enunciado, não servem para contextualizar a pergunta, mas para fazê-lo lembrar. Por esse motivo, no que concerne a estrutura do processo cognitivo, esta questão é classificada como “lembrar” o nível mais simples da Taxonomia de Bloom Revisada, uma vez que inclui a lembrança de conceitos básicos.

Com relação aos critérios para tal classificação bidimensional, a questão apresenta enunciado e comandos verbais, mas por se tratar de um questionamento que pode ser respondido memorizando conceitos, o nível de abstração é baixo. Com relação ao critério 3, que questiona sobre a extensão e profundidade dos objetivos educacionais, é curta, tendo em vista que a questão exige apenas o ato de lembrar, sem de fato um raciocínio a ser feito.

Com relação critério 4, a resolução da questão é lógica e é considerada dentro da realidade do aluno, tendo em vista sua simplicidade. No que concerne ao critério 5, as figuras apresentadas na questão, apesar de serem interessantes, não são essenciais para a resolução da questão, pois apenas com a descrição feita no enunciado é possível responde-la. Quanto aos critérios 6 e 7, o processo cognitivo apresentado é explícito na questão é o mais simples, já com relação a dimensão do conhecimento, também é a mais simples, de modo que não há confusão em se determinar.

A questão seguinte para a análise, é a de número 22 do ENADE 2005. A questão em si, discute acerca da partícula fundamental da luz, o fóton, e busca compreender, através de uma contextualização acentuada e afirmações, se o aluno tem conhecimento o suficiente para distinguir ideias.

Compreendendo que a questão não busca apenas informações memorizadas como a anterior, ela se enquadra na dimensão do conhecimento como “procedural”, uma vez que exige habilidades específicas para determinado campo do saber. Já com relação a estrutura do processo cognitivo, tal questão é classificada como “analisar”, uma vez que busca conectar ideias, na medida em que diferencia e reconhece opiniões contrastantes.

Já com os critérios estabelecidos no quadro 3, a questão apresenta enunciado e comandos verbais, atendendo por tanto ao critério 1; já com relação ao critério 2, a questão não apresenta uma situação que exija do aluno imagina-la, mas busca compreender o que o aluno conhece do assunto. No que diz respeito ao critério 3, a extensão e profundidade dos objetivos educacionais é razoável, uma vez que exige do aluno, uma tomada de decisão sobre afirmativas. Já com relação ao critério 4, a resolução da questão não é lógica, pois exige do discente, conhecimentos elevados que não se adequam a sua realidade. Já para o critério 5, a questão não apresenta recurso visual, mas isso não prejudica o raciocínio do aluno para resolvê-la. Por fim, no que tange aos critérios 6 e 7, respectivamente, a questão se enquadra em uma das estruturas do processo cognitivo, como já mencionado e trabalha apenas uma dimensão do conhecimento.

A terceira questão, apresentada no quadro 7, é a 27 da edição do ENADE de 2005. Essa questão, tem como conteúdo central as lentes, e através de um enunciado consolidado e de uma figura explicativa, busca compreender se o aluno sabe conceitos basilares sobre o tema.

Neste sentido, a questão 27 se enquadra na dimensão do conhecimento “factual”, pois consiste no conhecimento de detalhes específicos sobre o assunto. Já com relação aos

processos cognitivos, se categoriza em “aplicar”, pois é nessa categoria que o estudante utiliza uma informação nova para resolver novos problemas.

Com relação aos critérios de classificação estipulados no quadro 3, a questão atende ao primeiro critério, que busca saber se a questão apresenta enunciado e comandos verbais. Já com relação ao nível de abstração, que busca o critério 2, é baixo, pois o enunciado e a figura de suporte apresentam com clareza o caminho a se seguir para se alcançar a resposta correta. Já para o critério 3, a extensão e profundidade dos objetivos educacionais são razoáveis, pois, a questão busca do aluno um determinado conhecimento, mas não oportuniza a tomada de consciência, quando oferta recursos que permitem o aluno apenas lembrar, e não de fato raciocinar.

