

VERIFICANDO A APRENDIZAGEM DE INTEGRAIS ASSOCIADAS A CINCO VETORES DO ELETROMAGNETISMO POR MEIO DE TEXTOS DISCURSIVOS

Verifying the Learning of Integrals Associated with Five Vectors of Electromagnetism through Discursive Texts

Lúcio Ângelo Vidal (lucio.vidal@ifmt.edu.br), IFMT Campus Cuiabá
Andreia da Silva Tavares (andreia.physical@gmail.com), UFMT Campus Cuiabá
Edlaine Ronconi de Abreu Dias (ronconi.dias@unemat.br), UNEMAT Campus Cáceres

Recebido em: 11/11/2024

Aceito em: 14/06/2025

Resumo

Partindo do pressuposto de que muitos estudantes nos primeiros períodos do ensino superior em ciências exatas enfrentaram dificuldades para interpretar o sistema de símbolos do conteúdo de integrais na disciplina de Física 3, mesmo sabendo cálculos específicos, este artigo tem como objetivo avaliar a compreensão do significado de cinco integrais aplicados ao eletromagnetismo. O estudo trata-se de uma pesquisa-ação desenvolvida com abordagem qualitativa e foi realizada com onze estudantes do curso de Engenharia em uma instituição pública de ensino superior, no primeiro semestre de 2024. Para atingir seus objetivos, o estudo seguiu as etapas de análise de conteúdo de Bardin (2016), começando com a pré-análise por meio de uma revisão de literatura descritiva, onde através de leitura flutuante que se verificou confirmações, hipóteses e lacunas existentes em estudos envolvendo o ensino da área em questão. Em seguida houve a exploração do material por meio de uma prática de ensino em formato de sessão de estudos com os participantes. A sessão teve a duração de aproximadamente uma hora e quarenta minutos, durante a qual foi detalhadamente explicado o que representava cada vetor da Física presente nas equações, bem como o significado de cada símbolo matemático. Além disto, foi aplicado um questionário com cinco questões abertas que solicitavam a elaboração de textos discursivos em linguagem escrita. Para cada questão indicativa, foram categorizadas situações admissíveis a serem relacionadas com as respostas dos participantes quanto à presença de respostas exatas e/ou semânticas e a ausência de respostas exatas e/ou semânticas. Na fase final de tratamento do material, todos os participantes responderam às cinco questões. Os resultados da transcrição destas respostas, bem como a ilustração gráfica *Robvis* revelaram que menos da metade dos participantes (45%) conseguiram produzir um texto com a presença exata e/ou semântica em direção às premissas admissíveis para com o significado de cada uma das cinco inteiras. Apesar deste resultado, julga-se aqui necessário a elaboração de outras experiências em ensino para incluir a relação entre conceitos e signos, de forma a permitir que os estudantes compreendam e decodifiquem, em vez de apenas codificarem mecanicamente tais signos e instrumentos. Logo, essa abordagem se estende para além da Física buscando promover uma compreensão mais ampla e interdisciplinar.

Palavras-Chave: Produção de Texto; Soma de Produtos; Linguagem Matemática. Codificar e Decodificar signos.

Abstract

Assuming that many students in the first semesters of higher education in exact sciences faced difficulties in interpreting the system of symbols for the content of integrals in the Physics 3 discipline, even though they knew specific calculations, this article aims to evaluate the understanding of the meaning of five integrals applied to electromagnetism. The study is an action research developed with a qualitative approach and was carried out with eleven students of the Engineering course at a public higher education institution, in the first semester of 2024. To achieve its objectives,

the study followed Bardin's (2016) content analysis steps, starting with pre-analysis through a descriptive literature review, where through skimming, confirmations, hypotheses and gaps in studies involving teaching in the area in question were verified. Then, the material was explored through a teaching practice in the format of a study session with the participants. The session lasted approximately one hour and forty minutes, during which the representation of each vector of Physics present in the equations was explained in detail, as well as the meaning of each mathematical symbol. In addition, a questionnaire with five open questions was applied that requested the elaboration of discursive texts in written language. For each indicative question, admissible situations were categorized to be related to the participants' responses regarding the presence of exact and/or semantic answers and the absence of exact and/or semantic answers. The results of the transcription of these responses, as well as the Robvis graphic illustration, revealed that less than half of the participants (45%) were able to produce a text with the exact presence and/or semantics towards the admissible premises for the meaning of each of the five integers. Despite this result, it is considered necessary to develop other teaching experiences to include the relationship between concepts and signs, in order to allow students to understand and decode, instead of just mechanically coding such signs and instruments. Therefore, this approach extends beyond Physics, seeking to promote a broader and interdisciplinary understanding.

Keywords: Text Production; Sum of Products; Mathematical Language; Encoding and Decoding Signs.

Introdução

Quando se trata de ciências exatas estamos diretamente ligados e balizados em pressupostos de um sistema organizado e estruturado de símbolos, seria possível, portanto, conceber a linguagem com algum viés matemático. Neste sentido, Teberosky; Tolchinsky (1996) sustentam que matemática e linguagem são inseparáveis e que ambas surgiram na cultura humana devido à mesma capacidade evolutiva dos seres humanos. Para estas autoras, a predisposição cognitiva para a aquisição da linguagem também estaria ligada às habilidades necessárias aprender e ensinar matemática. Ou seja, as habilidades cognitivas e funções executivas que envolvem antecipação e planejamento, são as mesmas que possibilitaram a linguagem e a matemática.

Teberosky; Tolchinsky (1996) afirmam ainda que a matemática é um método especializado de usar a habilidade da linguagem, onde as mesmas características neurológicas possibilitam lidar com a matemática e linguagem. Isso leva a concluir que ambas exigem a capacidade de abstração, fundamental para o desenvolvimento da linguagem. Há ainda, a completude em compreender que, na matemática, isso implica traduzir a linguagem natural para uma forma formalizada, permitindo abstrair as relações essenciais envolvidas e o significado preciso dos termos utilizados. Confere-se então “à linguagem matemática potência extraordinária em alto grau de generalização e simultaneamente [...] poderoso instrumento de inferência e criação de novo conhecimento” (Teberosky; Tolchinsky, 1996, p. 260).

Doravante, Castro (2001) explicita que a linguagem desempenha um papel muito importante no ensino sistematizado, pois o próprio conceito de ensinar envolve o desenvolvimento de processos de comunicação sobre o conhecimento acumulado em diversas áreas entre professores e alunos. Através de explicações orais, estudo, escrita de textos, diálogos e discussões, é possível aprender conceitos, princípios e procedimentos de cada componente curricular. Conforme o mesmo autor, os processos de ensino estão entre os processos de comunicação, e ensinar sem comunicação é impossível.

