



Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio: aplicação de um teste abstrativo de Física e Matemática

Evelly da Silva Coêlho – IFAM Campus Manaus Centro – graduação – profa.mariaevelly.fis@gmail.com
Gustavo Gabriel Silva de Oliveira – IFAM Campus Manaus Centro – graduação
Maria Stela de Vasconcelos Nunes de Mello – IFAM Campus Manaus Centro – Doutora

Eixo 01 - Inovação e Educação: pesquisas sobre as tecnologias em contextos amazônicos: explorar metodologias; processos educativos inovadores; experiências, práticas; tecnologias em espaços educacionais amazônicos.

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido no âmbito do PIBID (2022–2024) por licenciandos em Física do IFAM – Campus Manaus Centro, teve como objetivo avaliar o nível de abstração matemática e física de estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Maria Amélia do Espírito Santo, em Manaus/AM, perfazendo um total de vinte alunos (uma turma). Os licenciandos atuaram como estagiários na referida escola, onde aplicaram um teste de raciocínio abstrato com questões voltadas à identificação de conjuntos numéricos, uso de expressões algébricas, operações com polinômios e interpretação gráfica da função afim relacionada ao movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). A análise dos dados combinou abordagens quantitativa e qualitativa, buscando verificar a consolidação de saberes essenciais à articulação entre Matemática e Física. Os resultados demonstraram que 70% dos alunos reconheceram números irracionais e a maioria formulou expressões algébricas simples. Contudo, 85% apresentaram erros nas operações com polinômios, e nenhum estudante conseguiu construir corretamente a equação horária da velocidade a partir de dados gráficos, evidenciando dificuldades de cálculo, interpretação e uso de unidades. Conclui-se que, embora alguns conteúdos estejam parcialmente consolidados, ainda há limitações na transposição desses saberes para o campo da Física. Os dados reforçam a importância de práticas pedagógicas integradas, que favoreçam a compreensão interdisciplinar e, indubitavelmente, contribuem para a formação científica dos alunos e da prática docente.

Palavras-chave: teste de raciocínio abstrato; ensino médio; PIBID.

INTRODUÇÃO

No âmbito de um projeto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), estabelece-se a interação do licenciando com o ambiente escolar, abrangendo tanto a dimensão pedagógica quanto a atuação direta em sala de aula, ambas consideradas fundamentais para o processo formativo do professor. Conforme destacam Scalabrin e Molinari (2013, p. 6), essa prática, especialmente quando integrada ao estágio, é essencial, visto que muitos acadêmicos relatam não se sentirem preparados para atuar como docentes e, frequentemente, não saberem como lidar com os problemas comuns do cotidiano escolar. Ainda que o estágio contribua para reduzir essa insegurança, ela tende a persistir durante a formação, refletindo as dificuldades enfrentadas no início dessa carreira.

Em sequência, no que tange à posição de professores de Física – tal área (componente curricular) frequentemente representada como um desafio significativo na formação dos estudantes do ensino médio, Nascimento (2010) destaca que a Física está intrinsecamente relacionada às necessidades fundamentais do ser humano, podendo ser aplicada tanto para fins benéficos quanto prejudiciais, além de possibilitar a resolução de problemas quantitativos, e seu domínio é essencial para o exercício da cidadania e para a participação crítica em debates sobre temas como ecologia global, inovações tecnológicas, entre outros. O autor apresenta, ainda, algumas hipóteses que buscam explicar a carência de conhecimentos em Física por parte dos estudantes:

Por que as pessoas saem da escola sem saber quase nada de Física? São muito os problemas existentes atualmente no ensino da matéria. Um deles é a ênfase exacerbada dada à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, equações, teorias e modelos que ficam parecendo não ter quaisquer relações entre si. Outro é a total desvinculação entre o conhecimento Físico e a vida cotidiana. O aluno não consegue perceber as relações entre aquilo que estuda nas salas de aula, a natureza e a sua própria vida. (Nascimento, 2010, p.17)

A análise proposta por Nascimento (2010) pode ter como uma de suas causas as deficiências no desenvolvimento do pensamento abstrato adquiridas em etapas anteriores ao



ensino médio, particularmente no ensino fundamental II e séries anteriores. Embora o estudante já tenha contato com conceitos de Física por meio da disciplina de Ciências, é, sobretudo, na Matemática que se constrói grande parte de sua capacidade de abstração.