Em respeito ao critério 4, a resolução da questão é lógica e pode ser considerada dentro da realidade, tendo em vista que de fato a esquematização pode ser colocada em prática. No tocante ao critério 5, o recurso visual apresentado na questão é indispensável para a resolução correta da questão, pois apenas com o enunciado, fica vago e dificulta o processo de resolução. Para o critério 6, como já delimitado, a questão atende apenas a uma etapa de um processo cognitivo, que se construía de outra forma, poderia ir além. Finalmente, o critério 6 busca saber se existem mais de uma dimensão do conhecimento, todavia não, apresenta explicitamente apenas uma.

A questão seguinte a ser analisada é a trigésima oitava, agora da edição do ENADE 2008. Tal questão, em seu escopo discute sobre a dispersão da luz, discutindo sobre o Espalhamento Rayleigh. Essa questão, apresenta afirmativas que discorrem sobre a dispersão da luz em associação a fibras ópticas.

No que concerne à dimensão do conhecimento, essa questão se enquadra no “procedural”, pois é um nível representado pelo conhecimento de habilidades e técnicas específicas em um dado campo do saber. Quanto a estrutura do processo cognitivo é caracterizada como “entender”, pois para responde-la deve-se utilizar habilidades de interpretação, síntese e inferência.

Já a caracterização da questão quanto aos critérios do quadro 3, ela atende ao primeiro, pois apresenta enunciado e comandos verbais. Mas deixa a desejar no critério 2, pois possui baixo nível de abstração, o que poderia ter sido evitado se ofertasse uma situação na qual os discentes pudessem refletir. Para o critério 3, a extensão e profundidade dos objetivos

educacionais requeridos são satisfatórias, pois, a questão demonstra a inserção de comando necessários que exige do candidato uma tomada de decisão quanto ao que é descrito.

O critério 4, que busca saber se a resolução da questão é lógica e se pode se considerar dentro da realidade do aluno, não se enquadra nessa questão, uma vez que apesar de demonstrar uma relação a um determinado fenômeno e a natureza. A questão também não atende ao critério 5, tendo em vista que não apresenta recursos visuais. Finalizando, os critérios 6 e 7, respectivamente, atende a um critério específico do processo cognitivo e a apenas uma dimensão do conhecimento.

A questão seguinte, é a 43, da edição do ENADE de 2011. Esse questionamento tem como tema principal emissão da luz, mas também aborda subtemas como campo magnético e átomos.

No que concerne à Taxonomia de Bloom Revisada e sua categorização bidimensional, com relação a dimensão do conhecimento, é uma questão que se categoriza como “procedural” pois exige do discente, conhecimentos específicos sobre determinado tema. No que tange a estrutura do processo cognitivo, encontra-se na categoria “avaliar”, pois busca de o candidato fazer julgamentos baseados em critérios.

Com relação aos critérios delimitados no quadro 3, a questão apresenta enunciado e comando verbal. O nível de abstração é baixo, pois se trata de uma questão conceitual, e apesar de extensa não demonstra extensão e profundidade quando se trata dos objetivos educacionais requeridos. Acerca do critério 4, a resolução da questão é lógica, mas não é considerada dentro da realidade do aluno, isso porque é essencialmente uma questão histórica, que busca do aluno conhecimentos de fatos que já ocorreram.

Em referência ao critério 5, a questão não apresenta nenhum recurso visual, mas isso não prejudica a objetividade da questão. Com relação ao critério 6, a questão apresenta apenas um domínio do processo cognitivo; e para o critério 7, só atende a uma dimensão do conhecimento.

A questão seguinte, é a 27 do ENADE de 2014, e possui como assunto principal, dentro do escopo da Óptica sobre um determinado dispositivo óptico, além de abordar o comportamento da luz em diferentes meios.

