

DISCUTINDO O MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Otávio Floriano Paulino¹, Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira²

Resumo: A Aprendizagem baseada em problemas (ABP) é um método em que o conhecimento é construído a partir de um problema a ser apresentado, interpretado e enriquecendo saberes para chegar à solução. No âmbito da formação inicial docente, em uma turma de prática de ensino de um curso de licenciatura em física e matemática, foi proposta esta metodologia na discussão do movimento retilíneo uniformemente variado. A partir de um problema sobre a velocidade de decolagem de um avião, os participantes tiveram debates potencializadores de aprendizagem, em que apresentaram indagações quando ao porte e tamanho da pista. Estes fatores foram abordados pelo professor para explicar o movimento a partir da potência do motor da aeronave. Ao solicitar a resolução de um problema para encontrar a velocidade, os discentes usaram as equações do movimento uniformemente variado sem apresentação da teoria, no entanto destacamos a ABP como metodologia que permitiu as discussões ao longo das aulas. Pelo exposto, despertamos para a realização de práticas considerando a ABP como possibilidade metodológica na formação inicial docente, com vistas a interação e motivação.

Palavras-chave: Formação docente. Resolução de problemas. Aceleração.

1 Introdução

A física compreende um conjunto de conhecimentos que envolvem leis, fenômenos, modelos e diversas questões cotidianas como aquelas associadas a temáticas da ciência e tecnologia. Para Fortes (2021), esta área contribui para o desenvolvimento científico e tecnológico permitindo ao cidadão tomar decisões em relação a diversos assuntos como meio ambiente, fontes de energia e água.

1 Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Professor Adjunto na Universidade Federal Rural do Semi-árido. E-mail: otavio.paulino@ufersa.edu.br.

2 Doutorado em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo - USP. Professora Adjunta na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, elrismaroliveira@ufam.edu.br.

Para compreender esta área e estar apto a discutir sobre temas relacionados à física, é necessário fornecer caminhos ao estudante para que ele tenha condições de construir saberes inerentes aos fenômenos. Esses caminhos são introduzidos e trilhados através dos processos de ensino e aprendizagem que devem considerar a motivação discente e estratégias potencializadoras na construção do conhecimento.

O ensino de física apresenta desafios e perspectivas que precisam ser dialogadas nos cursos de formação para que os docentes adquiram habilidades que reflitam estratégias motivadoras. Moreira (2021) discutiu os desafios do ensino de física e afirmou que este é problemático visto ser muito focado na aprendizagem mecânica, necessitando reflexões sobre a prática do professor para que a aprendizagem seja significativa.

Para superar desafios e criar novas perspectivas para uma aprendizagem ativa, é necessária reflexão sobre as metodologias e recursos a serem utilizados nos processos educativos. Segundo Lavor e Oliveira (2022a), é preciso dialogar buscando alternativas que favoreça a compreensão dos conteúdos, sendo os cursos de formação, ambientes propícios a esta discussão.

A formação é um momento em que o professor adquire as competências para planejar e executar atividades que sejam promotoras de aprendizagem. Modelski, Giraffa e Casartelli (2019) afirmaram que a formação docente envolve mecanismos que auxiliem o processo de construção por toda a vida, de forma que é necessária articulação das necessidades sociais às práticas pedagógicas e da teoria à prática.

Lavor e Oliveira (2022b) relataram que, ao executar uma aula, o método de abordagem do conteúdo e recurso didático deve ser adequado para alcançar o êxito ao ensinar e aprender. Estes autores enfatizaram que uma abordagem diferente daquela tradicional focada em transmissão de conteúdos, pode tornar as aulas mais interativas e motivadoras.

Uma abordagem que pode ser utilizado é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), em que as discussões sobre o conteúdo iniciam a partir de um problema e os novos conceitos vão sendo construídos. Diante do exposto, objetiva-se discutir a ABP em sala de aula sobre o movimento retilíneo uniformemente variado em uma turma de prática de ensino do curso de licenciatura em física e matemática.