Em consonância a isso, no que se refere à Matemática, diversos fatores podem contribuir para as dificuldades de aprendizagem, tais como a ausência do hábito de estudo e a carência de estímulos ao raciocínio lógico. Nesse sentido, Silva (2006) observa que a predominância de atividades mecânicas, realizadas de forma repetitiva como meros exercícios, compromete a assimilação efetiva dos conteúdos. Na Física, verifica-se situação semelhante, uma vez que esta, também de natureza abstrata, recorre à Matemática para a realização de previsões e cálculos, embora esteja direcionada ao estudo dos fenômenos naturais. De acordo com Silva (2008), a Matemática é a disciplina que mais apresenta dificuldades para os estudantes da educação básica, constatação corroborada por matéria da *Exame* (2021), a qual afirma que 95% dos concluintes do ensino médio não possuem domínio adequado dessa área do conhecimento.

Logo, em meio à contextualização feita, como ferramenta de avaliação, foi aplicado um teste de raciocínio abstrato voltado à verificação de saberes matemáticos essenciais para a compreensão da abstração física, e a etapa final contemplou a resolução de um problema de Física. Ausubel (1980) define a estrutura cognitiva como a organização global das ideias de um indivíduo, enquanto Machado (2017) argumenta que um dos principais desafios no ensino de Física está na transição entre a observação dos fenômenos naturais e sua interpretação por meio de leis e equações. Segundo o autor, essa passagem muitas vezes ocorre de forma abrupta, sem que o estudante percorra etapas que o levem da visualização do fenômeno à resolução de problemas, o que compromete a construção significativa do conhecimento.

Portanto, os produtores deste artigo formaram uma dupla de supervisão na disciplina de física no projeto PIBID desde outubro de 2022 até março de 2024 na Escola Estadual Maria Amélia do Espírito Santo com os alunos do ensino médio, em específico das turmas que fossem do 3º ano. Para avaliar o aspecto formativo e da abstração dos alunos, foi desenvolvido um teste onde foram trazidas questões de conteúdos mais básicos da matemática, como conjuntos numéricos, abstrações algébricas, polinômios e por fim uma relação entre função afim e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), e escolhido uma turma ao acaso, em que

se descobriu que haviam 20 alunos disponíveis, e sem que os mesmos tivessem conhecimentos prévios do exame, a fim de alcançar resultados puros. Esperou-se que os estudantes tivessem adquirido as habilidades contidas no teste ao longo da sua formação.

METODOLOGIA

No que se refere à metodologia, trata-se de uma pesquisa de natureza exploratória, uma vez que esse tipo de investigação busca estabelecer uma aproximação com fenômenos pouco estudados ou raramente abordados. De acordo com Gil (2008, p. 27), a pesquisa exploratória tem como finalidade oferecer uma visão geral e preliminar sobre determinado fato, sendo particularmente útil quando o tema investigado é pouco conhecido e não permite a formulação de hipóteses precisas ou plenamente operacionalizáveis.

Dessa maneira, tal característica se adequa à proposta da intervenção, visto que o teste abstrativo elaborado pretende ir além da simples resolução de exercícios, propondo ao estudante um problema que poderá ser solucionado após a realização de questões intermediárias voltadas à revisão de conteúdos anteriores, culminando no problema físico proposto. Além disso, a formulação de hipóteses específicas para cada estudante revela-se complexa, dado o grande número de variáveis envolvidas no êxito ou não da resolução, abrangendo desde a formação matemática básica até o nível atual de ensino em Matemática e Física, considerando que a aplicação ocorrerá no ensino médio.