De acordo com os critérios para a classificação bidimensional, a questão apresenta enunciado robusto e comandos verbais que norteiam o aluno. No que tange ao critério 2, o nível de abstração presente na questão não é satisfatório, pois o recurso visual ofertado na

questão tira qualquer possibilidade de o discente imaginar a situação. Nesse sentido, é importante questionar: até que ponto figuras, tabelas e gráficos ajudam e atrapalham no raciocínio? Questionamentos como esses são importantes porque na medida que são respondidos colaboram para um processo de avaliação mais claro e eficaz.

O critério 3, que discorre sobre extensão e profundidade dos objetivos educacionais, para essa questão, é possível considerar como razoável, tendo em vista que busca compreender se o aluno sabe sobre um determinado conhecimento (sobre o comportamento da luz em diferentes meios). A resolução lógica da questão e sobre proximidade a realidade do educando, como exigido no critério 4, podem ser consideradas para essa questão, pois através de experimentos simples e de uma dedução pouco complexa, pode-se chegar no resultado esperado.

No que diz respeito ao critério 6, a questão está inserida em apenas um domínio do processo cognitivo, a saber: “analisar.” Nesse domínio, empreende-se que o aluno deva fazer conexões entre diferentes ideias, examinando novas evidências e validando hipóteses. Já com relação ao critério 7, tal questão subdivide-se em duas dimensões do conhecimento, que é “factual” na qual consistem em conhecimentos de termos específicos, e a “conceitual” que abrange conhecimentos de métodos específicos de um corpo de conhecimento.

A questão seguinte para a análise bidimensional ofertada pela Taxonomia de Bloom Revisada, é a de número 31 da prova do ENADE de 2014. O conteúdo abordado nessa questão é relativo ao Experimento de Young ou Experimento de Dupla Fenda e consiste que a luz é uma onda eletromagnética, onde há duas fendas que são consideradas duas fontes. Quando tais ondas se cruzam ocorre o fenômeno de interferência.

Questões assim são importantes, por retirar resultados teóricos de experimentos práticos e visíveis, o que induz o aluno a realizar aproximações entre a teoria e a prática, fortalecendo o seu letramento científico.

A classificação quanto aos critérios estipulados no quadro 3, se dá da seguinte forma: para o critério 1, a questão apresenta sim um enunciado e comandos verbais claros e concisos quanto ao que o aluno deve fazer; com relação ao critério 2, o nível de abstração é razoável, pois mesmo com o recurso visual, o aluno ainda deve pensar além; no que concerne ao critério 3, a extensão e profundidade dos recursos visuais é satisfatória, pois de fato é uma questão que exige um conhecimento já estipulado; com relação ao critério 4, a resolução da questão

é lógica, mas não condiz com a realidade do aluno; para o critério 5, o recurso visual apresentado é coerente e essencial para a resolução da questão.

Quanto ao critério 6, a questão apresenta um único nível de domínio dos processos cognitivos o “analisar”, isso porque conduz o aluno a examinar novas ideias e confirmar novas hipóteses. Por fim, com relação ao critério 7, a questão se apresenta na dimensão do conhecimento “conceitual”, pois exige conhecimentos de princípios e generalizações.

A questão seguinte, é a de número 18 da edição do ENADE 2017. Essa questão traz uma contextualização muito interessante, acerca dos projetores das imagens e nas lentes dos óculos utilizados no cinema para assistir filmes em 3D. A questão aborda em específico, a formação de imagens e exige o conhecimento de conceitos básicos sobre o fenômeno de polarização.

Sua categorização quanto aos critérios estabelecidos na metodologia deste trabalho é a seguinte: critério 1, a questão apresenta enunciado e comandos verbais claros; critério 2, o nível de abstração da questão é baixo, pois a questão é simples; o critério 3, apesar de ser uma questão relativamente simples, tem grande extensão e profundidade quanto aos objetivos educacionais; com relação ao critério 4, a resolução da questão é lógica e condiz com a realidade do lado; critério 5, os recursos visuais ofertados pela questão foram construídos para servirem também como as opções, o que deu um ar divertido e chamativo.