2 Aprendizagem Baseada em Problemas

A ABP é uma metodologia que, ao ensinar e aprender um determinado conteúdo, tem como premissa básica o uso de um problema a ser apresentado, interpretado e discutido mobilizando conhecimentos para chegar à solução. Segundo Ronn *et al.* (2019), esse método surgiu na Escola de Medicina MacMaster, no Canadá, quando os fundadores ansiavam em criar um ensino com o envolvimento ativo do aluno.

Segundo Teixeira, Silva e Brito (2019), é importante diversificar os métodos de ensino-aprendizagem de forma que envolvam os discentes na obtenção de habilidades para a prática profissional. Estes autores relataram que através da ABP, espera-se a motivação e o desenvolvimento do raciocínio dos aprendizes, em que se pode agrupar a aprendizagem organizada em equipe, cognitiva e baseada em conteúdo.

Para Oliveira *et al.* (2020), a ABP tem conquistado espaço em inúmeras instituições em diversas disciplinas do currículo de todos os níveis de ensino. Os autores afirmam que se trata de uma perspectiva ancorada na (re)construção dos conhecimentos, onde o processo é centrado no discente.

Borochovicus e Tassoni (2021, p. 1) afirmam que ABP “é um método que busca o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais por meio de trabalhos colaborativos”. Para estes autores, a ABP surgiu para ampliar o conhecimento e desenvolvimento de habilidades do discente, sendo uma alternativa metodológica que pode ser utilizada em diversas áreas.

Por sua vez, Blass e Irala (2020) utilizaram esta metodologia em turmas de cálculo numérico e concluíram que as aulas se tornaram mais dinâmicas, pois a participação discente foi ampliada e o docente teve papel de mediador. Klein e Ahlert (2019) usaram ABP na disciplina de eletrônica digital e concluíram que, a partir de uma situação contextualizada para o ambiente profissional dos alunos, observou-se o trabalho cooperativo, poder de argumentação, flexibilidade, interesse e autonomia.

Para Soares *et al.* (2019), adotar uma metodologia não tradicional demanda que os docentes passem por um processo de adaptação em sua formação acadêmica. Dessa forma, a ABP é discutida nesta investigação, com intuito de verificar seus efeitos no ensino de movimento uniformemente variado no curso de licenciatura em física e matemática, em que a próxima seção descreve as atividades realizadas.

3 Metodologia

A intervenção foi realizada durante o mês de junho de 2022 na turma de prática de ensino do curso de licenciatura em física e matemática de uma universidade situada na região sul do estado do Amazonas. A atividade contou com a participação de nove discentes de forma que foi discutido o movimento retilíneo uniformemente variado através da APP.

O problema proposto à turma foi inspirado no trabalho de Gil e Torregrosa (1987), que apresentam alguns problemas habituais em física e enunciados alternativos que provocam maiores discussões e questionamentos sobre o tema abordado. Um dos problemas trata o movimento acelerado e como enunciado transformado, tem-se: Com que velocidade máxima um avião pode decolar?

Os discentes foram divididos em três grupos para que dialogassem e fizessem suas colocações e questionamentos em torno da pergunta e docente poder discutir os conhecimentos e indagações envolvidas no problema. A partir dessa discussão, foi apresentada a metodologia ABP, visto que o objetivo era, além de construir saberes quanto a temática em questão, apresentar estratégias de ensino a serem multiplicadas pelos futuros docentes.

Após abordar a ABP com definições e exemplos, foi solicitado a resolução do problema habitual que é:

Para decolar, um avião realiza em campo um deslocamento de 700 m em um tempo de 20 s com movimento que vamos assumir uniformemente acelerado. Qual é a velocidade com que ele decola?

As resoluções indicarão as estratégias adotadas, dificuldades encontradas e possibilidades para novas discussões sobre este e outros problemas, visto que a resposta numérica não é a única parte relevante na construção do conhecimento.

4 Resultados

A pergunta apresentada aos discentes gerou vários debates que trouxeram indagações e questionamentos que mostraram a dependência da solução a diversos fatores e parâmetros físicos que influenciam a decolagem do avião. As afirmações e perguntas de cada grupo foram dialogadas na sala para haver o compartilhamento de informações e associar os questionamentos ao movimento acelerado. A seguir, estão expostas as discussões do grupo 1.

