

## O Significado das Integrais na Mecânica por Meio de Textos Escritos

### The Meaning of Integrals in Mechanics through Written Texts

Lúcio Ângelo Vidal<sup>a\*</sup>; Andreia da Silva Tavares<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. MT, Brasil.

<sup>b</sup>UNIVAG. MT, Brasil.

\*E-mail: [lucio.vidal@ifmt.edu.br](mailto:lucio.vidal@ifmt.edu.br)

---

#### Resumo

A disciplina de Física envolve a linguagem matemática e o próprio idioma, assim sendo pode-se supor que a dificuldade em qualquer uma das duas linguagens anteriormente mencionadas acarretará dificuldades em Física. Levando-se em conta tal fato, o objetivo deste artigo foi analisar o desempenho de duas turmas de engenharia, em que uma dessas cursava Física Geral 2 e a outra Física Geral 3 no tocante à correta interpretação de integrais da mecânica por meio de textos escritos. A experiência em ensino foi realizada com quarenta alunos ao todo, sendo vinte e quatro da primeira turma e dezesseis da segunda turma, tendo sido aplicado um questionário constituído de seis perguntas e com dez alternativas cada. Os resultados mostraram que a turma de Física Geral 2 teve um desempenho ligeiramente melhor no teste do que a turma de Física Geral 3, entretanto, ambas não foram bem no teste e os acertos não chegaram à média de dois por aluno. Diante de tal resultado, sugere-se a inserção de textos elucidativos em conceitos que envolvam integrais na Mecânica. Experiências como essas são importantes para comprovar se o aluno consegue saber o significado de uma integral em todas as concepções possíveis.

**Palavras-chave:** Interpretação de Integrais. Integrais da Mecânica. Enunciados Escritos

#### Abstract

*The discipline of Physics involves the mathematical language and the language itself, so it can be assumed that the difficulty in either of the two languages mentioned above will lead to difficulties in Physics. Taking this fact into account, the objective of this article was to analyze the performance of two engineering classes, one of which was studying General Physics 2 and the other General Physics 3, regarding the correct interpretation of integrals in mechanics through written texts. The teaching experience was carried out with forty students in all, twenty-four from the first class and sixteen from the second class, through a questionnaire consisting of six questions and with ten alternatives each. The results showed that the General Physics 2 class performed slightly better on the test than the General Physics 3 class, however both did not do well on the test and the correct answers did not reach the average of two per student. In view of this result, the insertion of explanatory texts is suggested in concepts that involve integrals in Mechanics. Experiences like these are important for the purpose of knowing whether the student can know the meaning of an integral in all the possible conceptions.*

**Keywords:** *Integrals Interpretation. Integrals of Mechanics. Written Statements*

---

#### 1 Introdução

Para a compreensão da disciplina de Física Geral 1, cujo foco é a Mecânica, é necessário que o discente de nível superior, normalmente do primeiro semestre, tenha bom domínio de derivada e integrais da matéria de Cálculo 1.

Nesse sentido, buscando estabelecer relações entre essas disciplinas, Santarosa e Moreira (2011) desenvolveram ideias com a finalidade de integrar as duas disciplinas, anteriormente mencionadas, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e concluíram que há necessidade de criar um material didático para alcançar o objetivo.

Vidal, Cunha e Tavares (2020), por sua vez, fizeram um estudo sobre como enunciados escritos podem auxiliar na compreensão de integrais da Física Geral 2 em uma universidade particular da grande Cuiabá e notaram o aumento do número de acertos dos estudantes, quando sondados depois

de uma explanação docente sobre o significado em palavras da integral.

Vidal e Tavares (2021) ainda realizaram um estudo de como os mesmos textos impressos melhoram o aprendizado do significado das integrais que se apresentam comumente na Física Geral 3 de uma Instituição de Ensino Superior pública na cidade de Cuiabá e perceberam que a quantidade de acertos mais que duplicou.

Diante desses estudos expostos até agora, julga-se interessante desenvolver uma experimentação no que concerne à compreensão de enunciados escritos de equações que envolvem integrais de conceitos de Física Geral 1 aplicadas não aos aprendizes do primeiro semestre, mas sim do terceiro e segundo semestre para constatar que eles ainda trazem consigo deficiências da disciplina de Cálculo 1.

