

SUBMETIDO 20/08/2024

APROVADO 17/10/2024

PUBLICADO ON-LINE 20/11/2024

VERSÃO FINAL DIAGRAMADA 26/11/2025

EDITOR ASSOCIADO

Prof. Dr. Rodney Marcelo Braga dos Santos



<https://doi.org/10.18265/2447-9187a2025id8653>

ARTIGO ORIGINAL

Sequência didática interdisciplinar para o estudo de funções polinomiais e movimento retilíneo no Ensino Médio

Henrique Antonio Mendonça Faria ^[1] *

Robinson Tavoni ^[2]

[1] henrique.faria@unesp.br
Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara, São Paulo, Brasil

[2] robinson.tavoni@ifsp.edu.br
Instituto Federal de São Paulo (IFSP), São Paulo, São Paulo, Brasil

* Autor para correspondência.

RESUMO: O ensino de Matemática e Ciências no Ensino Médio é frequentemente fragmentado, dificultando a compreensão integrada dos alunos sobre conceitos inter-relacionados. Avaliações internacionais, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), destacam deficiências significativas no desempenho de alunos brasileiros nessas áreas. Em resposta a essa questão, este estudo propõe uma sequência de ensino interdisciplinar que conecta funções polinomiais com o estudo do movimento retilíneo, visando aprimorar o aprendizado contextualizado desses tópicos. A sequência proposta integra funções lineares e quadráticas com os conceitos de movimento retilíneo uniforme e uniformemente acelerado, utilizando metodologias ativas como *Peer Instruction* e *Problem-Based Learning* (PBL). A sequência é organizada em seis etapas distribuídas em 20 aulas, fomentando a interação entre os conteúdos de ambas as disciplinas e promovendo o aprendizado prático e colaborativo. Os resultados indicam que a sequência de ensino proposta facilita uma abordagem mais integrada e contextualizada dos conceitos, contribuindo para uma compreensão e aplicação mais profundas dos alunos. Este artigo sugere que o modelo proposto pode ser uma abordagem eficaz para implementar práticas pedagógicas interdisciplinares, oferecendo uma solução para a fragmentação do conhecimento e promovendo uma aprendizagem mais significativa no ensino médio.

Palavras-chave: didática na educação; educação matemática; funções polinomiais; interdisciplinaridade; movimento retilíneo.

Interdisciplinary teaching sequence for the study of polynomial functions and rectilinear motion in High School

ABSTRACT: *Teaching Mathematics and Sciences in high school is often fragmented, hindering students' integrated understanding of interrelated concepts. International assessments, such as the Programme for International Student Assessment (PISA), highlight significant deficiencies in the performance*



OPEN ACCESS

of Brazilian students in these areas. In response to this issue, this study proposes an interdisciplinary teaching sequence that connects polynomial functions with the survey of rectilinear motion, aiming to enhance contextualized learning of these topics. The proposed sequence integrates linear and quadratic functions with the concepts of uniform and uniformly accelerated rectilinear motion, utilizing active methodologies such as Peer Instruction and Problem-Based Learning (PBL). The sequence is organized into six stages distributed over 20 lessons, fostering interaction between the contents of both subjects and promoting practical and collaborative learning. The results indicate that the proposed teaching sequence facilitates a more integrated and contextualized approach to the concepts, contributing to a deeper understanding and application by students. This article suggests that the proposed model may be an effective approach for implementing interdisciplinary pedagogical practices, offering a solution to knowledge fragmentation and promoting more meaningful learning in high school.

Keywords: *interdisciplinarity; mathematics education; polynomial functions; rectilinear motion; teaching methods in education.*

1 Introdução

O Ensino Médio é uma etapa fundamental do ciclo básico, com o potencial de promover, de forma mais eficaz, a autonomia dos alunos e uma visão contextualizada do conhecimento (Cunha *et al.*, 2020). No entanto, a interação entre disciplinas, essencial para uma aprendizagem significativa, ainda não está plenamente presente na maioria das salas de aula. Embora existam conteúdos correlacionados entre as áreas de Matemática e Ciências da Natureza, nem sempre são adotadas metodologias que favoreçam a integração desses conhecimentos para aprimorar o aprendizado.

Muitos estudantes do Ensino Médio apresentam lacunas significativas nos conteúdos de Matemática e Ciências da Natureza. O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, do inglês *Programme for International Student Assessment*), conduzido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a cada três anos, evidencia essa realidade. O PISA avalia os conhecimentos e habilidades de alunos de 15 anos em três áreas: Leitura, Matemática e Ciências. Excepcionalmente, a edição de 2021 foi adiada para 2022 devido à pandemia de covid-19, resultando em um intervalo de quatro anos entre as edições de 2018 e 2022.

Nas edições de 2018 e 2022, o desempenho dos alunos brasileiros ficou abaixo da média dos países da OCDE nas três áreas avaliadas. Segundo o relatório da OCDE (OECD, 2019), apenas 1% dos estudantes brasileiros alcançou o nível 5 ou superior em Matemática na edição de 2018, enquanto na edição de 2022 nenhum estudante atingiu tal nível (OECD, 2023). A média da OCDE foi de 11% em 2019, caindo para 9% em 2022. Portugal e Espanha, com culturas semelhantes à brasileira, demonstraram avanços significativos, alcançando 7% e 6%, respectivamente, de alunos com notas superiores a 5 em Matemática na edição de 2022. Esses alunos demonstram a capacidade de modelar situações matemáticas complexas e de selecionar, comparar e avaliar estratégias adequadas para a solução de problemas desafiadores, competências essenciais para a plena participação no mundo contemporâneo.