GRUPO 1: Precisa romper a força de atrito. Sua velocidade deve ser maior que a resistência do ar. Depende da potência do avião. Tem a ver com a massa? Depende da massa. Não importa o tamanho da pista. Depende do tamanho do avião.

Este grupo trouxe atrito e resistência do ar como forças a serem superadas para acontecer a decolagem, em reforçamos que fisicamente, há o atrito do contato das rodas ao solo e também a aerodinâmica do avião para romper a resistência do ar ao decolar. Além disso, o grupo citou potência sem maiores explicações, mas destacamos que esta influencia a aceleração do movimento que está associada a massa e tamanho do avião. Sobre tamanho da pista e do avião, esclarecemos que o porte tem relação direta com o tamanho da pista, visto que vários aeroportos não têm suporte para aviões de grande porte.

O grupo 2 apresentou o seguinte:

GRUPO 2: De que avião estamos falando? Qual a massa total do avião? Quais as condições climáticas da região de decolagem? Qual o tamanho da pista de decolagem? De qual região estamos falando? É possível atingir uma velocidade máxima? Considerando todos esses questionamentos e suposições feitas, pode-se dizer que varia muito, sendo que para aviões de grande porte, o mesmo precisa de uma velocidade maior.

O grupo apresentou várias indagações e concluem que para se ter uma resposta para a velocidade é necessário responder essas perguntas, donde pode-se ver a dependência com o porte do avião e tamanho da pista, bem como a climatologia do local. Assim como foi discutido o texto apresentado pelo grupo 1, explicamos que a relação entre porte da aeronave e o tamanho de pista necessária a decolagem e que a potência do motor determina o trabalho necessário para superar dificuldades climáticas como o vento.

O grupo 3 trouxe o seguinte:

GRUPO 3: Depende. Massa e aceleração. Comprimento da pista. Porte do avião. Potência da turbina. Estrutura do avião. Condições de tempo. Falta de experiência (nunca viajei de avião).

Este grupo trouxe informações que também foram apresentadas pelos outros grupos, no entanto foi citada a aceleração que foi tomada como ponto de partida para discutir o movimento. Além disso, foi citado que um discente não teve a oportunidade de viajar de avião para observar a decolagem, momento que foi explicado o processo de decolagem.

Os grupos tiveram discussões gerais expondo conceitos já conhecidos, como força e aceleração, e questionamentos acerca do problema da decolagem, corroborando com as conclusões de Blass e Irala (2020) que verificaram que, na ABP, os alunos se sentem mais à vontade e abordam suas dúvidas e conhecimentos prévios nas rodas de conversa.

Após dialogar sobre os textos apresentadas pelos grupos, foi discutido o movimento do avião desde o repouso até a sua decolagem, partindo do conceito de aceleração como a taxa de variação da velocidade. Quanto maior for a potência do motor do avião, maior é a capacidade de realizar trabalho, pois a potência define a taxa de em que o trabalho é realizado (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Na discussão do problema da decolagem, foi explicado aos discentes que, uma vez que trabalho está associado à força aplicada, haverá aceleração em virtude da segunda lei de Newton, cuja proporcionalidade é dada pela massa que está lidada ao porte da aeronave. Assim o porte de avião determina a variação de velocidade que chega ao seu valor de decolagem conforme o deslocamento a partir do repouso na pista do aeroporto.

Ainda, foi destacado pelo professor na sala de aula, que a situação apresentada se trata de um problema cuja resolução envolve diversos conhecimentos e questionamentos levantados, a partir do levantamento de hipóteses. Então, foi apresentada a ABP como estratégia de ensino que pode ser trabalhada na discussão de conceitos e situações prevendo a construção de saberes de forma dinâmica e ativa conforme cita Oliveira *et al.* (2020), bem como Borochovicus e Tassoni (2021).

O problema habitual que pergunta sobre a velocidade de decolagem a partir de dados sobre a aceleração foi apresentado aos discentes solicitando que

estes apresentassem uma resolução. Para efeitos de controle das respostas, eles foram denominados A1 a A9, de forma que foi solicitado que a resolução fosse realizada individualmente.