Marcuschi (2008), por exemplo, relata que os tipos de texto são uma construção teórica definida oriunda da forma como

se compõe o idioma. Werlich (1973 *apud* MARCUSCHI, 2002) considera que existem cinco tipos textuais: narrativos, descritivos, argumentativos, expositivos e injuntivos.

De acordo com Marcuschi (2011 *apud* DIONÍSIO, 2010), nos textos narrativos existe a sequência temporal. Nos textos descritivos predominam sequências de localização. Nos textos argumentativos há hegemonia de explicações. Nos expositivos predominam sequências analíticas ou explicativas e, por fim, nos injuntivos aparecem as sequências que indicam ordem. No contexto deste artigo são utilizados textos injuntivos para facilitar o aprendizado do significado das integrais.

Para Moreira (2003) a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos têm algum significado para o discente, isto é, quando esse consegue explicar 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 exige entender a linguagem do conteúdo (MOREIRA, 2003).

A linguagem é um recurso muito crucial na facilitação da aprendizagem significativa, pois nos primórdios do desenvolvimento dessa teoria, Ausubel fazia uso do termo aprendizagem verbal significativa (MOREIRA, 2010). Logo, para Moreira (2010), por exemplo, é um grande erro imaginar que a Física dependeria tão somente de formalismo matemático.

Na visão de Ausubel (1968), o domínio da linguagem pelo indivíduo permite que ele se aproprie de bastantes conceitos e princípios que não seriam possíveis de obter durante a sua existência. O autor comenta que é unicamente pelo fato de significados complexos poderem ser representados por palavras que são possíveis abstração, categorização, diferenciação e generalização de conceitos familiares em novos conceitos.

O uso da linguagem pelos professores nas aulas de Ciências Naturais e Matemática é pouco explorado, talvez, pelo fato de essa ação ser considerada complexa, uma vez que é necessário estar munido de vários saberes multidisciplinares (OLIVEIRA et al., 2009). Favarão e Araújo (2004), por exemplo, dizem que a interdisciplinaridade no Ensino Superior tem que passar por mudanças substanciais dentro do academicismo. É necessário abrir espaços para a iniciação científica, a pesquisa e a extensão.

Segundo Frigotto (1995), a interdisciplinaridade se torna um problema, em função da limitação do ser humano no momento de construção do conhecimento de uma realidade, bem como pelo caráter histórico desta realidade e por sua complexidade. O autor afirma que a produção do conhecimento faz parte dos conflitos que emanam das relações entre indivíduos e reforça que na divisão do trabalho são validadas a alienação e a exclusão.

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.

A noção básica de integral é que várias quantias podem ser fracionadas em pedaços muito pequenos e, posteriormente, efetua-se a soma das contribuições que cada pedaço fornece (THOMAS JR; GIORDANO, 2009).

É comum se apresentar a teoria da integral no cálculo de áreas, pois historicamente foi a partir do cômputo dessa que se pode desenvolver tal ferramenta. De forma mais específica, a noção de integral se desenvolveu tendo como ponto de partida o cálculo de figuras de contornos curvos (IEZZI et al., 2005).

Há, também, na Física, grandezas escalares e grandezas vetoriais. Essa se caracteriza por um valor numérico chamado de módulo, uma direção e um sentido e aquelas necessitam tão somente de um valor numérico e de uma unidade de medida (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2012). A cauda da flecha representa o início do vetor e a ponta da flecha representa o seu fim (HOWARD; RORRES, 2001).

Nas grandezas de natureza vetorial são definidos dois tipos de produtos entre vetores: o escalar e o vetorial. O produto escalar entre dois vetores e pode ser entendido como o módulo de multiplicado pela componente de na direção de ou como multiplicado pelo módulo na direção de (TIPLER; MOSCA, 2009).

Dessa forma, o objetivo deste artigo é analisar a *performance* das duas turmas de Física Geral no que diz respeito à compreensão do significado textual dos conceitos físicos da Mecânica, que necessitam de integrais sondando os alunos por meio de um questionário constituído de perguntas com dez alternativas de múltipla escolha, visando julgar a necessidade de os enunciados escritos por extenso figurarem nos livros da Mecânica.

Já que foi mencionado, no parágrafo anterior, o tema enunciado escrito se faz necessário caracterizar os tipos textuais que existem, ressaltar a importância do idioma no aprendizado como também interdisciplinaridade, pois esta última é a responsável pela compreensão do conhecimento de uma forma global.