Relacionado ao critério 6, a questão encontra-se no domínio do processo cognitivo “entender”, uma vez que é exigido do discente a habilidade de interpretar e comparar informações. Já para o critério 7, essa questão pode ser classificada na dimensão do conhecimento “conceitual”, pois ela pede do aluno o conhecimento de teorias, modelos e estruturas.

A penúltima questão encontrada nas edições do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes, foi do ano de 2017 e é a de número 19. Ela aborda conceitos básicos sobre Óptica, contextualizando no enunciado sobre a brincadeira com bolhas de sabão, muito famosa.

A questão 19, apresenta afirmativas relacionadas as propriedades ópticas e em seguida oferta as opções. Assim, de acordo com o critério 1, ela apresenta enunciado e comandos verbais coerentes; no critério 2, o nível de abstração é relativamente baixo, por ser uma questão simples, que exige conhecimento memorizado; no critério 3, a extensão e profundidade dos objetivos educacionais requeridos é satisfatório, mesmo sendo uma questão simples; para o critério 4, a resolução é lógica e pode ser considerada dentro da

realidade do aluno; no critério 5, a questão não apresenta nenhum recurso visual, pois não necessita.

Quanto ao domínio do processo cognitivo, é categorizada como “lembrar”, pois, inclui a lembrança de conceitos básicos e memorizar fatos. Por fim, com relação ao critério 7, se enquadra na dimensão do conhecimento “factual”, uma vez que exige o conhecimento de detalhes específicos e elementos relativos ao conteúdo.

Por fim, a última questão relacionada a Óptica é a de número 27 da edição do ENADE de 2017. Ela aborda sobre o fenômeno de difração, que consiste no desvio ou espalhamento de uma determinada onda, contornando ou transpondo obstáculos, e pode ocorrer com todos os tipos de onda.

Segundo os critérios para a classificação bidimensional, a questão se caracteriza da seguinte forma: critério 1, apresenta enunciado e comandos verbais evidentes; critério 2, baixo nível de abstração; critério 3, baixa extensão e profundidade dos objetivos educacionais; critério 4, resolução não é lógica e não condiz com a realidade do aluno; critério 5, apresenta um recurso visual coerente com o que propõe.

Com relação ao critério 6, se categoriza na dimensão do processo cognitivo “aplicar”, tendo em vista que sonda do aluno aplicar um dado conhecimento a uma situação nova. Para o critério 7, está na dimensão do conhecimento “conceitual”, pois abrange conhecimentos simples de classificações e que podem ser memorizados.

A seguir apresentar-se-á os principais achados revelados no decorrer desta pesquisa, além de trazer perspectivas futuras acerca deste trabalho, na medida que irá se sugerir, com base no cenário imerso, possível percursos que poderão ser percorridos.

Considerações finais

Por meio dos dados encontrados manifesta-se a necessidade de se ter cautela no que tange aproximações realizadas entre os domínios dos processos cognitivos e a dimensão do conhecimento, que dão caráter binomial da Taxonomia de Bloom Revisada, além de ter a necessidade do cuidado ao utilizar a TBR em análises de questões como do ENADE, tendo em vista que o limiar entre domínios cognitivos e do conhecimento são estreitos.

Com relação à presença de questões de Óptica, é evidente a necessidade de um enfoque mais direcionado e inclusivo desse campo do conhecimento no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes, pois, das 186 questões de todas as edições, apenas 10, ou seja, apenas 5,37% refere-se a Óptica. A falta de questões relacionadas a Óptica, em um exame

extremamente importante para a carreira profissional de futuros professores de Física suscita questionamentos como: qual o atual cenário do ensino de Óptica nos cursos superiores de Física? Como se distribui a grade curricular dessa disciplina? Há uma disciplina voltada exclusivamente para os conteúdos de Óptica? Quais são os recursos e métodos utilizados?