Em Ciências, apenas 1% dos estudantes brasileiros atingiram proficiência nos níveis 5 ou 6 na edição de 2019 (média da OCDE: 7%), número que subiu para 2% em 2022,

enquanto a média da OCDE permaneceu inalterada. Estudantes com esse nível de proficiência são capazes de aplicar seus conhecimentos científicos de forma criativa e autônoma em uma ampla gama de situações, inclusive em contextos desconhecidos.

Um ponto positivo é que 63% dos estudantes brasileiros avaliados demonstraram uma mentalidade de crescimento, discordando da afirmação “Sua inteligência é algo que você não pode mudar muito” na edição de 2019. Esse dado é promissor para o ensino de Matemática e Ciências, sugerindo que a maioria dos alunos está disposta a aprender. A apresentação contextualizada e integrada dos conteúdos pode ser um caminho para melhorar esse cenário.

O PISA baseia-se em matrizes de referência que indicam as habilidades a serem avaliadas em cada etapa da escolarização. Para serem aprendizes eficazes ao longo da vida, os estudantes do ensino básico precisam de uma base sólida de conteúdos-chave e devem ser capazes de gerir seu próprio aprendizado, desenvolvendo estratégias que inter-relacionem diferentes disciplinas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio prevê o estudo de funções do primeiro e segundo graus em Matemática, e dos movimentos retilíneos uniformes (MRU) e retilíneo uniformemente variado (MRUV) em Física, como forma de oferecer uma base sólida em conceitos fundamentais (Brasil, 2018). Contudo, o ensino dessas temáticas no primeiro ano do Ensino Médio apresenta desafios significativos. Em Matemática, o estudo de funções do primeiro e segundo graus, embora essencial para a compreensão de conteúdos futuros, frequentemente torna-se excessivamente abstrato, dificultando o engajamento e a compreensão crítica dos alunos, sobretudo quando abordado de maneira puramente algébrica e gráfica, sem conexão clara com o cotidiano.

Na Física, os conteúdos de MRU e MRUV enfrentam problemas semelhantes. A BNCC recomenda a experimentação e a resolução de problemas como meios de garantir a aprendizagem significativa, mas muitos alunos encontram dificuldades em relacionar a teoria física com a Matemática envolvida, como equações e gráficos. A ausência de laboratórios ou recursos que simulem os movimentos limita a aplicação prática do conhecimento, resultando em um ensino focado na memorização de fórmulas, sem o desenvolvimento de uma compreensão crítica dos fenômenos.

Diante dessas dificuldades, o desenvolvimento de uma sequência didática interdisciplinar se justifica como uma proposta para promover o aprendizado contextualizado e significativo, integrando conceitos de Matemática e Física. A presente proposta fundamenta-se nos pressupostos teóricos de Ivani Fazenda (2011b), que entende a interdisciplinaridade como um ato de troca e reciprocidade entre diferentes áreas do conhecimento.

O objetivo deste artigo é desenvolver uma sequência didática interdisciplinar que integre o estudo de funções polinomiais do primeiro e segundo graus, o movimento retilíneo uniforme e o movimento retilíneo uniformemente variado, envolvendo as áreas de Matemática e Ciências da Natureza. Nesse contexto, Ninow e Kaiber (2016) propuseram uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio, utilizando estratégias e recursos diversificados para a construção de conhecimentos matemáticos e físicos. A metodologia adotada permitiu aos estudantes aprofundarem-se em temas como funções afim e quadrática, além de movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado, por meio de atividades práticas e teóricas. Os resultados obtidos pelos autores indicam que o projeto contribuiu significativamente para o aprimoramento dos conhecimentos em Matemática e Física. Ademais, o uso da modelagem matemática promoveu maior conexão entre os conteúdos e o cotidiano, atribuindo-lhes maior significado. Simultaneamente,

a abordagem projetual favoreceu o protagonismo dos alunos e posicionou o professor como mediador no processo de aprendizagem.

De forma mais recente, Silva (2024) apresentou um relato de experiência envolvendo uma sequência didática interdisciplinar aplicada em três encontros, que uniu conceitos de cinemática e funções matemáticas para a representação de fenômenos físicos. O autor destacou as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos, como a falta de familiaridade com conceitos de cinemática e vetores, dificuldades na conexão entre teoria e realidade, limitações no uso de operações matemáticas e manipulação de equações, além de pouca experiência no uso de recursos tecnológicos para pesquisa. Essas barreiras reforçam a necessidade de um planejamento docente criterioso, adaptado às necessidades específicas da turma. A experiência relatada evidenciou, ainda, a importância de sequências didáticas que comecem por revisões conceituais, seguidas por atividades interdisciplinares, e sugeriu a ampliação do número de encontros para alcançar os objetivos de aprendizagem de forma mais efetiva.

Este artigo está organizado em cinco seções. Após esta introdução, a seção 2 apresenta uma revisão detalhada do referencial teórico, abordando a evolução da interdisciplinaridade e sua aplicação no ensino de Matemática e Ciências da Natureza. A seção 3 descreve a metodologia qualitativa adotada, detalhando os passos para a elaboração da sequência didática. Os resultados e discussões, apresentados na seção 4, exploram a implementação da proposta em sala de aula, o uso de metodologias ativas e a avaliação da aprendizagem. Por fim, a seção 5 sintetiza os principais achados e sugere direções para pesquisas futuras.