Todos os discentes apresentaram 70 metros por segundo como a velocidade alcançada pelo avião no momento da decolagem, em que as equações do movimento uniformemente acelerado foram utilizadas. Algumas resoluções chamaram atenção pela abordagem adotada que tratou de alcançar a solução pela aplicação direta das equações e como exemplo, tem-se a resolução do discente A1 na Figura 1.

Figura 1 – Resolução do discente A1

Possíveis Eq:

$$v = v_0 + a \cdot t \quad \text{I}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \quad \text{II}$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{III em I}$$

$v = 0 + a \cdot 20$
 $v = a \cdot 20 \quad \text{I}$

$(a \cdot 20)^2 = 2 \cdot a \cdot 700$
 $400 a^2 = 1400 \cdot a \Rightarrow 400 a = 1400$
 $a = \frac{1400}{400}$
 $a = 3,5 \text{ m/s}^2 \quad \text{III}$

$v = 3,5 \cdot 20 \Rightarrow v = 70 \text{ m/s}$

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O estudante A1 escreveu as equações do movimento uniformemente variado e substituiu os dados informados no problema, em que foi utilizado o método da substituição para um sistema composto pela equação de Torricelli e a função horária da velocidade. Este foi o único estudante a utilizar a equação de Torricelli, enquanto que os demais utilizaram a função horária da posição para compor o sistema de equações.

Os discentes A2, A3, A4 e A6 apresentaram resoluções semelhantes a A1, em que não apresentam equívocos de natureza física ou matemática, demonstrando conhecimento quanto às equações do movimento e suas aplicações, no entanto há que refletir sobre a forma de expor os argumentos, visto que essas práticas poderão ser reproduzidas quando estiverem lecionando na educação básica. Estas observações são feitas por Lavor e Oliveira (2022a),

em que relatam que a formação inicial é um momento crucial para discussão de conceitos e estratégias de ensino.

Os discentes A5, A7, A8 e A9 apresentaram a resolução sem ficar restrito ao uso de cálculos, fornecendo discussões ao leitor, para que este entenda como se deu o processo de construção da solução. Como exemplo, tem-se a resolução do discente A7 na Figura 2.

Figura 2 – Resolução do discente A7

1. O avião realiza o deslocamento a 700 m em 20 s.

2. O movimento é hipoteticamente "uniformemente acelerado!"

3. Se estamos considerando o movimento uniformemente acelerado, temos

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad ; \quad v = v_0 + a \cdot \Delta t \quad ; \quad v^2 = v_0^2 + a \Delta x$$
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

4. Então, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$
$$\frac{a}{2} t^2 = x$$
$$a = \frac{x}{t^2} \cdot 2$$
$$a = \frac{700}{400} \cdot 2$$
$$a = 3,5 \text{ m/s}^2$$

A partir daí, podemos determinar a velocidade.

5. fazendo uso da seguinte equação, temos que

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t$$
$$v = 3,5 \cdot 20$$
$$v = 70 \text{ m/s}$$

Portanto, a velocidade é de 70 m/s

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A resolução informa os passos executados de forma que o leitor pode compreender como a solução foi construída percebendo introdução, desenvolvimento e conclusão do processo. Todas as resoluções passaram pelo processo de apresentação e interpretação do problema, mas estas deixaram estas fases explícitas de forma que considera-se como de fácil compreensão e reprodução para quem está lendo.

Os dados apresentados mostram a ABP como possibilidade de ensino e aprendizagem corroborando com Teixeira, Silva e Brito (2019) sobre a diversificação dos métodos que envolvam os discentes em sua aprendizagem.

5 Considerações Finais

Nesta intervenção, foi proposta a ABP como metodologia a ser discutida com o conteúdo de movimento retilíneo uniformemente variado em uma turma de prática de ensino do curso de licenciatura em física e matemática. A atividade partiu de uma pergunta em relação a velocidade de decolagem de um avião e os estudantes dialogaram em grupo trazendo diversos questionamentos.

Os textos expostos pelos grupos foram discutidos e foi apresentado que um problema passa pelas fases de interpretação, indagações e experimentação para se chegar a uma solução. Na situação em debate, no início da investigação, foi abordado que a velocidade depende de fatores associados às características do avião e a pista em que esta aeronave irá decolar, em que foi explicado este processo desde a potência até a obtenção da velocidade.