No entanto, a relação das ciências exatas com a linguagem vai além dessa constatação sobre o processo de ensino, incide na compreensão desta ciência exata como uma linguagem como anteriormente explicitado.

Diante disto, o objetivo geral deste artigo é, portanto, verificar se os discentes de ensino superior em ciências exatas são capazes de entender o significado das equações propostas neste artigo com base no enunciado proposto na aula anterior sobre Lei de Gauss em direção a premissas admissíveis.

Para atingi-lo, recorre-se ao objetivo específico de analisar proporcionalmente o conteúdo da linguagem de textos escritos por onze acadêmicos do curso de Engenharia da área de ciências exatas em uma instituição pública de ensino superior em Cuiabá. A experiência de ensino foi desenvolvida em uma sessão de pesquisa-ação e tem uma abordagem qualitativa. Deste modo, as seções deste estudo seguem as fases de análise de conteúdo de Bardin (2016): pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados.

Fundamentação Teórica

Através de leitura flutuante, foi possível escolher os estudos alinhados à temática proposta, apresentar hipóteses e formular indicadores inerentes à linguagem e à compreensão de conteúdos da física. Portanto, nesta seção, apresentam-se algumas experiências de ensino relacionadas à dificuldade de interpretação do sistema de símbolos do conteúdo de integrais da disciplina de Física. Dificuldades essas encontradas por discentes no que tange à linguagem neste contexto de aprendizado.

Moreira e Krey (2006) tratam da dificuldade de setenta e quatro discentes oriundos de duas turmas de Engenharia da UFRGS na compreensão da Lei de Gauss no que se refere à correta interpretação da lei, à precisa operacionalização matemática e às ideias de superfície gaussiana e fluxo elétrico. O motivo assinalado como motivador destas dificuldades pelos autores seria o fato de que os acadêmicos em questão não conseguiram elaborar modelos mentais e esquemas de assimilação que dessem sentido aos conceitos por causa das aulas e do livro adotado.

Guisasola *et al.* (2003) concluem, para uma quantidade de aproximadamente cem alunos de Engenharia entre espanhóis e argentinos, que os acadêmicos desta área de conhecimento passam por bastantes adversidades quando buscam compreender tanto a Lei de Ampère como a Lei de Gauss.

Vidal *et al* (2020) realizam, de forma pioneira, um minicurso de interpretação de integrais nas perspectivas geométrica e textual para quatorze estudantes de Física Geral 2 em uma universidade particular da grande Cuiabá de forma remota devido à pandemia de COVID-19 e avaliam o conhecimento que os discentes tinham antes e após a realização do curso por meio de um teste fechado contendo cada questão oito alternativas, constatando um melhor aproveitamento no teste pelos estudantes após a explanação.

Vidal e Tavares (2021) realizam uma aula *online* na época da pandemia de COVID-19 com dezesseis acadêmicos do curso de Engenharia de uma instituição de ensino superior pública localizada na cidade de Cuiabá visando identificar se os referidos acadêmicos eram capazes de entender o significado das integrais que aparecem eventualmente no curso de Física Geral e Experimental 3. O que se observa antes da explanação docente nessa experiência de ensino é dificuldade de responder corretamente mesmo diante de dez alternativas possíveis em um teste de múltipla escolha.

Por fim, Vidal e Tavares (2023) realizam com 24 discentes de Física Geral 2 e 16 de Física Geral 3 uma experiência de ensino para identificar se os alunos eram capazes de assinalar corretamente a alternativa, entre dez possíveis, que representava o real significado de seis integrais

que podem surgir no estudo de Física Geral 1 (Mecânica). O resultado mostra que a média de acertos por alunos foi inferior a dois. Tal fato sugere a necessidade de elaboração de materiais didáticos que enfatizem o significado das integrais por meio de textos.

Entretanto, foi possível contatar que nenhum dos trabalhos supracitados realiza uma experiência em ensino propondo a elaboração de um texto escrito pelo aluno no sentido de dizer o que realmente entendeu sobre o significado de integrais. Neste ponto, utiliza-se um apoio semântico de dois conceitos básicos do processo de letramento e alfabetização, a codificação e a decodificação sobretudo do ponto de vista da comunicação. Teberosky; Tolchinsky (1996) explicam que codificação é o processo de converter símbolos ou sinais de um texto em uma mensagem a ser comunicada, enquanto a decodificação envolve compreender e interpretar a ideia que o texto deseja transmitir.

Textos matemáticos seguem regras específicas e estão entrelaçados em uma rede de conceitos, fazendo da matemática um jogo de símbolos com regras que guiam a formação de conceitos codificados. Decodificar um texto envolve compreender o que está codificado, revelar um significado conceitual, em palavras com sentido, (Teberosky; Tolchinsky, 1996, p. 265).

Para Vygotsky *et al.* (2010) ao aprender uma linguagem, não se está apenas adquirindo a capacidade de expressar pensamentos e sentimentos, mas também ganhando as ferramentas necessárias para pensar de maneira “que um problema deve surgir, que não possa ser solucionado a não ser que pela formação de um novo conceito (Vygotsky, 1991, p. 4)”. Logo, compreender é essencial para que a aprendizagem ocorra. Uma proposição matemática escrita em códigos precisa ser decodificada (interpretada). Não basta apenas trocar os símbolos por palavras; é necessário ter sentido ao texto de acordo com o contexto (Teberosky; Tolchinsky, 1996).

Lev Vygotsky argumentava que cada relação ou função manifesta-se primeiro em um nível social, entre pessoas (Inter psicológico), e depois é internalizada, tornando-se parte da mente do indivíduo (intra psicológico). Isso não acontece de forma direta, é mediada por instrumentos e signos, o primeiro são ferramentas utilizadas para realizar ações, enquanto o segundo são elementos que representam ou significam algo. As palavras são exemplos de signos linguísticos simbólicos, enquanto os números são signos simbólicos matemáticos (Vygotsky, 1991).

Vygotsky (1991) explicita que a aprendizagem significativa envolve a construção de significados e que essa construção ocorre quando novos conhecimentos se conectam a significados pré-existentes na mente do aluno. Essa integração, que Ausubel (2003) também mencionava, é um processo que demanda uma troca de significados, ou uma 'negociação', comum na visão de Vygotsky (1991). Envolve, essencialmente, a aquisição e construção de significados. Durante esse processo, o significado lógico dos conteúdos de aprendizagem é transformado em significado para o estudante (Ausubel, 2003).