2 Referencial teórico

Os currículos organizados de forma disciplinar tradicional frequentemente conduzem os estudantes ao acúmulo de informações desconexas, que possuem pouco valor prático para sua atuação social e profissional. No entanto, ao final do Ensino Médio, espera-se que os alunos estejam preparados para se inserir em uma comunidade de práticas, definida como o ambiente de trabalho ou atuação profissional (Lave; Wenger, 1991). Assim, surge uma dicotomia entre as expectativas em relação ao indivíduo que ingressa na vida adulta e a forma como os conteúdos são ministrados durante sua formação na Educação Básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio estabelece as habilidades da Matemática ao longo dos três anos, sem uma indicação rígida de seriação. Tal flexibilidade permite que as escolas adaptem seus currículos anuais e organizem a pedagogia de maneira mais dinâmica (Brasil, 2018). Essa organização favorece a viabilidade de propostas interdisciplinares, como a integração de conteúdos de Matemática e Ciências da Natureza no Ensino Médio.

Entretanto, surgem questões relevantes para os docentes: como proporcionar aos jovens do Ensino Médio uma formação que os prepare de maneira mais ampla para a vida social e profissional? Na área de ciências exatas, muitos conceitos das disciplinas de Matemática e Ciências da Natureza, especialmente da Física, apresentam forte correlação. Todavia, esses conceitos são frequentemente ensinados de forma isolada, o que não contribui plenamente para a formação integral dos futuros profissionais.

O método científico cartesiano, ao promover a educação disciplinar, desempenhou um papel crucial no avanço de diversas áreas do conhecimento, como a Tecnologia. Contudo, no contexto contemporâneo, observa-se uma transição de uma perspectiva puramente objetiva para uma abordagem mais intersubjetiva. Com a disseminação das tecnologias de

informação e comunicação, o acesso à informação tornou-se mais acessível, destacando a importância da capacidade de integrar ideias e propor soluções, em detrimento do simples domínio de conteúdos específicos. Nesse cenário, ressurgiu o ideal grego de *Paideia* – a formação integral do indivíduo – como uma possibilidade relevante para as práticas pedagógicas atuais.

O termo *Paideia*, na Grécia Clássica, representava a formação humana integral, articulando cultura, civilização e educação como fundamentos do aprendizado e do compartilhamento do saber. Esse conceito promovia o desenvolvimento intelectual e ético em uma comunidade culturalmente unificada (Boto, 2002). Quando aplicado ao contexto contemporâneo da educação, *Paideia* conecta-se à ideia de uma formação que transcende a mera aquisição de conhecimentos técnicos ou específicos, buscando formar indivíduos com senso crítico, ética e capacidade de atuação em diferentes contextos. Nesse sentido, a interdisciplinaridade surge como uma tentativa moderna de recuperar o ideal da *Paideia* grega, pois possibilita a integração de saberes de diferentes áreas, ampliando a compreensão do mundo e proporcionando uma visão mais abrangente do ser humano e da sociedade.

A interdisciplinaridade se impõe no mundo contemporâneo não apenas como uma maneira de compreender e transformar a realidade, mas também como uma exigência intrínseca às ciências, que buscam restaurar a unidade do conhecimento fragmentado. Nesse cenário, surge a seguinte questão: O que é interdisciplinaridade? De acordo com Fazenda (2011b), o movimento interdisciplinar teve início na Europa, especialmente na Itália e na França, na metade da década de 1960, como uma reação à excessiva especialização do conhecimento, fruto da ciência fragmentária. No Brasil, os ecos desse movimento chegaram de forma superficial no final da década de 1960, ganhando maior consistência a partir dos anos 1970, com as reflexões introduzidas por Hilton Japiassu (Fazenda, 2011b). O livro *Interdisciplinaridade e Patologias do Saber*, publicado por Japiassu em 1976, foi uma obra significativa sobre o tema. Na mesma década, a pesquisa de mestrado de Ivani Fazenda, baseada nos estudos de Japiassu, inaugurou uma série de investigações sobre a interdisciplinaridade nas décadas subsequentes.

Ivani Fazenda (2011a) define “disciplinaridade” como o conjunto específico de conhecimentos, métodos e planos de ensino com características próprias. Em relação à interdisciplinaridade, Fazenda a descreve como um processo que “se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas em um mesmo projeto de pesquisa” (Fazenda, 2011a, p. 51). Essa interação pode variar desde a simples comunicação de ideias até a integração mútua dos conceitos.

Fazenda (2011a, p. 21) observa que o conceito de interdisciplinaridade é “extremamente polissêmico e, portanto, possível causador de equívocos em sua compreensão e consequente aplicação”. A autora entende a interdisciplinaridade como uma relação de reciprocidade e mutualidade, que possibilita o diálogo entre os atores do processo educativo. Em suas palavras, “a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma interação, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar” (Fazenda, 2011a, p. 70).

Mozena e Ostermann (2017, p. 106) destacam que “a interdisciplinaridade vai muito além do plano metodológico e conceitual na escola; ela é uma atitude permeada pelo respeito ao próximo e ao mundo, uma ação que extrapola o ambiente escolar e as esferas dos saberes, ações e sentimentos”. No entanto, Fazenda (*apud* Mozena; Ostermann, 2017) alerta que a interdisciplinaridade não deve substituir as práticas educacionais historicamente consolidadas. Portanto, é necessário desenvolver tanto a competência disciplinar quanto a interdisciplinar.