Em seguida, a pesquisa também possui um caráter descritivo, já que o objetivo é apenas descrever os dados obtidos sem definir a causa destes, porém tirando conclusões com base nos dados coletados, essa parte descritiva também faz sentido pois o teste proposto tem uma parte qualitativa/dissertativa na última questão. Desse modo, Gil (2008) reflete sobre a pesquisa descritiva também:

Dentre as pesquisas descritivas salientam-se aquelas que têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade, nível de renda, estado de saúde física e mental etc. Outras pesquisas deste tipo são as que se propõem estudar o nível de atendimento dos órgãos públicos de uma comunidade, as condições de habitação de seus habitantes, o índice de criminalidade que aí se registra etc. (Gil, 2008, p.28)

Outrossim, a pesquisa conta com caráter quantitativo, utilizado para a elaboração de gráficos apresentados adiante. Essa abordagem se justifica pela necessidade de tratar objetivamente certas informações, como, por exemplo, o número de alternativas marcadas pelos discentes, que pode ser representado por meio de métodos estatísticos. Minayo (2001, p. 23) ressalta que a pesquisa quantitativa busca a objetividade na análise da realidade social, utilizando instrumentos padronizados e linguagem baseada em variáveis, o que permite expressar generalizações com maior precisão.

Ademais, a parte qualitativa se justifica pela complexidade de se analisar vários dados de forma separada para cada indivíduo, só é possível utilizando uma análise qualitativa que busca analisar características em vez de números. Minayo e Sanches (1993) alegam que:

A corrente compreensivista — mãe das abordagens qualitativas — ganhou legitimidade à medida que métodos e técnicas foram sendo aperfeiçoados para a abordagem dos problemas humanos e sociais. No entanto, persistem muitas questões, complexas e profundas, que se tornam posições intelectuais e ideológicas frente aos interrogantes teóricos, metodológicos capazes de abranger os objetos com mais profundidade. (Minayo; Sanches, 1993, p.243)

Em harmonia, o método utilizado foi o hipotético-dedutivo, pois foi esperado confirmar a abstração dos alunos com questões de assuntos vistos por eles em outros momentos, e conforme Razuk (2015, p. 20), esse método consiste em inferir consequências preditivas a partir das hipóteses formuladas e, posteriormente, testá-las. Dessa maneira, o teste foi realizado na turma do 3º ano 2, com a participação de 20 alunos. O teste foi passado utilizando slides por meio de um datashow disponibilizado pela própria escola, sendo feita uma explicação para os alunos do porquê aquela questão estava direcionada a eles, e por fim o enunciado da questão. Abaixo está o enunciado de cada questão do teste, que possuiu quatro questões ao todo.

Questões do teste abstrativo

1. Dos números a seguir, entre as alternativas de (a) a (d), quais são irracionais?

- a) 4,5 b) 2,777... c) 0,135298... d) -5,043916 e) [Não sei]

2. "Pense em um número. Adicione 1 (um). Dobre o resultado. Subtraia 5 (cinco)."

Qual a expressão algébrica correspondente a essa situação descrita?

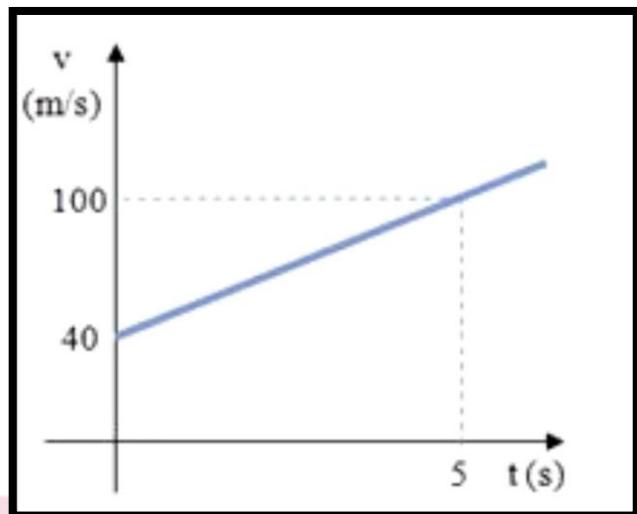
- a) $(X - 5) - 2X$ b) $2(X + 1) - 5$ c) $-2X$ d) $2X^2 - 5$ e) [Não sei]

3. Dividindo um polinômio $A(x)$ por $B(x) = 5X^2$, obtém-se o quociente $Q(x) = X - 3$ e resto $R(x) = X + 1$. Como é escrito o polinômio $A(x)$?