A linguagem é um instrumento bastante importante no caminho rumo à aprendizagem significativa, porque durante os primeiros passos em direção ao seu arcabouço teórico completo, utilizava-se a denominação aprendizagem verbal significativa (Moreira, 2010). Na concepção de Moreira (2010), é um equívoco descomunal achar que a disciplina de Física dependeria tão somente de uma formalidade associada à Matemática por exemplo.

Para Moreira (2003) a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos têm algum significado para o discente, isto é, quando esse consegue explanar sobre uma conjuntura com suas próprias palavras. Tal aprendizagem se compõe de significado (que está no indivíduo e não no algo ou em um acontecimento), interação (entendida como a interação entre novos conhecimentos e os conhecimentos prévios na mente, bem como a mediação entre os seres) e o conhecimento e a compreensão exigem entender a linguagem do conteúdo (Moreira, 2003).

De acordo com Ausubel (1968), a apropriação plena da linguagem pelo ser humano autoriza a possibilidade de ele apreender várias representações que não seriam possíveis de obter apenas pelo fato de simplesmente existir. O mesmo autor comenta ainda que é exclusivamente pelo fato de noções intrincadas poderem ser indicadas por vocábulos que são possíveis abstração, categorização, diferenciação e generalização de conceitos conhecidos em novos conceitos.

O emprego de palavras pelos docentes em lições nas disciplinas de Ciências Naturais e Matemática é praticamente desconsiderado talvez pelo fato de essa atividade ser considerada muito difícil de sistematizar, já que é preciso aparelhar-se dos mais diversos conhecimentos multidisciplinares (Oliveira et al., 2009). Favarão e Araújo (2004), por exemplo, dizem que a interdisciplinaridade na Universidade tem que passar por mudanças substanciais dentro do academicismo. É necessário abrir espaços para a iniciação científica, a pesquisa e a extensão.

Recapitulando a temática do uso da linguagem, entre os desafios que os alunos enfrentam no emprego dessa nas aulas de Ciências, podem-se citar segundo Oliveira (1991): a interpretação de textos; a escolha da informação primordial; escrever o que a atividade exige; explicar a utilidade do que se faz; reconhecer as terminologias; compreender o discurso científico e o pensamento implícito; saber expor ideias de forma sistemática e organizada.

Em resumo, o uso adequado da linguagem é importante em todas as ciências sejam sociais ou naturais, pois como afirma Bakhtin (1997), o idioma constrói-se no cotidiano em um contexto social e por meio desse que se realizam a difusão do conhecimento empírico, da história e da ideologia ao longo das gerações.

Apesar de Vidal e Tavares (2021); Vidal, Cunha e Tavares (2020) e Vidal e Tavares (2023) realizarem experiências envolvendo enunciados escritos nas disciplinas de Física Geral 1, 2 e 3; o que não se observa em nenhum destes trabalhos é o incentivo à elaboração de enunciados escritos por parte dos estudantes no caso dos vetores polarização elétrica, deslocamento elétrico, campo magnético e magnetização e que fazem parte do eletromagnetismo.

Essa transformação pode ser comparada à internalização e integração de instrumentos e signos descritos por Vygotsky (1991) e Ausubel (2003). Os materiais de ensino, nesse contexto, podem ser vistos como instrumentos e signos relacionados a uma disciplina específica. Por exemplo, a Física pode ser considerada um sistema de signos que inclui seus próprios instrumentos, como métodos e equipamentos. Aprender Física de forma significativa significa internalizar e compreender os significados atribuídos a esses instrumentos e signos no contexto da disciplina. Eis aqui a razão de ser deste trabalho, transformação no sentido de permitir que o conhecimento não seja apenas memorizado, mas compreendido e aplicado de maneira prática.

Materiais e Métodos

Este estudo tem base metodológica em Prodanov; Freitas (2013), Minayo (2001), e Bardin (2016), caracteriza-se como pesquisa-ação com abordagem qualitativa, fins exploratórios-descritivos sob a ótica da Análise de Conteúdo. As fases foram: pré-análise, exploração do material e tratamento do material. As inferências se deram por meio da dedução lógica de confirmações e lacunas de estudos já realizados e as premissas aceitas relacionáveis ao discurso do participante.

Os procedimentos foram bibliográficos em fontes secundárias, com a leitura flutuante. Estudo em campo, com prática de ensino em formato sessão de estudos, reuniu atividades teóricas e práticas de conteúdos da disciplina de Física Geral 3. Na sessão participaram 11 (onze) acadêmicos do curso superior em Engenharia de uma instituição pública do município de Cuiabá. Os conteúdos foram: A Lei de Gauss; Integrais; vetor polarização elétrica ($\vec{P}$); vetor deslocamento elétrico ($\vec{D}$); vetor indução eletromagnética ($\vec{B}$); vetor campo magnético ($\vec{H}$); vetor magnetização ($\vec{M}$), vetor infinitesimal de

comprimento ($\overrightarrow{dl}$); a carga livre (q_l); a carga polarizada (q_p); a permeabilidade magnética (μ); a corrente de condução (i_c); a corrente de magnetização (i_m); e a corrente líquida (i_{liq}).

Por fim, a coleta de dados se deu através de questionário aberto (quadro 1) em que a codificação das categorias indicativas, as premissas admissíveis presentes no questionário e a análise de dados utiliza a Análise proposicional do Conteúdo (Bardin, 2016) cujas unidades de registro são os escritos dos participantes em resposta às perguntas.

Codificação das categorias de análise: as frases premissas para respostas admissíveis e os enunciados de cada questão aberta sobre segmentos dos conteúdos da disciplina de Física Geral 3, sendo este o indicador reflexivo (quadro 1).