A partir deste problema, foi discutido o movimento acelerado e visto a ABP como possibilidade metodológica a ser abordada e multiplicada em futuras vivências pelos futuros docentes que estão em formação. Ao solicitar a resolução de uma situação problema, em que foram dados os valores de tamanho de pista e tempo de decolagem, os participantes chegaram à solução passando pelas fases de apresentação e interpretação do problema.

Algumas resoluções foram destacadas por apresentarem as discussões sobre o uso e desenvolvimento das equações, o que facilita a compreensão e reprodução pelo leitor. As soluções apresentadas não trazem discussões teóricas sobre o movimento uniformemente variado do avião, no entanto, enfatizamos que a ABP possibilitou o debate sobre o conteúdo a partir de um problema, em que se percebe maior interação e motivação para as atividades. Os resultados expostos despertam novas práticas pedagógicas através de metodologias centradas no processo de construção ativa pelo discente, bem como a reflexão sobre a abordagem da ABP na formação inicial docente.

REFERÊNCIAS

BLASS, Leandro.; IRALA, Valesca Brasil. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como metodologia de ensino em aulas de cálculo numérico. **Revista**

de Educação Matemática, v. 17, p. e020035, 2020. Disponível em: <http://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/360/208>. Acesso em: 28 jun. 2022.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, Elvira Cristina Martins. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, p. e20706. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-469820706>. Acesso em: 28 jun. 2022.

FORTRES, António Gonçalves. Reforma curricular no curso de física na Unirovuma – Moçambique: inovações e implicações para a formação docente. **TECNIA – REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFG**, v. 6, n. 2, p. 15-33, 2021. Disponível em: <https://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/1058>. Acesso em: 28 jun. 2022.

GIL, Daniel; TORREGROSA, Joaquin Martínez. **La resolución de problemas de física: una didáctica alternativa**. Barcelona: Vicens Vives/ MEC. 1987

KLEIN, Niumar André; AHLERT, Edson Moacir. Aprendizagem baseada em problemas como metodologia ativa na educação profissional. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 4, 2019. Disponível em: <http://www.meep.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2398>. Acesso em: 28 jun. 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**, v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 9.ed.

LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Grandezas proporcionais: sequência didática na formação inicial de professores. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, e22014, 2022a. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13476>. Acesso em: 27 jun. 2022.

LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Sequência didática interativa na discussão do conceito de energia. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. e22011, 2022b. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13122>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MODELSKI, Daiane; GIRAFFA, Lúcia M. M.; CASARTELLI, Alam de Oliveira. Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas. **Educação e Pesquisa**, v. 45, p. e180201, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945180201>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20200451, 2021. Supl. 1. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 jun. 2022.

OLIVEIRA, Fernando Vasconcelos de; CANDITO, Vanessa; GUERRA, Leonan; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina. Aprendizagem baseada em problemas por meio da temática coronavírus: uma proposta para ensino de química. **Interfaces Científicas Educação**, v. 10, n. 1, p. 110–123, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/8855>. Acesso em: 28 jun. 2022.

RONN, Andressa Pereira; MEDEIROS, Daniela Sarita S. de; MOTA, Waneska Pinto; PORTO, Vivian Cristiane Hartmann; BARROSO, Marcio Garcia. Evidências da efetividade da aprendizagem baseada em problemas na educação médica: uma revisão de literatura. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, v. 1, n. 11, 2019. Disponível em: <https://periodicos2.unemat.br/index.php/revistamedicina/article/view/3607>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SOARES, Sandro Vieira; BULAON, Christopher; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro; PICOLLI, Ícaro Roberto Azevedo. Aprendizagem baseada em problemas para os cursos de ciências contábeis: desafios e oportunidades de sua adoção. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 17, n. 1, p. 65-97, 2019. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/contextus/article/view/33497>. Acesso em: 28 jun. 2022.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SILVA, Priscilla Chantal Duarte; BRITO, Max Leandro de Araújo. Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em engenharia. **Revista Humanidades e Inovação**, v.6, n.8, p.138-147, 2019. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/946>. Acesso em: 28 jun. 2022.