- a) $A(x) = 5X^3 - 15X^2 + X + 1$ b) $A(x) = 15X^3 - 3X^2 + X + 1$ c) $A(x) = 5X^3 + 9X^2 + X$
d) $A(x) = 15X^3 + 5X^2 + 3X + 1$ e) [Não sei]

4. Um foguete acelera conforme o gráfico abaixo, logo após o seu lançamento. Determine a função horária da velocidade conforme os dados obtidos através dos gráficos, sabendo que: $v(t)$ é a velocidade no instante t em m/s , v_0 é a velocidade inicial em m/s , a é a aceleração em m/s^2 e t é o tempo em s .

Figura 1: gráfico $v(t)$ da questão 4

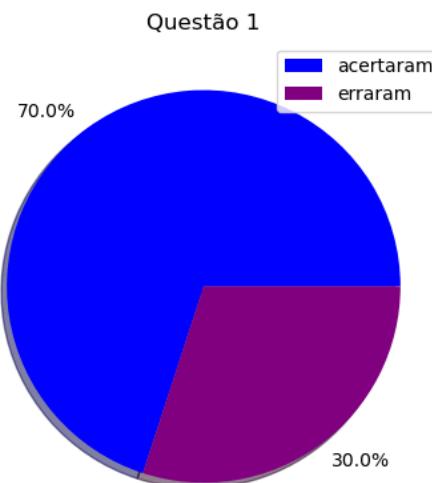


Fonte: Coêlho, Oliveira e Mello (2025)

DISCUSSÃO

A primeira questão do teste buscava testar o conhecimento sobre os conjuntos numéricos dos alunos, onde são dados quatro números e é pedido que o aluno marque a opção que indica um número irracional, sendo permitido que houvesse a marcação de mais uma alternativa. Conforme os níveis de matemática vão subindo com as séries, saber reconhecer os conjuntos numéricos é essencial para realizar as operações, já que é aumentada a complexidade das contas e abstrações trabalhadas. A porcentagem de alunos que acertaram e erraram essa questão está indicada na figura 2.

Figura 2: porcentagem de acertos e erros da questão 1



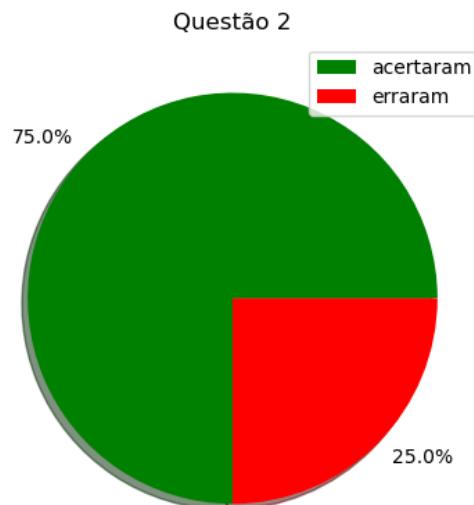
Fonte: Coêlho, Oliveira e Mello (2025)

Grandezas físicas como velocidade, distância e tempo utilizam o conjunto dos números reais para representar os valores envolvidos. Conforme ilustrado na Figura 2, observa-se que 70% dos alunos analisados responderam corretamente à questão 1. Tal resultado permite concluir que a maioria dos estudantes é capaz de diferenciar o conjunto dos números irracionais dos demais subconjuntos dos números reais, o que lhes possibilitou chegar à resposta correta.

Cabe destacar que, neste estudo, a classificação como “acerto” implica que o estudante assinalou a alternativa correta, ainda que possa ter marcado, concomitantemente, outra opção incorreta durante o processo. Ressalta-se, ainda, que em todas as questões objetivas, a alternativa “E” corresponde à indicação de que o aluno não sabe responder à questão; portanto, quando assinalada, é contabilizada entre os erros. Em meio a isso, no trabalho de Cidrão e Alves (2019), são apresentados depoimentos de professores de Matemática atuantes na educação básica, os quais afirmam que, em muitos casos, são omitidas demonstrações mais abstratas relacionadas à teoria dos conjuntos numéricos, como, por exemplo, os axiomas específicos de cada conjunto e as operações distintas que os caracterizam. Mesmo com essas omissões, motivadas pela dificuldade de abstração dos alunos da educação básica, verificou-se que alguns estudantes ainda apresentaram dificuldade em diferenciar os conjuntos numéricos.