Análise proposicional: relação analítica quanto à presença (positivo) ou ausência (negativo) da direção discursiva proposicional, relacionando exata e/ou semanticamente às opiniões dos participantes (resposta, representação simbólica da compreensão) para com o indicador (perguntas sobre integrais) de indagação reflexiva (decodificação) para com as premissas. Conforme ilustra o quadro 1:

Quadro 1. Questionário aberto com cinco integrais de física geral 3: indicadores e premissa admissível

Questão 1: Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{D} \cdot d\vec{A} = q_l$ Premissa admissível: A soma dos produtos escalares entre o vetor deslocamento elétrico e o vetor infinitesimal de área na superfície fechada é igual à carga livre dentro da superfície fechada
Questão 2: Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{P} \cdot d\vec{A} = q_p$ Premissa admissível: A soma dos produtos escalares entre o vetor polarização elétrica e o vetor infinitesimal de área na superfície fechada é igual à carga polarizada dentro da superfície fechada
Questão 3: Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = i_c$ Premissa admissível: A soma dos produtos escalares entre o vetor campo magnético e o vetor infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual à corrente de condução dentro da linha fechada
Questão 4: Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{M} \cdot d\vec{l} = i_m$ Premissa admissível: A soma dos produtos escalares entre o vetor magnetização e o vetor infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual à corrente de magnetização dentro da linha fechada
Questão 5: Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{liq}$ Premissa admissível: A soma dos produtos escalares entre o vetor indução magnética e o vetor infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual à corrente líquida dentro da linha fechada vezes a permeabilidade magnética do meio.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Como instrumento de representação gráfica dos resultados de direção das respostas escrita dos praticantes, utilizou-se gráficos do tipo direção de semáfora e resumo de enredo gerados a partir de uma adaptação de alimentação de dados via plataforma *Robvis*. Com este recurso, foi possível ilustrar visualmente se a pergunta está devidamente respondida e na direção do objeto de estudo.

A experiência de ensino que se trata este estudo ocorreu em 13 de março de 2024 ao longo de uma aula da disciplina de Física Geral 3 de uma instituição pública de ensino superior na cidade de Cuiabá, foi realizada com onze estudantes e teve duração de tempo de uma hora e quarenta minutos. Faz-se necessário ressaltar que, a referida experiência de ensino ocorreu na disciplina mencionada pelo fato de ela ser pré-requisito da disciplina de eletromagnetismo, presente no curso de ciências exatas envolvido.

Na aula anterior, que abordava a Lei de Gauss, foi mencionado reiteradamente pelo docente da disciplina como seria possível expressar a equação por meio de palavras. Ademais, ainda foi grafado no quadro branco uma forma de expressar a ideia, em outros termos, apresentou-se o seguinte texto: “o somatório dos produtos escalares entre o vetor campo elétrico e o vetor infinitesimal de área é igual à carga dentro da superfície fechada dividida pela permissividade do meio”.

Numa sessão que ocorreu no dia 13 de março, foram apresentados no quadro cinco integrais com: vetor polarização elétrica ($\vec{P}$); vetor deslocamento elétrico ($\vec{D}$); vetor indução eletromagnética ($\vec{B}$); vetor campo magnético ($\vec{H}$); vetor magnetização ($\vec{M}$), vetor infinitesimal de comprimento ($d\vec{l}$); a carga livre (q_l); a carga polarizada (q_p); a permeabilidade magnética (μ); a corrente de condução (i_c); a corrente de magnetização (i_m); e a corrente líquida (i_{liq}).

Terminada essa etapa, os discentes foram solicitados a elaborar textos discursivos em resposta às questões 1 a 5 presentes no quadro 1. Numa folha de papel, era necessário que explicassem o significado de cada uma das cinco expressões matemáticas que viam no quadro a fim de que se identificasse de forma indireta que da mesma forma que eles deveriam entender o que ocorreu na aula anterior da mesma forma deveriam compreender o que nesta aula se exibiu.

Os alunos foram nomeados neste artigo por meio de uma letra do alfabeto português desde A até K visando proteger a identidade individual de cada um deles. Ainda se reforça que todos os participantes fizeram a atividade de livre e espontânea vontade.

As quatro primeiras integrais que constituem o teste não foram abordadas em nenhuma outra experiência de ensino. A última integral do teste já foi abordada em uma outra experiência de ensino de Vidal e Tavares (2021), mas em uma perspectiva de escolher uma alternativa de interpretação correta do significado caso ela existisse.

Resultados e Discussões

Nesta seção, são apresentadas as respostas produzidas pelos discentes tal como eles as escreveram e discussão desses resultados à luz de trabalhos apresentados na introdução deste artigo e as respostas escritas produzidas pelos participantes, na íntegra, para cada uma das cinco questões. Resposta dos estudantes à questão 1, “Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{D} \cdot d\vec{A} = q_l$ ”:

Participante A: “O produto escalar entre o vetor do deslocamento elétrico e o infinitesimal de área, este produto escalar indica o componente de D que é perpendicular a área, logo está medindo quanto o vetor de deslocamento está atravessando a superfície logo isto é igual a carga livre, logo esta fórmula no contexto da lei de gauss é para solucionar o fluxo elétrico através de uma superfície fechada com a carga elétrica.”

Participante B: “A integral ao redor de uma curva fechada com uma carga igual dentro da curva.”

Participante C: “A integral de superfície do vetor polarização elétrica sobre uma superfície fechada é igual a carga induzida pela polarização dentro da superfície. Ocorre porque o vetor deslocamento elétrico é equivalente a densidade de carga elétrica livre e a polarização do material”

Participante D: “Integral fechada em produto vetorial de deslocamento elétrico. Infinitesimal de área que é igual a carga livre.”

Participante E: “O produto escalar entre o deslocamento elétrico e o infinitesimal de área de uma superfície fechada resulta nas cargas livres.”

Participante F: *“O produto escalar entre o vetor deslocamento elétrico e o infinitesimal de área em uma superfície fechada é igual a carga livre.”*

Participante G: *“A soma dos produtos escalares entre o vetor deslocamento elétrico e cada vetor infinitesimal de área de uma superfície fechada é igual a carga livre.”*

Participante H: *“Representa que a soma dos produtos escalares entre o vetor deslocamento elétrico e o infinitesimal da área em uma superfície fechada é igual a carga livre.”*

Participante I: *“A integral do produto escalar do vetor deslocamento elétrico pelo infinitesimal de área em uma área fechada é igual o somatório de todas as pequenas partes dessa área multiplicada pelo vetor deslocamento elétrico que é igual a carga livre.”*

Participante J: *“O somatório dos produtos escalares entre o vetor deslocamento elétrico e o infinitesimal de área em uma superfície fechada, será igual a carga livre.”*

Participante K: *“É a integral do vetor deslocamento elétrico vezes o produto escalar do infinitesimal de área igual a carga livre.”*

Verificou-se que todos os participantes responderam à questão de número 1 durante a atividade pedagógica. Os estudantes A, B, C, D, K e I apresentaram textos que se afastam da direção considerada uma interpretação razoável em relação ao enunciado e à premissa admissível para questão de número 1. Por outro lado, os discentes E, F, G, H e J expressaram respostas em direção exata e/ou semântica para com a questão indicativa e premissa indicativa proposta.