A interdisciplinaridade representa uma mudança de postura frente ao conhecimento, substituindo a concepção fragmentada pela unificadora do ser humano. Ela pode contribuir significativamente para a formação dos estudantes, permitindo que estes se situem criticamente no mundo contemporâneo e compreendam as inúmeras informações que os permeiam diariamente. O enfoque interdisciplinar é fundamental para estabelecer conexões entre o que se vivencia e o que se estuda, criando múltiplas inter-relações entre experiências e conhecimento, especialmente para a formação de profissionais do presente e do futuro.

A sequência didática proposta neste artigo visa aproximar os conteúdos de Física e Matemática no primeiro ano do Ensino Médio, buscando proporcionar um aprendizado mais integrado e contextualizado. A proposta envolve o estudo interdisciplinar do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo uniformemente variado, abordados em conjunto com os conteúdos de funções afins e funções quadráticas da Matemática. A coincidência da abordagem desses conteúdos no início do ano letivo pode favorecer o engajamento dos estudantes e incentivar novas formas de aprendizado e inter-relação entre as disciplinas.

A Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017), que institui alterações no currículo do Ensino Médio, começou a ser implementada em 2022, sob intensos debates. Essa proposta estabelece uma nova matriz curricular, dividida em quatro áreas, conforme definido pela BNCC. As únicas disciplinas obrigatórias, com pelo menos duas aulas semanais, são Língua Portuguesa e Matemática. Essa estrutura propõe maior integração e flexibilidade curricular, com a oferta de itinerários formativos. Nesse contexto, a sequência didática interdisciplinar insere-se naturalmente e pode ser aplicada nos itinerários formativos das áreas de Matemática e Ciências da Natureza.

A habilidade da BNCC a ser trabalhada nesta pesquisa no campo da Matemática é a EM13MAT302, que trata de “construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º grau, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais” (Brasil, 2018, p. 102). Na área das Ciências Naturais, a habilidade EM13CNT204 envolve “elaborar explicações, previsões e cálculos sobre os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais” (Brasil, 2018, p. 117). Essas habilidades se complementam organicamente, criando oportunidades para propostas interdisciplinares. As habilidades podem ser exploradas com metodologias ativas de ensino-aprendizagem.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL), conforme descrita por Silva e Silva (2020), utiliza problemas do mundo real como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem. Essa abordagem envolve ativamente os estudantes, que, organizados em pequenos grupos, analisam e propõem soluções para problemas complexos, desenvolvendo competências cognitivas e sociais. Cada ciclo de aprendizagem inclui a análise do problema, estudo autodirigido e discussão em grupo, com compartilhamento de informações para alcançar conclusões ou, se necessário, iniciar um novo ciclo. Embora a PBL tenha se originado no Ensino Superior, especialmente na área médica, sua aplicação expandiu-se para diversos níveis educacionais, incluindo a Educação Básica. Estudos como o de Silva e Silva (2020) indicam que a PBL contribui para a construção de conceitos científicos ao integrar teoria e prática, além de aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes. O professor assume o papel de tutor, facilitando a aprendizagem autônoma e colaborativa, enquanto os estudantes tornam-se protagonistas de seu próprio desenvolvimento.

O método de Instrução por Pares (*Peer Instruction*), desenvolvido por Eric Mazur (2015), foi inicialmente aplicado para que alunos compreendessem tópicos

complexos de Física e Matemática em aulas presenciais. A metodologia incentiva a busca autônoma por conhecimento, apoiada em leituras pré-aula sobre o tema proposto. Durante as aulas, o professor lança questões conceituais que promovem debates entre os alunos, permitindo o auxílio mútuo no processo de aprendizagem. O método de Mazur (2015) tem se mostrado extremamente eficaz para o ensino de Ciências e Matemática, ao tornar o estudante o protagonista de seu aprendizado e ao explorar a interação entre colegas durante as aulas. Esse método foi adaptado para várias disciplinas em universidades e escolas da educação básica em diferentes países.

Similar ao PBL, a Aprendizagem Baseada em Times (*Team-Based Learning – TBL*) é uma metodologia colaborativa em que a turma é dividida em grupos de cinco a oito estudantes, buscando-se manter a heterogeneidade entre os membros (Lovato *et al.*, 2018). As equipes permanecem as mesmas ao longo das atividades, o que facilita a criação de dinâmicas de trabalho eficientes. Após a leitura de um artigo de revisão relacionado ao tema, os grupos discutem internamente as questões propostas e apresentam suas respostas para a turma, promovendo o aprendizado colaborativo e aplicando conceitos na resolução de problemas. O TBL desenvolve tanto conhecimentos conceituais quanto processuais, preparando os estudantes para o uso efetivo do conhecimento em situações reais (Lovato *et al.*, 2018).

A gamificação no contexto educacional refere-se à aplicação de elementos típicos dos jogos, como metas, regras, feedbacks e recompensas, em ambientes de aprendizagem, com o objetivo de aumentar a motivação e o engajamento dos alunos. De acordo com Barbosa, Pontes e Castro (2020), essa abordagem busca incorporar tais elementos em atividades educacionais, criando experiências mais interativas e envolventes. Ao adotar essas características, a gamificação estimula a criatividade e promove a aprendizagem de forma lúdica, favorecendo o desenvolvimento cognitivo, social e motivacional dos estudantes. Além disso, a aplicação da gamificação pode modificar comportamentos por meio de recompensas e penalizações. Essa estratégia pode ser implementada com ou sem o uso de tecnologias digitais, desde que sejam preservados princípios fundamentais como a voluntariedade e a clareza dos desafios, criando um ambiente de aprendizado que reflète as dinâmicas de um jogo.