A segunda questão avaliou habilidades de abstração algébrica, exigindo que o aluno compreendesse a entidade abstrata x como um número real para a realização das operações pertinentes. A Figura 3 apresenta a quantidade de estudantes que responderam corretamente e incorretamente à questão 2.

Figura 3: porcentagem de acertos e erros da questão 2



Fonte: Coêlho, Oliveira e Mello (2025)

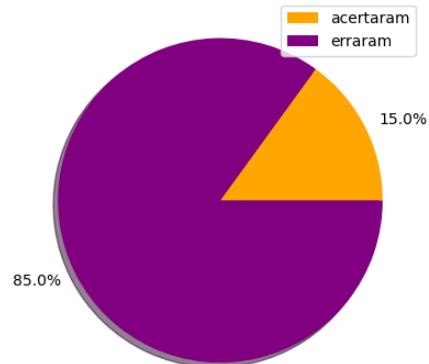
A Figura 3 indica um aumento no número de discentes que solucionaram corretamente o problema, o qual exigia a formulação de uma expressão algébrica a partir de instruções dadas. Segundo as diretrizes do Brasil (1998, p. 50), o ensino da Álgebra deve ser ampliado nas séries finais do ensino fundamental, com foco na resolução de situações-problema e no desenvolvimento da compreensão de fórmulas, equações e suas regras. Schneider (2013) destaca que esse processo exige capacidade de interpretar e transpor situações para o campo simbólico, algo presente em conteúdos como sistemas de equações, geralmente introduzidos entre o 7º e 8º ano. Os resultados da pesquisa, portanto, estão de acordo com o nível de escolaridade dos participantes. Costa et al. (2017) também identificaram dificuldades na formulação de problemas algébricos, especialmente em contextos envolvendo cálculo de áreas e perímetros, mas observaram progressos significativos na aprendizagem desses conceitos até o ensino médio.

Além do mais, diferentemente da questão 1, as questões 2 e 3 desta pesquisa admitiam apenas a marcação de uma alternativa correta. A terceira questão abordou o tema de polinômios, um conteúdo algébrico que, neste caso, tratava de operações polinomiais, especificamente da divisão de polinômios e de seus elementos conceituais: resto da divisão, quociente, divisor e dividendo. O objetivo foi verificar se o estudante seria capaz de determinar um polinômio dividendo, conhecendo previamente o divisor, o quociente e o resto. A Eq. 1 apresenta a expressão polinomial necessária para a resolução dessa questão.

$$D(x) = Q(x) \cdot d(x) + R(x) \quad (\text{Eq.1})$$

Onde $D(x)$ é o dividendo, $Q(x)$ o quociente, $d(x)$ o divisor e $R(x)$ é o resto da divisão. A justificativa para essa questão se faz pois é necessária para testar a capacidade operacional dos estudantes com a álgebra, já que na divisão se utiliza todas as operações, soma, subtração e multiplicação com as letras. A porcentagem de acertos e erros por parte dos discentes está ilustrado na figura 4.

Figura 4: porcentagem de acertos e erros da questão 3
Questão 3



Fonte: Coêlho, Oliveira e Mello (2025)

Nesta questão, observa-se um padrão de erros substancialmente maior em comparação com os acertos obtidos nas questões anteriores, uma vez que 85% dos alunos assinalaram alternativas incorretas. Esse resultado evidencia uma significativa deficiência na preparação dos estudantes no que se refere às operações com polinômios. Costa *et al.* (2017) também identificaram dificuldades semelhantes, não apenas no que tange à interpretação das questões, mas especificamente nas operações de multiplicação, adição e subtração de polinômios. Segundo relatos dos próprios alunos, um dos fatores que contribuem para tal dificuldade é o fato de muitos não terem tido contato prévio com esse conteúdo em anos anteriores, apesar de sua relevância para a avaliação dos conhecimentos algébricos. Cabe ressaltar que, na presente pesquisa, a questão 3 tinha como propósito ampliar, na prática, o conhecimento algébrico previamente mobilizado na questão 2. Com isso, a resolução da questão exigia o domínio dos métodos da divisão euclidiana e das operações polinomiais.