Das questões analisadas nenhuma conseguiu alcançar a dimensão do conhecimento denominada de “metacognitivo” que exige um pensamento crítico, conhecimento estratégico e autoconhecimento. Além disso, com relação a estrutura do processo cognitivo, nenhuma questão pode-se ser enquadrada no nível mais alto “criar”, que busca a geração de novas ideias. Assim, a maioria das questões buscaram conhecimentos que podem ser memorizados, dando ênfase a um processo avaliativo que visa apenas dar uma nota ao aluno, sem compreender de fato suas particularidades.

Com esta pesquisa, foi possível compreender o atual papel do ensino de Óptica no exame do ENADE, mas ainda há muito se descobrir sobre o papel do ensino dessa ciência no cotidiano dos alunos de licenciatura e bacharelado em Física. A baixa quantidade de questões, atualmente, parece refletir o descaso no ensino de Óptica e a pouca atenção dedicada a esse campo.

Desta maneira, este trabalho se faz importante por apontar fragilidades no que se refere ao processo de ensino de Óptica em consonância a avaliação que está sendo feita para atribuir uma nota aos cursos superiores de Física. Ademais, a ausência de pesquisas semelhantes no meio acadêmico pode induzir, de maneira equivocada, à percepção de que os cursos de Física e o ENADE já atingiram um nível elevado e satisfatório. Contudo, como constatado, é imprescindível continuar aprimorando os métodos de ensino, aprendizagem e avaliação da Óptica.

Referências

ARAÚJO, Ana Clara Souza; PAULA, Beatriz Jales de; ROMEU, Mairton Cavalcante. Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom: Team-based Learning for Doppler Effect teaching: an analysis through Bloom's Taxonomy. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 19, n. 37, p. 1-20, 2023.

ARAÚJO, Ana Clara Souza *et al.* Contributos à cosmologia no ENEM na perspectiva da Taxonomia de Bloom Revisada. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23062-e23062, 2023.

ARAÚJO, Everaldo Santos; SANTOS, Bianca Martins. Jogo das grandezas: um recurso para o ensino de física. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 73-83, 2018.

BATTÚ E GONÇALO, Fernanda; SENA DOS SANTOS, Paulo José. Explorando o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo na formação docente de professores de Física: uma revisão sistemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 262–288, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/90364>. Acesso em: 13 nov. 2023.

BORGES, Cindy Lisiane Sales; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Astronomia: breve história, principais conceitos e campos de atuação. **Brazilian Applied Science Review**, v. 6, p. 545-577, 2022.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física. Brasília, 2005. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enade/2005/provas/FISICA.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física. Brasília, 2008. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/Enade2008_RNP/FISICA.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física. Brasília, 2011. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2011/FISICA.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física (Licenciatura). Brasília, 2014. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2014/24_fisica_licenciatura.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física (Bacharelado). Brasília, 2014. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2014/23_fisica_bacharelado.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física (Licenciatura). Brasília, 2017. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2017/24_FISICA_LICENCIATURA_BAIXA.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física (Bacharelado). Brasília, 2017. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2017/23_FISICA_BACHAREL_BAIXA.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. **Enade**. Prova de Física (Licenciatura). Brasília, 2021. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/enade/provas_e_gabaritos/2021_PV_licenciatura_fisica.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. Enade. **Portal Inep**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade>. Acesso em: 16 nov. 2023.

BUZZÁ, Hilde Harb et al. Preparação de material tátil-visual torna o ensino dos conceitos de óptica acessível para pessoas com deficiência visual-Exposição" Luz ao Alcance das Mãos". **A Física na Escola**, v. 16, n. 1, p. 36-42, 2018.

CAVALCANTE, Matheus de Araújo; RODRIGUES, Eriverton da Silva. Uso do "Espelho de Lloyd" como método de ensino de óptica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, p. 4310-4314, 2012.

CECHINEL, Andre et al. Estudo/Análise Documental: uma revisão teórica e metodológica. **Criar Educação**, SC, v. 5, n.1, p.1-7, 2016.

DANON, Marta Pesa de; CUDMANI, Leonor. Paralelismo entre los modelos precientíficos e históricos en la optica - implicancias para la educación. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 128–136, 1993. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7278>. Acesso em: 14 nov. 2023.