Em relação ao primeiro grupo, pode-se dizer que A inicialmente apresenta um texto coerente quando menciona “o produto escalar entre o vetor deslocamento elétrico e o infinitesimal de área”, sem citar o somatório, mas em seguida o texto perde completamente o sentido. B, por sua vez, menciona curva fechada, mas não se trata de uma curva fechada, na realidade, é uma área fechada e o restante do texto é desprovido de sentido. C menciona o vetor polarização elétrica, todavia se trata do vetor deslocamento elétrico e além disso não cita o produto escalar que aparece dentro da integral. Pela resposta de D, o que se nota é que ele tem dificuldade de conectar os conceitos que são apresentados na relação e ainda menciona o produto vetorial que não aparece na relação.

O mesmo ocorre com K no tocante à supressão de conceitos, tais como produto e deslocamento elétrico. Finalmente I começa bem o texto antes da palavra igual (lado esquerdo da equação) mesmo sem mencionar o somatório (expresso pela integral), mas em seguida menciona algo que não está expresso no lado direito da equação.

Em relação ao segundo grupo, observa-se que o aluno G externaliza em palavras uma resposta impecável. Os acadêmicos E, F, H e J apenas esquecem de mencionar o termo “vetor infinitesimal de área”.

Cabe ressaltar que o padrão de resposta do segundo grupo foi exatamente o mesmo nas demais questões (2, 3, 4 e 5), ou seja, G apresentou uma resposta totalmente admissível e os outros só omitiram a palavra “vetor” do infinitesimal de área. Por essa razão, apenas analisar-se-ão nas demais questões apenas o grupo dos que tiveram dificuldades para elaborar uma resposta razoável.

Por conseguinte, passou-se então para a questão a questão 2, “Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{P} \cdot d\vec{A} = q_p$ ”. As respostas apresentadas elaboradas pelos discentes foram:

Participante A: *“O produto escalar entre o vetor de polarização e o infinitesimal de área, este produto escalar indica a carga introduzida por polarização dentro de uma superfície fechada.”*

Participante B: *“Carga induzida e polarização magnética em um circuito fechado. Lei de ampère do eletromagnetismo.”*

Participante C: *“A carga induzida é igual a integral da polarização sobre a superfície. A ideia é que a polarização do material pode gerar uma carga na superfície do material.”*

Participante D: *“Integral fechada em produto vetorial do vetor polarização elétrica do produto infinitesimal de área que é igual a carga induzida polarização”*

Participante E: *“O produto escalar entre o vetor polarização elétrica e o infinitesimal da área de uma superfície fechada resulta nas cargas induzidas por polarização.”*

Participante F: *“O produto escalar entre o vetor polarização elétrica e o infinitesimal de área de uma superfície fechada é igual a carga induzida por polarização.”*

Participante G: *“A soma dos produtos escalares entre o vetor polarização elétrica e cada vetor infinitesimal de área de uma superfície fechada é igual a carga induzida por polarização.”*

Participante H: *“Representa que a soma dos produtos escalares entre o vetor polarização elétrica e o infinitesimal de área em uma superfície fechada é igual a carga induzida por polarização.”*

Participante I: *“A integral do produto escalar do vetor polarização elétrica pelo infinitesimal de área em uma área fechada é igual ao somatório de todas as pequenas partes dessa área multiplicada pelo vetor polarização elétrica que é igual a carga induzida.”*

Participante J: *“O somatório dos produtos escalares entre o vetor polarização elétrica e o infinitesimal de área, em uma superfície fechada, será igual a carga induzida por polarização.”*

Participante K: *“É igual ao vetor deslocamento elétrico vezes o produto escalar do infinitesimal de área igual a carga induzida por polarização.”*

Os estudantes A, B, C, D, K e I novamente elaboraram redações que se distanciam da direção de uma interpretação satisfatória do que foi solicitado no item de número 2, bem como a premissa admissível. Em contrapartida, os discentes E, F, G, H e J reiteraram a direção positiva na resposta escrita da questão, expressaram respostas em conformidade com o que foi proposto para o item da atividade.

Em relação ao primeiro grupo, pode-se dizer que A apresenta um texto com alguns aspectos de coerência quando menciona “o produto escalar entre o vetor deslocamento elétrico”, o infinitesimal de área” e que “é igual a carga introduzida por polarização entro de uma superfície fechada, mesmo sem se referir ao somatório e ao vetor infinitesimal. B, desta vez, apresenta uma redação totalmente desprovida de sentido. C apresenta corretamente o segundo termo da equação por onde começou a escrita, mas no primeiro termo não menciona produto escalar nem superfície fechada.

Segundo a argumentação de D, identifica-se mais uma vez que ele tem dificuldade de conectar os conceitos contidos na relação e ainda menciona o produto vetorial que não aparece na equação. K omite também alguns conceitos, tais como produto e deslocamento elétrico. Finalmente I menciona corretamente o vetor polarização elétrica e apresenta um escrito coerente no que diz respeito ao primeiro termo da equação (antes do sinal de igual), mas em seguida novamente equivocase no que concerne ao segundo termo da equação.

Em seguida verificaram-se as respostas escritas dos estudantes à questão 3, “Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = i_c$ ”:

Participante A: *“Essa integral mostra como o campo magnético está se relacionando pelo produto escalar relacionando-se a corrente total que passa através da superfície.”*

Participante B: *“Integral ao longo de uma curva fechada que é igual a corrente de indução através deste caminho.”*

Participante C: *“O campo magnético ao redor de uma curva fechada é equivalente a corrente de condução que atravessa a superfície por uma curva.”*

Participante D: *“Integral fechada em produto vetorial de um vetor campo magnético do produto infinitesimal do comprimento que é igual a corrente de condução.”*

Participante E: *“O produto escalar entre o vetor campo magnético e o infinitesimal do comprimento de uma linha fechada resulta na corrente de condução.”*

Participante F: *“O produto escalar entre o vetor campo magnético e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual a corrente de condução.”*

Participante G: *“A soma dos produtos escalares entre o vetor campo magnético e cada vetor infinitesimal de comprimento de uma linha fechada é igual a corrente de condução”.*

Participante H: *“Representa que a soma dos produtos escalares entre o vetor campo magnético e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual a corrente de condução.”*

Participante I: *“A integral do produto escalar entre o vetor campo magnético e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual ao somatório de todas essas pequenas partes da linha multiplicada pelo vetor campo magnético que é igual a corrente de condução.”*

Participante J: *“O somatório dos produtos escalares entre o vetor campo magnético e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada será igual a corrente de condução.”*

Participante K: *“É a integral do vetor campo magnético vezes o produto escalar do infinitesimal de comprimento igual a corrente de condução.”*

Os estudantes A, B, C, D, K e I apresentaram textos que se afastam do que se considera uma interpretação plausível do que era solicitado na questão de número 1. Sob outro enfoque, os alunos E, F, G, H e J expressaram respostas mais em consonância com o que foi pensado para a ação.