Assim, é possível que parte dos estudantes realmente não tivesse estudado formalmente esse conteúdo, que é retomado apenas no final do 3º ano do ensino médio, em abordagem mais abrangente, incluindo, por exemplo, métodos para determinação de raízes de polinômios de grau superior a dois. Entretanto, mesmo sem essa revisão final, esperava-se que os alunos reconhecessem e soubessem aplicar conceitos básicos como resto, divisor, quociente e dividendo, os quais são introduzidos no 3º e 4º ano do ensino fundamental.

A quarta e última questão integrava abstração matemática e física, pois apresentava um problema gráfico envolvendo o lançamento de foguetes e solicitava a determinação da equação horária da velocidade do lançamento. Considerando que o movimento em questão possuía aceleração constante, a equação horária correspondente era representada pela Eq. 2:

$$v(t) = v_0 + a \cdot t \quad (\text{Eq.2})$$

Os alunos então precisavam observar o gráfico velocidade x tempo que foi entregue e encontrar os termos v_0 (velocidade inicial) e a (aceleração). O termo de v_0 se encontrava vendo a ordenada correspondente a v quando o tempo $t = 0$. Já o termo da aceleração do movimento se encontrava calculando a variação entre dois pontos dados no gráfico, pois a aceleração é a taxa de variação da velocidade. Após encontrar os dois valores, bastava substituir na Eq.2, deixando o termo t como variável independente. Dessa forma, o resultado esperado era que os alunos já estivessem neste nível de abstração pois o assunto de função do primeiro grau (que é a forma gráfica do gráfico velocidade x tempo com a constante), e o conteúdo de cinemática é um dos primeiros conteúdos de física a ser trabalhado quando se adentra no ensino médio.

O resultado observado foi oposto a previsão feita, pois, **nenhum** discente conseguiu acertar essa questão. Sendo a única questão que não tivesse opções de marcar, apenas havia as respostas escritas pelos alunos para analisar, e desses resultados encontrados houve alguns que conseguiram encontrar a aceleração a do movimento e outros encontraram a velocidade inicial v_0 , porém não conseguiram montar a função velocidade da Eq.2, assim havendo uma insuficiência na transposição da abstração matemática para aplicação na componente curricular de Física. As dificuldades citadas anteriormente foram as mais básicas e aceitáveis, pois houveram erros encontrados além dos citados, como igualar porções $5 = 100\dots$ Também foi encontrado erros de interpretação gráfica, como por exemplo ao invés de se dividir a variação de velocidade pela variação do tempo ocorreu uma multiplicação, encontrando um resultado incorreto e sem significado físico. Outro erro comum foi os alunos não colocarem as unidades de medida trabalhadas, já que as grandezas são um padrão de medida fundamental na Física.

Os resultados encontrados na escola foram abaixo do esperado, principalmente pelo fato da turma analisada já estar concluindo o ensino médio. No geral, com a proposta de modelagem matemática e física, se tem evidências que a turma do 3º ano 2 não correspondeu às expectativas iniciais.

CONCLUSÕES

Constata-se que determinados tópicos matemáticos se encontram relativamente consolidados entre os estudantes, como, por exemplo, aqueles relacionados a conjuntos numéricos e, em parte, a abstrações elementares abordadas nos anos anteriores. Todavia, verificaram-se dificuldades significativas em operações algébricas, bem como lacunas decorrentes da ausência ou insuficiência no tratamento de conteúdos fundamentais para o avanço no estudo da álgebra. Observou-se, ainda, um déficit na articulação entre os conteúdos abstratos desenvolvidos e o tema de Física selecionado, o qual, conforme salientado, compõe os tópicos iniciais do Ensino Médio.