As recompensas desempenham um papel crucial na gamificação educacional, influenciando diretamente o comportamento dos estudantes. Quando utilizadas em uma abordagem estrutural, têm o objetivo de reforçar comportamentos específicos e estimular a participação, motivando os alunos por meio de incentivos extrínsecos, como pontuações, classificações ou premiações. Tais práticas, alinhadas à lógica behaviorista, utilizam recompensas como estímulos para promover respostas positivas. Por outro lado, ao envolver mudanças no conteúdo da aprendizagem, as recompensas podem promover maior interação e protagonismo dos estudantes, alinhando-se a estratégias construtivistas que incentivam práticas mais voluntárias e autônomas. Dessa forma, as recompensas podem tanto motivar comportamentos esperados quanto fomentar a participação ativa e a construção do conhecimento, impactando positivamente o engajamento e a motivação dos estudantes.

Silva *et al.* (2022) contribuíram com reflexões sobre currículos escolares interdisciplinares a partir de uma perspectiva epistemológica. O estudo destacou como a interdisciplinaridade pode subsidiar a criação de currículos que promovam maior interação entre os sujeitos envolvidos, viabilizando práticas democráticas e exitosas. A proposta busca uma formação conjunta que envolva todos os agentes da escola pública. Segundo os autores, a interdisciplinaridade pode ser implementada por meio de projetos educacionais que integrem diferentes áreas do conhecimento, respeitando as especificidades de cada disciplina, mas estabelecendo conexões contínuas entre elas. Para isso, é essencial que o

projeto escolar valorize o diálogo e o respeito mútuo entre educadores e alunos, criando um ambiente de aprendizado que privilegie relações interpessoais.

Ainda assim, os autores apontam que a implantação da interdisciplinaridade enfrenta desafios significativos. Epistemologicamente, existem dificuldades em compreender os limites entre disciplinas, agravadas por uma lógica de fragmentação reforçada pelo capitalismo epistemológico. Em termos metodológicos, a transição para uma abordagem interdisciplinar exige reformas estruturais no ensino, adaptando disciplinas às demandas dos alunos. Já no âmbito da formação docente, o principal obstáculo é a mudança de uma pedagogia centrada na transmissão de conhecimentos para uma abordagem dialógica, que respeite diferentes perspectivas, enfrentando a resistência de educadores (Silva *et al.*, 2022).

Experiências interdisciplinares vêm sendo implementadas nos últimos anos. Moraes e Domingos (2015) investigaram a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino interdisciplinar em uma escola pública de Foz do Iguaçu. O estudo contou com boa infraestrutura tecnológica, como laboratório de informática e lousa digital, e promoveu seminários e oficinas para refletir sobre a inserção das TICs no ensino. Alguns professores, especialmente os mais experientes, manifestaram resistência ou dificuldade de domínio técnico, temendo que as TICs desviassem o foco dos conteúdos disciplinares. Outros mostraram-se favoráveis, mas destacaram a necessidade de formação adicional para utilizar esses recursos de forma eficaz. Os autores identificaram que as TICs eram frequentemente usadas como atividades suplementares, e não como elementos centrais no processo de ensino-aprendizagem. O estudo resultou em formações continuadas para capacitar os docentes, incentivando práticas pedagógicas interdisciplinares e adaptadas às demandas de uma sociedade cada vez mais digital.

Silva *et al.* (2020) analisaram experiências interdisciplinares no ensino de Física, desenvolvidas por residentes do Projeto Institucional de Residência Pedagógica (PIRP) da Universidade Federal de Alagoas, durante imersões em escolas de Ensino Médio entre 2018 e 2020. Os residentes criaram projetos que transcenderam os limites tradicionais da Física, incorporando saberes de Robótica, Educação Ambiental, Biologia e Química. Entre os projetos desenvolvidos, destacaram-se uma “Horta automatizada”, que uniu conhecimentos de diversas áreas, e aulas preparatórias para o ENEM, que integraram conteúdos de diferentes disciplinas. Outra iniciativa relevante foi a “Gincana de Ciências”, que promoveu um ambiente colaborativo e reflexivo, essencial para o aprendizado interdisciplinar. Segundo Silva *et al.* (2020), essas experiências reforçaram a importância do diálogo e da cooperação entre os campos do saber, valorizando metodologias ativas e a pesquisa como meios de aprimorar a prática docente.

O artigo de Furtado, Silva e Brito (2021) investigou as percepções dos alunos sobre práticas interdisciplinares, com foco na integração de disciplinas como Sociologia, Educação Física e Filosofia. Os temas integradores foram selecionados com base em competências comuns da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), abrangendo Ciências Humanas, Linguagens e Tecnologias. Essas práticas, ao abordar problemas éticos e políticos contemporâneos, tiveram como objetivo desenvolver a criticidade e a autonomia dos estudantes. Assim, alinharam-se à competência da BNCC de formar cidadãos com responsabilidade e liberdade para construir seus projetos de vida.

Os métodos interdisciplinares incluíram aulas conjuntas, materiais de apoio e videoaulas, que proporcionaram uma abordagem integrada dos conteúdos de cada disciplina. Além disso, as avaliações foram projetadas de maneira interdisciplinar, valorizando tanto a articulação de conceitos de diferentes áreas quanto a habilidade dos alunos de conectá-los a questões sociais e culturais mais amplas. Os resultados indicaram

que a maioria dos alunos avaliou positivamente as práticas interdisciplinares, associando-as a termos como “conexão”, “complementação” e “integração”.