Em relação aos primeiros mencionados no parágrafo anterior, A relata de forma superficial que a integral mostra como o vetor está se relacionando com a corrente total sem maior analiticidade. B não externa a que vetor se refere, menciona uma corrente que não existe (corrente de indução) e não conecta os vários conceitos envolvidos. C não menciona somatório, produto escalar e infinitesimal, no entanto identifica a corrente de condução corretamente. D argumenta uma série de ideias que não realizam conexão com algo. No mesmo sentido dele, K retruca aspectos que não possuem junção. Por fim, I é relativamente bem sucedido no início de seu texto (lado esquerdo da equação) mesmo sem referenciar a soma (expresso pela integral), todavia em seguida menciona algo que não está expresso após o sinal de igual.

Dito isto, são apresentadas as respostas elaboradas pelos discentes para a questão de número 4 durante a atividade pedagógica, “Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{M} \cdot d\vec{l} = i_m$ ”:

Participante A: *“Produto escalar entre estes. Isso mostra em casos de aplicação por magnetismos que ia passar, conter em uma superfície fechada resultando na corrente de condução magnética.”*

Participante B: *“Representa a corrente de indução magnética ao longo de uma trajetória fechada deslocada do vetor ao redor de uma curva.”*

Participante C: *“A integral representa a distribuição do magnetismo na corrente e no material induzindo a um caminho infinitesimal.”*

Participante D: *“Integral fechada de um produto vetorial do vetor magnetização com o produto infinitesimal do comprimento que é igual a corrente de magnetização.”*

Participante E: *“O produto escalar entre o vetor magnetização e o infinitesimal do comprimento de uma linha fechada na corrente de magnetização*

Participante F: *“O produto escalar entre o vetor magnetização e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual a corrente de magnetização.”*

Participante G: *“A soma dos produtos escalares entre o vetor magnetização e o vetor infinitesimal de comprimento de uma linha fechada é igual a corrente de magnetização.”*

Participante H: *“Representa que a soma dos produtos escalares entre o vetor magnetização e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual a corrente de magnetização.”*

Participante I: *“A integral do produto escalar entre o vetor magnetização pelo infinitesimal de comprimento de uma linha fechada é igual o somatório de todas as pequenas partes dessa linha multiplicada pelo vetor magnetização que é igual a corrente de magnetização.”*

Participante J: *“É o somatório dos produtos escalares entre o vetor magnetização e o infinitesimal comprimento em uma linha fechada será igual a corrente de magnetização.”*

Participante K: *“É a integral do vetor magnetização vezes o produto escalar do infinitesimal de comprimento igual a corrente de magnetização.”*

Há aqui a continuidade dos estudantes A, B, C, D, K e I apresentarem textos que se afastam da direção do que se considera uma interpretação razoável em relação ao que foi solicitado na questão de número 4. Por outro lado, os discentes E, F, G, H e J novamente expressaram respostas mais de acordo com o que realmente foi proposto para a atividade.

Em relação aos estudantes que expressaram ideias equivocadas, verifica-se que A elabora um texto desprovido de clareza e coesão semântica para com a premissa admissível. B, por seu turno, vai na mesma direção e sentido. C retruca da mesma forma algo basicamente incompreensível. D mantém a hesitação em conectar conceitos como nas questões anteriores. K permanece com dificuldade de interconectar diferentes conceitos, embora consiga identificar algumas variáveis. Para encerrar a análise da questão 4, I começa bem seu texto mesmo sem referenciar a soma, no entanto a seguir menciona algo que não está expresso após o sinal de igual da equação.

Por fim, são apresentadas as respostas elaboradas pelos discentes para a questão de número 5, “Explique em palavras o significado da integral $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{liq}$ ”:

Participante A: *“Nesta integral o produto escalar nos irá mostrar que em uma superfície fechada o relacionamento do vetor indução magnética com o infinitesimal de área resultava na indução recebida na superfície fechada, este sendo o meio, o vácuo, nos dando uma certa permeabilidade à vista.”*

Participante B: *“Fluxo magnético ao longo de uma trajetória fechada.”*

Participante C: *“Mostra a variação eletromagnética por um caminho infinito decimal fechado e equivalente a corrente que atravessa a superfície.”*

Participante D: *“Integral fechada de um produto vetorial do vetor indução magnética com produto vetorial infinitesimal de comprimento que é igual o produto da permeabilidade magnética e da corrente total.”*

Participante E: *“O produto escalar entre o vetor indução magnética e o infinitesimal do comprimento de uma linha fechada resulta na permeabilidade magnética do meio.”*

Participante F: *“O produto escalar entre o vetor indução magnética e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual há o produto de permeabilidade magnética e corrente total.”*

Participante G: *“A soma dos produtos escalares entre o vetor indução magnética e o vetor infinitesimal de comprimento de uma linha fechada é igual ao produto da permeabilidade magnética com a corrente total.”*

Participante H: *“Representa que a soma dos produtos escalares entre o vetor magnetização e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual a corrente de magnetização.”*

Participante I: *“A integral do produto escalar entre o vetor indução magnética pelo infinitesimal de comprimento em uma linha fechada é igual o somatório de todas as pequenas partes dessa linha multiplicada pelo vetor indução eletromagnética que é igual ao produto da permeabilidade magnética no vácuo pela corrente total”*

Participante J: *“O somatório dos produtos escalares entre o vetor indução magnética e o infinitesimal de comprimento em uma linha fechada será igual a permeabilidade magnética no vácuo.”*