## 2 Material e Métodos

A atividade realizada se constituiu, basicamente, na aplicação de um teste de sondagem com dez alternativas para cada uma das seis perguntas sobre a interpretação por escrito de integrais da mecânica e ocorreu no primeiro dia de aula online do segundo semestre de 2021 das turmas de Física geral 3 e de Física geral 2 do curso de Engenharia de uma Instituição de Ensino Superior Pública da cidade de Cuiabá, ainda em

período de pandemia.

A disponibilização aos discentes do questionário ocorreu compartilhando o documento que o continha na tela do *Google Meet*. Após finalizar a assinalação das respostas, cada aluno tinha de enviar as alternativas escolhidas ao docente por e-mail institucional.

A amostra foi composta de 24 alunos de Física Geral 2 e de 16 alunos de Física Geral 3. Totalizando, portanto, 40 discentes ao todo de um estabelecimento de Ensino Superior

na cidade de Cuiabá.

Durante a atividade, os aprendizes foram obrigados a manter a câmera aberta na aula ocorrida pelo *Google Meet* tendo ao todo um tempo de 30 minutos para fazer a entrega do questionário.

O questionário foi constituído de seis perguntas em que havia integrais que aparecem, eventualmente, na disciplina de Física Geral 1. Cada uma das perguntas tinha dez alternativas possíveis (das letras *a* até *j*) para ser assinalada (Quadro 1).

**Quadro 1** – Questões e respostas

Nº	Pergunta	Alternativa
1	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos escalares entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual ao espaço;</p> <p>B. A soma dos produtos escalares entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual à variação do espaço;</p> <p>C. A soma dos produtos entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual ao espaço;</p> <p>D. A soma dos produtos entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual à variação de espaço;</p> <p>E. A soma dos produtos vetoriais entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual à velocidade;</p> <p>F. A soma dos produtos vetoriais entre a velocidade e cada pedacinho de tempo é igual à variação da velocidade.</p> <p>G. A soma das velocidades integradas no tempo é igual ao espaço.</p> <p>H. A soma dos tempos integrados na velocidade é igual à variação de espaço</p> <p>I. Há mais de uma alternativa correta</p> <p>J. Nenhuma alternativa está correta.</p>
2	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos escalares entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à velocidade;</p> <p>B. A soma dos produtos escalares entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à variação de velocidade;</p> <p>C. A soma dos produtos vetoriais entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à velocidade;</p> <p>D. A soma dos produtos vetoriais entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à variação da velocidade.</p> <p>E. A soma dos produtos entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à velocidade;</p> <p>F. A soma dos produtos entre a aceleração e cada pedacinho de tempo é igual à variação de velocidade;</p> <p>G. A soma das acelerações integradas no tempo é igual à velocidade.</p> <p>H. A soma dos tempos integrados na aceleração é igual à variação de velocidade</p> <p>I. Há mais de uma alternativa correta.</p>
3	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos entre a força e cada pedacinho de tempo é igual ao impulso.</p> <p>B. A soma dos produtos entre a força e cada pedacinho de tempo é igual à variação de impulso;</p> <p>C. A soma dos produtos entre o vetor força e cada pedacinho de tempo é igual ao impulso;</p> <p>D. A soma dos produtos escalares entre o vetor força e cada pedacinho de tempo é igual ao impulso;</p> <p>E. A soma dos produtos escalares entre o vetor força e cada pedacinho de tempo é igual à variação de impulso;</p> <p>F. A soma dos produtos vetoriais entre o vetor força e cada pedacinho de tempo é igual ao impulso;</p> <p>G. A soma dos produtos vetoriais entre o vetor força e cada pedacinho de tempo é igual à variação de impulso.</p> <p>H. Há mais de uma alternativa correta.</p> <p>I. O tempo integrado na força é igual ao impulso.</p> <p>J. Nenhuma alternativa está correta.</p>
4	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos entre o vetor força e cada pedacinho do vetor distância é igual ao trabalho;</p> <p>B. A soma dos produtos entre o vetor força e cada pedacinho do vetor distância é igual à variação de trabalho;</p> <p>C. A soma dos produtos escalares entre o vetor força e cada pedacinho do vetor distância é igual ao trabalho;</p> <p>D. A soma dos produtos escalares entre o vetor força e cada pedacinho do vetor distância é igual à variação de trabalho;</p> <p>E. A soma dos produtos vetoriais entre a força e cada pedacinho da distância é igual ao trabalho;</p> <p>F. A soma dos produtos vetoriais entre a força e cada pedacinho da distância é igual à variação de trabalho.</p> <p>G. A soma das forças integradas na distância é igual ao trabalho.</p> <p>H. Há mais de uma alternativa correta</p> <p>I. O vetor distância integrado na força é igual ao trabalho.</p> <p>J. Nenhuma alternativa está correta.</p>