DUARTE, Tarcísia Carolina Roberto Silva; SANTOS, Lucíola Licínio de Castro Paixão. Desempenho acadêmico: percepções de discentes do curso de Física de uma Universidade Mineira. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 9, p. e023009-e023009, 2023.

FERREIRA, Marcello et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200057 - e20200070, 2020.

FRANÇA, Gustavo Henrique de; LOPEZ, Johnny Vilcarromeno. Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica: o caso da Lei de Malus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210423, 2022.

FRANCISCO, Thiago Henrique Almino et al. A contribuição da avaliação in loco como fator de consolidação dos princípios estruturantes do SINAES. **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 17, p. 851-876, 2012.

GONÇALVES, Lucas Lourenço Barbosa; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos. **Conjecturas**, v. 22, n. 5, p. 916-935, 2022.

HENRIQUE, Franciele Renata et al. Luz à primeira vista: um programa de atividades para o ensino de óptica a partir de cores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, p. e20180223-e20180230, 2019.

LIMA JUNIOR, Eduardo Brandão et al. Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 44, p. 1-16, 2021.

LIMA, Priscila da Silva Neves et al. Análise de dados do Enade e Enem: uma revisão sistemática da literatura. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 24, p. 89-107, 2019.

LOPES, Oswaldo Ubríaco. Pesquisa básica versus pesquisa aplicada. **Estudos avançados**, v. 5, p. 219-221, 1991.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação em educação**: questões epistemológicas e práticas. São Paulo: Cortez Editora, 2022.

MEDEIROS FILHO, Antonio Evanildo Cardoso. Fatores associados ao desempenho discente no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE): uma revisão integrativa. **Revista Expressão Católica**, v. 8, n. 1, p. 88-96, 2019.

MIRANDA, Gilberto José et al. Enade: os estudantes estão motivados a fazê-lo? **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, v. 13, n. 1, p. 12-28, 2019.

MONTELLO, Mauro Bezerra. **Definição dos instrucionais da taxonomia de Bloom revisada no contexto da anatomia humana**. 2023. 50f. Dissertação (Mestrado em Biologia Estrutural e Funcional) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/54771/1/Definicaoobjetivosinstrucionais_Montello_2023.pdf. Acesso em 16 nov. 2023.

NÚÑEZ GONZÁLEZ, Greivin Antunes et al. Perfil da produção acadêmica a respeito do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) em revistas nacionais e internacionais da área de ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p. 417-444, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/86491>. Acesso em: 14 nov. 2023.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Óptica, Relatividade, Física Quântica** - Curso de Física Básica. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araújo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SOUZA, Rafaela Silva et al. Ensino de Mecânica Quântica na licenciatura em Física por meio da História e Filosofia da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 914-944, 2021.

SOLANO, Livieth et al. Taxonomia de Bloom revisada para apoiar resultados de aprendizagem de escrita e alinhamento construtivo. **Revista Inovações Educacionais**, v. 25, n. 38, p. 140-155, 2023.

VERHINE, Robert. Avaliação e regulação da educação superior: uma análise a partir dos primeiros 10 anos do SINAES. **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 20, p. 603-619, 2015.

Sobre os autores

Ana Clara Souza Araújo

Doutoranda em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN polo IFCE. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (2023). Especialista em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (2022). Licenciada em Física pelo IFCE (2021).

E-mail: ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8851-6356>

Vitoria Hellen Juca dos Santos

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Ensino de Física pelo IFCE. Especialista pela Universidade Federal do Piauí em Ciências da Natureza, suas tecnologias e Mundo do Trabalho. Graduada em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - campus Fortaleza.

E-mail: vitoria.hellen.juca06@aluno.ifce.edu.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-0987>.

Mairton Cavalcante Romeu

Doutor em Engenharia de Teleinformática e em Física na Universidade Federal do Ceará –UFC. Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza.

E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>

Recebido em: 02/02/2025

Aceito para publicação em: 26/11/2025