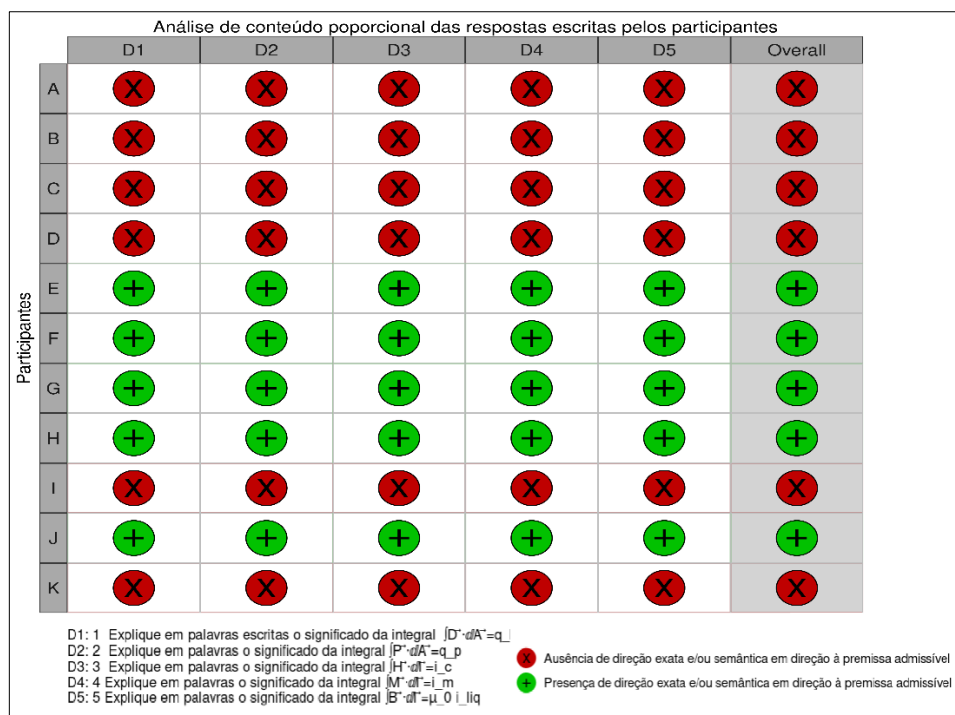
Participante K: *“É a integral do vetor indução magnética vezes o produto escalar do infinitesimal de comprimento igual a permeabilidade magnética no vácuo vezes a corrente.”*

Os estudantes A, B, C, D, K e I apresentaram textos que se afastam do que se considera uma interpretação razoável do que era solicitado na questão de número 1. Por outro lado, os discentes E, F, G, H e J expressaram respostas mais de acordo com o que realmente foi proposto para a atividade.

Em relação aos acadêmicos que retorquiram ideias confusas, verifica-se que A elabora um texto totalmente desprovido de clareza e coesão. B afirma, de forma simplista, em uma única linha algo que não tem nexos. C diz que há um “caminho infinito decimal”, algo que em nenhum momento foi dito durante a explanação de Lei de Gauss. D é mais bem sucedido do que nas outras questões, mas ainda deixa a desejar na resposta, mencionando duas vezes o produto vetorial que simplesmente inexistente na equação. K evolui igualmente na forma de expressar o significado da integral, mas esquece de citar produto escalar entre os vetores e menciona vezes sem necessidade. Encerrando a análise das respostas à questão 5, I começa bem seu texto mesmo sem referenciar a soma, no entanto a seguir menciona algo que não está expresso após o sinal de igual da equação.

Reunindo os dados obtidos pode-se verificar através do gráfico “direção de semáforo” um balanço geral dos textos escritos pelos participantes em resposta às questões 1 a 5, conforme ilustra a figura 1 a seguir:

Figura 1: Traçado de semáforo dos resultados gerais de direção das respostas dos participantes da atividade pedagógica.



Fonte: Elaborado pelos autores em <https://mcguinlu.shinyapps.io/robvis/>, 2024.

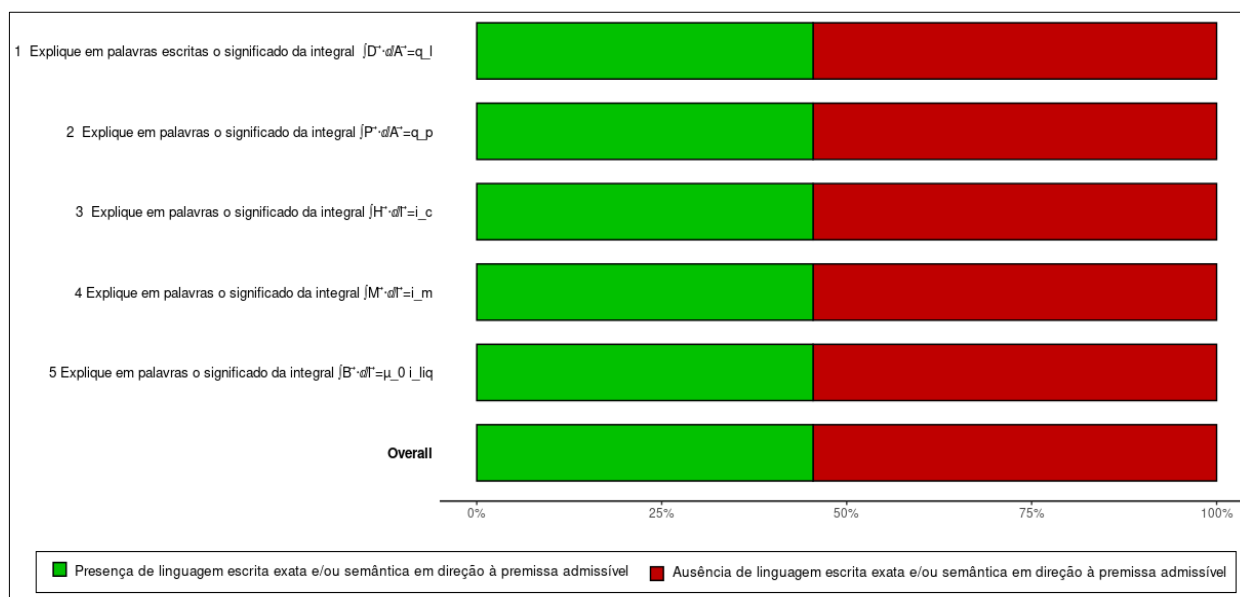
O gráfico apresentado na figura 1 é uma análise de conteúdo proporcional das respostas escritas por participantes em relação a cinco diferentes direções D1 a D5 (questões 1 a 5). Cada linha representa um participante (A a K), e cada coluna corresponde a uma pergunta. Os marcadores utilizados são círculos vermelhos com um "X" e círculos verdes com um sinal de "+" para indicar se houve ou não a presença de direção exata e/ou semântica em relação à premissa admissível de resposta às questões.

Participantes A, B, C, D, I, K apresentam consistência em falhas em todas as direções (D1 a D5), evidenciada pela presença dos círculos vermelhos em todas as células. Isso significa que esses participantes não conseguiram demonstrar a compreensão adequada das integrais correspondentes. Participantes E, F, G, H, J, por outro lado, apresentaram desempenho positivo em todas as direções (todas as células marcadas em verde), indicando que entenderam e conseguiram explicar corretamente o significado das integrais propostas.