Nº	Pergunta	Alternativa
5	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual ao momento de inércia;</p> <p>B. A soma dos produtos entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual à variação de momento de inércia;</p> <p>C. A soma dos produtos escalares entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual ao momento de inércia;</p> <p>D. A soma dos produtos escalares entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual à variação de momento de inércia;</p> <p>E. A soma dos produtos vetoriais entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual ao momento de inércia;</p> <p>F. A soma dos produtos vetoriais entre o quadrado da distância e cada pedacinho de massa é igual à variação do momento de inércia.</p> <p>G. A soma das forças integradas na distância é igual ao momento de inércia.</p> <p>H. A massa integrada na distância é igual ao momento de inércia.</p> <p>I. Há mais de uma alternativa correta.</p> <p>J. Nenhuma alternativa está correta.</p>
6	Qual dos enunciados abaixo representa o significado da seguinte expressão matemática ?	<p>A. A soma dos produtos entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual ao centro de massa;</p> <p>B. A soma dos produtos entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual à variação do centro de massa;</p> <p>C. A soma dos produtos escalares entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual ao centro de massa;</p> <p>D. A soma dos produtos escalares entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual à variação do centro de massa;</p> <p>E. A soma dos produtos vetoriais entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual ao centro de massa;</p> <p>F. A soma dos produtos vetoriais entre a distância e cada pedacinho de massa dividido pela massa total é igual à variação do centro de massa.</p> <p>G. A soma das forças integradas na distância é igual ao centro de massa.</p> <p>H. A soma das massas integradas na distância é igual ao centro de massa.</p> <p>I. Há mais de uma alternativa correta.</p> <p>J. Nenhuma alternativa está correta.</p>

Significados das expressões no questionário: S (espaço); v (velocidade); t (tempo); a (aceleração); F (força); J (impulso); m (massa); I (momento de inércia); r (distância); W (trabalho); C.M (centro de massa) e M (massa total). As respostas corretas do teste são: 1 – D; 2 – F; 3 – C; 4 – C; 5 – A; 6 – A.

**Fonte:** dados da pesquisa.

As questões de número 1 e 2 dizem respeito às grandezas que estruturam a cinemática; a primeira diz que o espaço é a integral da velocidade no tempo e a segunda expressa que a velocidade é igual à integral da aceleração no tempo.

A questão de número 3, por sua vez, refere-se ao princípio do impulso, esse é igual à integral da força na distância; na questão 4 é abordada a definição rigorosa do trabalho de uma força como a integral do produto escalar entre a mesma força e o infinitesimal de deslocamento.

A questão 5 está vinculada com a definição geral de momento de inércia em rotações de corpos rígidos que diz que é a integral do quadrado da distância na massa. Finalmente, a questão 6 está relacionada à definição de centro de massa em corpos rígidos.

### 3 Resultados e Discussão

Apresentam-se os resultados obtidos pelos alunos nas turmas de Física Geral 2 e Física Geral 3 no tocante ao desempenho. Além disso, é realizada uma discussão sobre os resultados.

O Quadro 2 apresenta a quantidade de acertos por discentes na turma de Física Geral 2 composta por vinte e quatro alunos elencados com as letras de A a X. Observa-se que seis alunos

não acertaram absolutamente nada, cinco alunos assinalaram corretamente apenas uma questão, sete alunos marcaram de forma certa duas questões, dois alunos assinalaram de forma correta três questões, não houve aluno que acertou quatro questões, dois alunos acertaram cinco questões e nenhum aluno conseguiu êxito nas seis questões do teste.

**Quadro 2** - Quantidade de Acertos por Discentes na turma de Física Geral 2

Aluno	Acertos
A	1
B	0
C	1
D	1
E	0
F	1
G	3
H	3
I	5
J	1
K	1
L	2
M	2
N	2
O	0

P	0
Q	2
<b>Aluno</b>	<b>Acertos</b>
R	0
S	5
T	2
U	2
V	2
W	0
X	5
Total	41

Fonte: dados da pesquisa.