Os estudantes relataram que essas práticas contribuíram para uma aprendizagem mais significativa, ao reduzir a fragmentação dos conteúdos e estabelecer relações mais claras entre os temas estudados. Assim, o estudo reafirma o valor da interdisciplinaridade como modelo pedagógico eficaz, capaz de promover uma formação crítica e reflexiva.

O artigo de Fiasca *et al.* (2021) analisou a aplicação de metodologias ativas no ensino de Física para o Ensino Médio, com ênfase em uma sequência didática sobre a Teoria da Relatividade Restrita. Foram empregadas metodologias como *Peer Instruction* e a Sala de Aula Invertida, além de ferramentas digitais, como aplicativos e vídeos didáticos, com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem mais interativa e contextualizada.

Os resultados demonstraram que essas metodologias foram mais eficazes do que as abordagens tradicionais, destacando-se pela personalização do aprendizado e pela interação constante entre os alunos e o conteúdo. A metodologia *Peer Instruction* incentivou a colaboração, por meio de discussões em pares após explicações rápidas, o que facilitou a construção ativa do conhecimento. Paralelamente, a avaliação contínua, realizada em tempo real por meio de questionários on-line, permitiu ajustes imediatos no processo de ensino-aprendizagem, otimizando os resultados obtidos.

No que diz respeito ao desempenho dos alunos, os dados de Fiasca *et al.* (2021) indicaram que aqueles expostos às metodologias ativas apresentaram maior engajamento, compreensão conceitual aprofundada e habilidade superior para aplicar os conhecimentos adquiridos. Esse avanço foi especialmente notável em problemas complexos, como cálculos de dilatação temporal e contração espacial.

Comparativamente, os alunos submetidos a metodologias tradicionais, como aulas expositivas prolongadas, demonstraram menor preparo para resolver problemas e contextualizar conceitos teóricos em novas situações. A autonomia promovida pelas metodologias ativas, particularmente pela leitura prévia e pelo uso de aplicativos educativos, também contribuiu significativamente para o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem.

Assim, os resultados evidenciam que ambientes pedagógicos que integram tecnologias, interação e avaliação contínua são mais eficazes para a construção do conhecimento em comparação aos métodos tradicionais.

3 Método da pesquisa

A metodologia deste estudo foi baseada em uma abordagem qualitativa e quantitativa, combinando pesquisa bibliográfica e práxis pedagógica, acumulada ao longo da experiência docente dos autores nas disciplinas de Matemática e Física do primeiro ano do Ensino Médio. A combinação desses métodos possibilitou uma compreensão mais abrangente dos problemas e necessidades identificadas, contribuindo para a elaboração de uma sequência didática eficaz.

A primeira etapa da metodologia consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de explorar a literatura sobre interdisciplinaridade no ensino de Matemática e Ciências da Natureza, bem como sobre metodologias ativas de ensino (Teixeira, 2015). A revisão da literatura foi essencial para identificar lacunas e desafios enfrentados pelos estudantes e fundamentar teoricamente a proposta de sequência didática. A análise incluiu textos clássicos e contemporâneos, como os estudos de Fazenda (2011b) e Japiassu (1976),

que abordam a evolução e as concepções de interdisciplinaridade na educação, fornecendo uma base teórica importante para a integração entre disciplinas. Além disso, experiências de aplicação de metodologias ativas foram revisitadas.

Durante o ano de 2021, um dos autores deste estudo ministrou aulas de Física e Matemática em uma escola pública de São Paulo, para uma turma de 41 alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Nesse período, foi realizado um processo avaliativo processual com o objetivo de medir o progresso dos alunos em diferentes aspectos do conhecimento, como a compreensão de conceitos e a resolução de problemas. Essa avaliação foi estruturada de forma a possibilitar uma análise do aprendizado dos estudantes, com foco na integração entre os conceitos das disciplinas de Matemática e Física.

As avaliações foram organizadas em duas fases. A primeira fase avaliou os conceitos fundamentais de Física e Matemática de forma isolada, enquanto a segunda fase focou a aplicação dos conceitos em problemas contextualizados que integravam ambas as disciplinas. Na primeira fase, foram propostas seis questões para cada disciplina.

Na disciplina de Física, os conceitos abordados foram o movimento retilíneo uniforme e o movimento uniformemente variado, enquanto, na Matemática, os conteúdos envolveram funções do primeiro e do segundo grau. Para exemplificar a abordagem, seguem duas questões de cada disciplina:

- **Física:**

- 1) Considere um carro em movimento retilíneo uniforme. Se a posição do carro em relação ao tempo é dada pela equação $x(t) = 5t$, onde x é a posição em metros e t , o tempo em segundos, calcule a posição do carro no instante $t = 3$ segundos.
- 2) Explique o que significa a constante velocidade em um movimento retilíneo uniforme e como podemos interpretá-la a partir do gráfico de posição versus tempo.

- **Matemática:**

- 1) A função $f(x) = 2x + 3$ é representada graficamente a seguir. Qual é o valor de $f(2)$?
- 2) Determine o vértice da parábola descrita pela função $f(x) = -x^2 + 3x$.