O gráfico evidencia que há uma variação significativa no entendimento dos conceitos entre os participantes. Um grupo conseguiu demonstrar a compreensão esperada (E, F, G, H, J), o outro grupo A (A, B, C, D, I, K) não mostrou progresso, isso pode destacar um entendimento parcial e dificuldades de compreensão do conteúdo.

Por conseguinte, a ilustração gráfica *Robvis* (abreviatura de Risk-Of-Bias VISualization) serve para a visualização de risco de viés e também gera gráfico de resumo de enredo em barras, que mostram a distribuição de cada domínio, permitindo a avaliação de padrões e tendências, conforme ilustra a figura 2:

Figura 2 – Resumo de enredo dos resultados gerais das respostas dos participantes da atividade pedagógica realizada.



Fonte: Elaborado pelos autores em <https://mcguinlu.shinyapps.io/robvis/>, 2024.

O gráfico de resumo de enredo que consiste em um apetrecho visual mostrando a organização do que foi realizado apresentado na figura 2 traz a proporção de respostas corretas e incorretas dos participantes em relação a cinco diferentes questões que envolvem a explicação do significado de integrais (D1 a D5). As barras são divididas em duas cores: verde, representando a presença de linguagem escrita exata e/ou semântica em direção à premissa admissível, e vermelho, indicando a ausência dessa linguagem.

Em todas as questões, apresentam-se cerca de 45% (5 de 11 participantes) de respostas que atenderam ao critério desejado (verde), enquanto a outra parte, 55% (6 de 11 participantes) falhou em demonstrar a compreensão necessária (vermelho).

A barra final rotulada como "Overall" resume as respostas de todas as questões. O padrão observado indica uma divisão uniforme, com menos da metade, 45%, das respostas sendo corretas (verde) e a outra parte, mais da metade, 55% incorreta (vermelho).

Acerca das respostas não satisfatórias dos estudantes a cada uma das cinco questões, remete ao pensamento de Oliveira (1991), isto é, devem ocorrer problemas relacionados à interpretação de textos, à escolha da informação primordial, escrever o que a atividade exige, explicar a utilidade do que se faz, reconhecer as terminologias, compreender o discurso científico e o pensamento implícito, saber expor ideias de forma sistemática e organizada.

Além desses fatores, pode-se mencionar falta de interesse na atividade, desatenção por questões externas à sala de aula e o julgamento de ser incapaz de realizar bem a atividade por se tratar de uma tarefa *sui generis* em relação às habituais, ou seja, ter que escrever um texto e não uma aplicação das equações propriamente ditas.

Considerações finais

Foi possível verificar neste artigo as respostas escritas elaboradas pelos estudantes às cinco questões que envolviam integrais propostas no teste de verificação de conhecimento, analisar as incoerências na resposta elaboradas por alguns e conjecturar algumas possíveis dificuldades encontradas na elaboração do texto por cada um.

Apesar do fato de o percentual dos discentes que conseguiram elaborar uma resposta satisfatória ser de aproximadamente de 45%, não se pode descartar a ideia de ensinar equações que envolvem integrais em Física, pois houve acadêmicos que conseguiram compreender satisfatoriamente a ideia.

É importante ressaltar que a leitura correta das equações apresentadas neste trabalho facilitará a compreensão do significado físico que há em cada equação. Além disso, os símbolos matemáticos das equações supracitadas também contêm textos que precisam ser interpretados de forma coerente para que se possa aplicar ao contexto da disciplina de Física a fim de que os discentes tenham uma visão plena sobre o tópico.

Pode-se trabalhar com três tipos de leituras: a interpretação das equações da linguagem matemática (símbolos) para a língua portuguesa, o entendimento do significado de cada termo da equação e depois fazer a correta aplicação desses conceitos no contexto da disciplina da Física. Dessa forma, os alunos não só decodificariam as expressões apresentadas corretamente como também teriam condições de aplicar e resolver problemas relativos às disciplinas que envolvessem a simbologia matemática análoga de forma coerente com cada situação problema apresentada a eles.

Sugere-se para novos trabalhos que a avaliação de aprendizagem por meio de textos escritos possa ser também realizada em outras áreas de conhecimento, porque por enquanto todos os trabalhos que se têm conhecimento apenas a aplicaram em Física.

Referências

- Ausubel, D.P. **Educational Psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- Ausubel, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- Bardin, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- Bakhtin, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Hucitec editora, 1997.
- Castro, A.D.; Carvalho, A.P. de (Orgs.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira, 2001.
- Favarão, N.R.L.; Araújo, C.S.A. **Importância da interdisciplinaridade no Ensino Superior**. Educere, v.4, n.2, p.103-115, 2004.
- Guisasola, J.; Salinas J; Almudí, J. M; Velazco, S. (2003). *Análisis de los Procesos de Aplicación de las Leyes de Gauss y Ampere por Estudiantes Universitarios de España y Argentina*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8sW4LGwTzsnjKjRZdJW4nKL/abstract/?lang=es>. Acessado em 30 de junho de 2024.

Minayo, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

Moreira, M. A. Linguagem e Aprendizagem Significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, Belo Horizonte, MG, Brasil, 16 a 18 de julho de 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>. Acessado em 30 de junho de 2024.

Moreira, M.A. **Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais**. Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2010.

Moreira, M. A.; Krey, I. (2006). Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física geral à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Acessado em 01 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/wcDdhRgHWSzQzZV8FmQstTN/abstract/?lang=pt>. Acessado em 30 de junho de 2024.

Oliveira, T. A. **Linguagem metafórica na formação inicial dos professores de ciências**. São Paulo: Aprender, 1991.

Oliveira, T. et al. **Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências**. Educar, n.34, p.19-33, 2009.

Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277p. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf> Acesso em: 7 nov. 2024.

Teberosky, A.; Tolchinsky, L. **Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática**. São Paulo: Editora Ática, 1996.

Vidal, L. A. et al. Ajudando a elucidar o significado físico-matemático de integrais para estudantes de Engenharia em um minicurso com o auxílio de enunciados. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.3, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/786>. Acessado em 01 de julho de 2024.

Vidal, L.A.; Tavares, A. S. Enunciados escritos auxiliando a compreensão de equações do eletromagnetismo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.2, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/933>. Acessado em 01 de julho de 2024.

Vidal, L.A.; Tavares, A. S. O significado das integrais na Mecânica por Meio de Textos escritos. **Revista Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v.24, n.1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v24n1p158-163>. Acessado em 01 de julho de 2024.

Vygotsky, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução de Jeferson Luiz Camargo. São Paulo, Martins Fontes, 1991, 3ª edição.

Vygotsky, L. S.; Luria, A. R.; Leontiev, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da Pena Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 224 p.