De acordo com Lima (2013), tais dificuldades decorrem, em parte, de um desestímulo provocado pela abordagem mecânica e superficial de fórmulas na disciplina de Física, apresentadas sem aprofundamento nos fundamentos que levam à sua formulação. Como alternativa, o autor propõe um método de ensino voltado à leitura e interpretação de materiais, de modo a estimular o raciocínio dos discentes. Também nesse cenário, há similaridade com o apontado por Oliveira e Oliveira (2017) na área da Matemática, em que a maioria dos alunos relata desinteresse e dificuldade de compreensão, fato atribuído à ausência de conexões claras entre o conteúdo escolar e o cotidiano, o que compromete a percepção de relevância do aprendizado. De forma convergente, Costa et al. (2017) identificaram, além de dificuldades operacionais na álgebra — também evidenciadas no presente estudo, problemas na modelagem de situações-problema algébricas, aspecto que, por analogia, também se relaciona à Física.

A síntese apresentada converge para o que Nascimento (2010, p. 21) descreve como o ideal a ser perseguido pelo professor no ensino de Física: uma prática pedagógica que integre, de forma significativa, teoria, aplicação e construção de sentido para o aluno. Segundo o autor, essa prática deve ter uma base essencialmente humanista e filosófica, voltada à formação de

cidadaõs capazes de atuar de forma consciente em uma sociedade marcada pelo avanço científico e tecnológico, na qual a Física se apresenta como um instrumento fundamental para a investigação, a produção de bens, o desenvolvimento socioeconômico e a compreensão do cotidiano. Tais práticas como este teste contribuem para o fortalecimento da formação continuada dos licenciandos, que devem manter contato com as instâncias mais elementares do sistema educacional, a fim de compreender, de forma abrangente, situações que se manifestarão em etapas posteriores da educação brasileira, desde o âmbito acadêmico até questões culturais mais amplas.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.
- COSTA, A. S.; AZEVEDO, J. M.; RODRIGUES, M. P. **Investigando as dificuldades apresentadas em álgebra por alunos do oitavo ano do ensino fundamental**. Revista Destaques Acadêmicos, v. 8, n. 4, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v8i4a2016.1224>
- CIDRÃO, G. G.; ALVES, F. R. V. **Contributos da didática profissional na formação de professores: um estudo sobre conjuntos numéricos**. Revista de Educação Matemática, v. 16, n. 23, set. 2019. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/213>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- EXAME. **95% dos alunos saem do ensino médio sem conhecimento adequado em matemática**. [S. l.], 24 fev. 2021. Disponível em: <https://exame.com/brasil/95-dos-alunos-saem-do-ensino-medio-sem-conhecimento-adequado-em-matematica/>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6^a ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, L. G. **O estudo do movimento retilíneo uniforme dos corpos através da leitura de trechos da 2ª Jornada do livro Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copernicano, de Galileu Galilei.** [S.l.], 2013. Disponível em: <https://www.academia.edu/3695465/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MACHADO, N. A. **Do concreto ao abstrato:** construindo conceitos basilares em física. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social:** teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. **Quantitativo-qualitativo:** oposição ou complementaridade? Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, jul/set. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002>

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio.** Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, E. A. C.; OLIVEIRA, M. F. A. **Dificuldades apresentadas por alunos do Ensino Fundamental na disciplina de Matemática.** Revista Práxis, v. 3, n. 5, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.25119/praxis-3-5-973>.

RAZUK, P. C. **O método científico.** [S.l.], 2015. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/metodologia/Apostila/CAP02PG.pdf>. Acesso em: 11 maio 2025.

SCALABRIN, I. C.; MOLINARI, A. M. C. **A importância da prática do estágio supervisionado nas licenciaturas.** Revista Unar, v. 7, n. 1, 2013. Disponível em: http://revistaunar.com.br/cientifica/documentos/vol7_n1_2013/3_a_importancia_da_pratica_e_stagio.pdf Acesso em: 15 ago. 2025.



SCHNEIDER, A. A aprendizagem da álgebra nos anos finais do ensino fundamental.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.