O objetivo da primeira fase foi avaliar a compreensão dos fundamentos relacionados às equações de movimento e às funções. Na segunda fase, as questões apresentaram maior complexidade e exigiram a aplicação dos mesmos algoritmos matemáticos em contextos que envolviam problemas de Física. Essa etapa também consistiu em seis questões, sendo duas exemplificadas a seguir:

- 1) Um ciclista está se movendo em linha reta a uma velocidade constante de 18 km/h. Se ele parte de um ponto situado a 2 km da origem, qual será sua posição após 3 horas? Escreva a fórmula do movimento retilíneo uniforme e calcule a posição. Represente os pontos de partida e de chegada em um gráfico.
- 2) Uma bola é lançada em um campo de futebol a longa distância. Sabendo que a equação que descreve a posição da bola é $y(t) = 20t - 4,9t^2$, calcule a altura máxima da bola. Explique o que essa posição significa no contexto do movimento.

As questões da segunda fase exigiram dos alunos não apenas a aplicação de algoritmos matemáticos, mas também a interpretação dos fenômenos físicos descritos. Os resultados das avaliações revelaram dificuldades na integração dos conhecimentos de Física e Matemática. Na primeira fase, o desempenho foi satisfatório: 78,1% (32 alunos) alcançaram mais de 50% de acertos nas questões de Matemática, e 83,0% (34 alunos) obtiveram mais de 50% de acertos em Física. Contudo, na segunda fase, apenas 46,3% (19 alunos) resolveram corretamente mais de 50% das questões, indicando dificuldades específicas na aplicação interdisciplinar.

Os dados evidenciaram que, embora os alunos dominassem conceitos básicos, como a interpretação de funções e gráficos, enfrentaram dificuldades ao integrar esses conceitos para resolver problemas físicos mais complexos. A principal limitação foi a transposição da linguagem matemática para a física, especialmente em problemas que envolviam a modelagem de movimentos e o uso de funções quadráticas. Esses resultados indicam a necessidade de uma sequência didática interdisciplinar e contextualizada, capaz de facilitar a compreensão integrada dos conteúdos.

Com o objetivo de aprimorar o aprendizado, foi estruturada uma sequência didática em seis etapas, planejadas para promover a integração entre Matemática e Física. As primeiras etapas abordaram os conceitos de funções e cinemática por meio de aulas separadas, utilizando a metodologia ativa de Instrução por Pares (*Peer Instruction*), conforme descrito por Mazur (2015). Na terceira etapa, o conceito de função linear foi aplicado ao movimento retilíneo uniforme, com a colaboração de professores de ambas as disciplinas no mesmo ambiente.

Nessa fase, adotou-se a metodologia de Aprendizagem Baseada em Times (*Team-Based Learning*, TBL), conforme apresentada por Lovato *et al.* (2018). Em tal abordagem, os alunos, organizados em grupos, leram e interpretaram textos sobre situações reais, promovendo o protagonismo e a autonomia no processo de aprendizagem.

A quarta etapa consistiu em uma atividade prática no pátio da escola, na qual os alunos coletam dados sobre movimentos uniformes e os analisam utilizando a metodologia PBL. Nas etapas subsequentes, foram abordadas as funções quadráticas e o movimento retilíneo uniformemente variado, com a aplicação da gamificação como estratégia para engajar os alunos e promover uma aprendizagem mais envolvente. A gamificação é utilizada para explorar conceitos como aceleração e funções horárias, por meio de elementos lúdicos.

Por fim, a sexta etapa envolveu a aplicação da PBL para a construção de gráficos e análise do movimento de corpos em um plano inclinado, consolidando o aprendizado dos conceitos estudados.

A avaliação da sequência didática foi planejada, preferencialmente, para ocorrer de forma processual, em momentos distintos ao longo das diferentes etapas. As avaliações abrangeram questões relativas aos conceitos introdutórios, à interpretação de problemas, à análise de dados coletados e à elaboração de gráficos, visando mensurar tanto o progresso dos alunos quanto a eficácia da metodologia interdisciplinar proposta. A abordagem metodológica adotada neste estudo evidencia a necessidade de uma integração curricular mais aprofundada, com o intuito de promover uma aprendizagem significativa e contextualizada. As metodologias propostas permitem o desenvolvimento de uma sequência didática que, além de atender às necessidades identificadas, oferece uma base sólida para futuras pesquisas e práticas pedagógicas interdisciplinares nas áreas de Matemática e Ciências da Natureza.

4 Resultados e discussões

A sequência didática interdisciplinar proposta foi fundamentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e na vasta experiência docente dos autores deste estudo nas áreas de Matemática e Ciências da Natureza. A pesquisa bibliográfica que subsidiou a elaboração da sequência teve como objetivo buscar caminhos para diminuir a fragmentação dos conteúdos nas disciplinas de Matemática e Física no primeiro ano do Ensino Médio. A pesquisa considerou a relação dinâmica entre o mundo social e os educandos, ou seja, a identificação dos vínculos entre o contexto objetivo e a subjetividade inerente à proposta interdisciplinar de ensino-aprendizagem (Teixeira, 2015). Dessa forma, a sequência didática visa promover maior familiaridade com a abordagem interdisciplinar ao tratar dos temas de funções e movimento nas disciplinas de Matemática e Física no Ensino Médio.

Quadro 1 ▼

Distribuição dos tópicos da sequência didática e carga horária.

Fonte: elaborado pelos autores

A sequência didática foi estruturada em seis etapas, desenvolvidas ao longo de vinte aulas de quarenta e cinco minutos, conforme resumido no Quadro 1. A aplicação pode ser realizada de maneira integral ou parcial, sendo possível, por exemplo, desenvolver apenas as etapas de 1 a 4, que cobrem desde os conteúdos introdutórios até a interrelação entre a função afim e o movimento retilíneo uniforme.