Assim, tem-se que a média dos acertos é de 1,7 acerto por aluno (41 acertos divididos por 24 alunos). Além disso, apenas cerca de um quinto dos alunos (cinco alunos) conseguiu acertar pelo menos metade do teste (três questões).

Portanto, o resultado obtido da turma de Física Geral 2 dá indícios da necessidade de o professor ou os livros de Física Básica do nível superior apresentarem os enunciados escritos do que representam as integrais que aparecem na Física Geral 1.

O Quadro 2 apresenta a quantidade de acertos por discentes na turma de Física Geral 3 composta por quatorze alunos elencados de Y a AN. Observa-se que cinco alunos não acertaram absolutamente nada, dois alunos assinalaram corretamente apenas uma questão, nove alunos marcaram de forma certa duas questões e nenhum dos alunos conseguiu pelo menos três acertos.

**Quadro 2** - Quantidade de Acertos por Discentes na turma de Física Geral 3

Aluno	Acertos
Y	2
Z	2
AA	2
AB	2
AC	1
AD	0
AE	2
AF	2
AG	2
AH	1
AI	0
AJ	0
AK	0
AL	2
AM	2
AN	0
Total	20

Fonte: dados da pesquisa.

Assim, tem-se que a média dos acertos é de aproximadamente 1,25 (20 acertos divididos por 16 alunos) acerto por aluno. Além disso, nenhum aluno conseguiu assinalar corretamente pelo menos metade do teste.

Pelos resultados obtidos, na turma de Física Geral 3, mais uma vez se julga necessário que o professor ou os livros de

Física Básica do nível superior apresentem os enunciados escritos do que representam as integrais que aparecem na Física Geral 1.

O Quadro 3 apresenta os quarenta e um acertos dos alunos na turma de Física Geral 2 distribuídos entre as seis questões.

**Quadro 3** - Quantidade de Acertos por Questões dos Alunos de Física Geral 2

Número da Questão	Quantidade de Acertos
1	7
2	5
3	7
4	10
5	5
6	7
Total	41

Fonte: dados da pesquisa.

A questão de número 4 foi a mais assinalada corretamente totalizando dez alunos que a marcaram corretamente. As questões de número 1, 3 e 6 foram acertadas por sete alunos cada uma e, finalmente, as questões de número 2 e 5 apenas cinco discentes acertaram.

O resultado do parágrafo anterior sugere que os estudantes trazem consigo melhor do semestre anterior em que cursavam Física Geral 1 a ideia de produto escalar e de vetor presente na questão 4 e que teve o maior número de acertos (10 acertos).

O menor número de acertos referentes às questões de número 2 e 5 cada uma com cinco acertos pode ser entendido pela dificuldade de compreensão do conceito de rotação no caso da questão 5 e no caso da questão 2, em função da dificuldade de conceber o conceito de aceleração.

O Quadro 4 apresenta os vinte acertos dos alunos na turma de Física Geral 2 distribuídos entre as seis questões do teste.

**Quadro 4** - Quantidade de Acertos por Questões dos Alunos de Física Geral 3

Número da Questão	Quantidade de Acertos
1	2
2	1
3	1
4	2
5	6
6	8
Total	20

Fonte: próprios autores.

Observa-se na tabela mencionada no parágrafo anterior que oito alunos acertaram a questão de número 6, seis alunos acertaram a questão de número 5, dois alunos acertaram as questões 1 e 4 e, finalmente, apenas um aluno acertou as questões 2 e 3.

O resultado do parágrafo anterior sugere que os estudantes trazem consigo melhor do semestre anterior em que cursavam Física Geral 1 a ideia de integral sem vetor e sem produto escalar e que não estão presentes na questão 5 e que teve oito acertos.

O menor número de acertos referentes às questões de número 2 e 3 cada uma com um acerto pode ser entendido

pela dificuldade de compreensão do conceito de aceleração, no caso da questão 2 e no caso da questão 3, em função da dificuldade de conceber o conceito de impulso.

Ao comparar as taxas de êxito das duas turmas, percebe-se que a turma de Física Geral 2 teve melhor desempenho 1,7 (41 dividido por 24) questão por aluno contra 1,25 (20 acertos dividido por 16) da turma de Física Geral 3. Um fato curioso é que em ambas as turmas a questão de número 2 foi a que menos os estudantes acertaram. Isto de fato mostra que em ambas as turmas a maior dificuldade pode estar vinculada ao conceito de aceleração.

O atual estudo apenas verificou, simultaneamente, que os alunos de Física Geral 2 e Física Geral 3 não sabiam interpretar o significado literal das integrais da Mecânica, portanto não se pode realizar um estudo comparativo direto com Vidal, Cunha e Tavares (2020) e Vidal e Tavares (2021), porque houve uma análise antes do conhecimento dos enunciados e, depois, do conhecimento dos enunciados, respectivamente, em turmas de Física Geral 2 e Física Geral 3, de forma separada, para observar uma melhora na compreensão do significado.

#### 4 Conclusão

Pelos resultados obtidos, o que se nota é que os alunos não têm familiaridade em tentar expressar em palavras o que significa em palavras uma integral, que estrutura um conceito físico da Mecânica. Dessa forma, é importante a atividade proposta neste artigo.

No que diz respeito a aprender, de forma substancial, acredita-se ser preferível o aluno entender o cálculo integral como uma soma infinita de produtos, sabendo expressar a ideia através de um texto explícito a ficar memorizando regras para integrais de funções polinomiais, logarítmicas, trigonométricas e inversas. Afinal, pelo primeiro método, o discípulo chegará ao valor da integral para quaisquer funções.

Importante ressaltar que foi possível realizar a experiência com uma quantidade de alunos até razoável em virtude de essa ter ocorrido no horário de aula. Quando se marca com os discentes uma atividade fora do horário escolar, a taxa de adesão é muito pequena, tipicamente a amostra é inferior a 10. Isto pode ser entendido em parte por fatores vinculados à pandemia de Covid-19 que ainda está ocorrendo.

Para futuros trabalhos de experiências em ensino seria interessante que fossem desenvolvidas ideias sobre como textos escritos podem ajudar a compreender integrais duplas e triplas em diferentes sistemas de coordenadas. Afinal de contas, as integrais nem sempre se limitam a única variável.

Deve-se também destacar a importância da interação entre o mestre e o aprendiz, porque o primeiro pode ensinar ao segundo muito além do que está escrito nos livros. Tais materiais têm um limite de páginas para poderem ser impressos ou quem o escreve não tem tempo suficiente para elucidar tantos pormenores de natureza didática.

#### Referências

AUSUBEL, D.P. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

DIONÍSIO, A.P.; MACHADO, A.R.; BEZERRA, M.A. *Gêneros Textuais e Ensino*. São Paulo: Parábola Editorial, 2010.

DOCA, R.H.; BISCUOLA, G.J.; BÔAS, N.V. *Tópicos de Física Volume 1*. São Paulo: Saraiva, 2012.

HOWARD, A.; RORRES, C. *Álgebra Linear com Aplicações*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FAVARÃO, N.R.L.; ARAÚJO, C.S.A. Importância da interdisciplinaridade no Ensino Superior. *Educere*, v.4, n.2, p.103-115, 2004.

FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. In: JANTSCH, A.P.; BIANCHETTI, L. *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 1995.

IEZZI, G.; MURAKAMI, C.; MACHADO, N. J. *Fundamentos da Matemática Elementar*. São Paulo: Atual, 2005.

MARCUSCHI, L.A. Gêneros textuais: definição e funcionalidade. In: BEZERRA, M.A.; DIONÍSIO, A.P.; MACHADO, A.R. *Gêneros Textuais e Ensino*. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002. p.19-36.

MARCUSCHI, L. A. *Produção textual, análise de gêneros e compreensão*. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

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>.

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.

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.

SANTAROSA, M.C.P; MOREIRA, M.A. O cálculo nas aulas de Física da UFRGS: um estudo exploratório. *Investig. Ensino Ciênc.*, 2011. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141075>.

THOMAS JR, G.B.; GIORDANO, W.H. *Cálculo volume 1*. São Paulo: Pearson Education, 2009.

TIPLER, P.A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros volume 1*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

VIDAL, L. A.; CUNHA, C.R.; TAVARES, A.S. Ajudando a elucidar o significado físico-matemático de integrais para estudantes de Engenharia em um minicurso com o auxílio de enunciados. *Exp. Ensino Ciênc.*, v.15, n.3, 2021.

VIDAL, L.A.; TAVARES, A.S. Enunciados escritos auxiliando a compreensão de equações do eletromagnetismo. *Exp. Ensino Ciênc.*, v.16, n.2, 2021.