Etapa	Quantidade de aulas (carga horária)	Conteúdos abordados
1	2 aulas (90 minutos)	Noções sobre funções: definição por fórmulas; noções sobre o plano cartesiano; relações estabelecidas por tabelas e construção de gráficos
2	2 aulas (90 minutos)	Introdução à cinemática: posição; trajetória; referencial; velocidade escalar média e instantânea; movimento progressivo e retrógrado; dependência da trajetória em relação ao referencial
3	4 aulas (180 minutos)	Função afim e movimento uniforme: função do primeiro grau; coeficientes e raiz da função; velocidade média e instantânea
4	4 aulas (180 minutos)	Atividade sobre função e movimento: crescimento e decrescimento linear; análise do movimento uniforme; função horária do espaço no movimento uniforme
5	4 aulas (180 minutos)	Função quadrática e movimento uniformemente variado: definição de função do segundo grau; velocidade e aceleração escalar; movimento acelerado e retardado; aceleração
6	4 aulas (180 minutos)	Atividade no plano inclinado: raízes e gráfico da função quadrática; domínio e imagem; função horária da velocidade e do espaço no movimento uniformemente variado
Total:		20 aulas de 45 minutos

As etapas 1 e 2, detalhadas nos Quadros 2 e 3, introduzem os conceitos de funções e cinemática, que serão abordados separadamente pelos professores de Matemática e Física. Recomenda-se o uso da metodologia ativa de Instrução por Pares (*Peer Instruction*) para a consolidação dos conteúdos nessas etapas iniciais. A metodologia de Instrução por Pares é particularmente adequada para o ensino de conceitos de Matemática e Física, pois promove o aprendizado ativo por meio de discussões entre os alunos, facilitando a compreensão de ideias complexas. Ao explicar os conceitos para seus pares, os estudantes solidificam o aprendizado e superam barreiras cognitivas. Ademais, o feedback imediato durante as interações permite a correção de equívocos conceituais em tempo real, o que é fundamental para ajustar o entendimento de forma eficaz. Essa abordagem também favorece o entendimento de aplicações, especialmente em Física, aproximando o conhecimento teórico de problemas do mundo real.

Quadro 2 ►

Etapa 1 da
sequência didática.

Fonte: elaborado
pelos autores

Professor de Matemática	Noções sobre funções (2 aulas)
Aulas 1 e 2	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar com a noção intuitiva de função, utilizando como exemplo a relação entre tempo e espaço em uma corrida; • Elaborar uma tabela no quadro, relacionando os instantes de tempo e a distância percorrida; • Apresentar uma fórmula ou função algébrica para representar o espaço em função do tempo; • Propor um exercício semelhante para ser realizado em duplas; • Revisar os conceitos fundamentais sobre o plano cartesiano; • Mostrar gráficos de funções lineares e quadráticas, tanto no quadro quanto em um software computacional, acompanhados das respectivas expressões algébricas; • Discutir os conceitos-chave, como intersecção com os eixos, coeficientes, crescimento e decrescimento, máximos e mínimos.

Quadro 3 ►

Etapa 2 da
sequência didática.

Fonte: elaborado
pelos autores

Professor de Física	Introdução à cinemática (2 aulas)
Aulas 3 e 4	<ul style="list-style-type: none"> • Definir e exemplificar no quadro os conceitos de ponto material, corpo extenso e móvel; • Conceituar referencial utilizando uma reta real e definir as condições de repouso e movimento, exemplificando com situações cotidianas; • Definir trajetória e sentido de trajeto com auxílio de esquemas; • Definir deslocamento escalar, diferenciando-o da distância percorrida; • Consolidar os conceitos através da metodologia <i>Peer Instruction</i>.

A metodologia de Instrução por Pares é aplicada em sala de aula por meio de uma abordagem interativa, na qual o professor realiza uma breve e objetiva apresentação do tema, seguida pela aplicação de uma pergunta conceitual em um pré-teste. Um exemplo seria uma questão sobre um conceito fundamental de Física, como “o movimento de um objeto em queda livre”. Inicialmente, cada aluno responde individualmente. As respostas podem ser registradas em softwares específicos, como Plicker e Socrative, ou por meio de questionários em papel acompanhados de cartões identificadores para cada alternativa. Nos softwares, as respostas são coletadas automaticamente, apresentando em tempo real o percentual de acertos e a identificação dos alunos ao professor. No caso do uso de papel, o professor precisa contabilizar manualmente os acertos e calcular o percentual, enquanto a separação dos alunos que acertaram ocorre no momento em que cada um exibe seu cartão. Independentemente do método adotado, a formação de pares para interação, composta por alunos que acertaram e que erraram o teste, é realizada em seguida.

Após a primeira etapa do pré-teste, o professor orienta os pares a discutirem suas respostas, incentivando a explicação dos conceitos e a justificativa das escolhas feitas. Durante essa fase, o docente circula pela sala, guiando e incentivando as discussões, além de formular perguntas adicionais para aprofundar a compreensão dos conceitos trabalhados. Em seguida, cada aluno responde individualmente a uma nova pergunta,

utilizando o mesmo recurso inicial (software ou cartão), permitindo ao professor reavaliar as respostas e dar continuidade à aplicação da metodologia.

O feedback imediato constitui um elemento essencial na metodologia de Instrução por Pares, pois possibilita ao professor ajustar a condução da aula conforme o nível de compreensão dos alunos. Esse feedback é obtido por meio dos índices de acertos registrados em gráficos gerados pelos aplicativos ou contabilizados pelos cartões-resposta. Quando o índice de acertos no teste inicial é inferior a 30%, o professor compreende a necessidade de revisar o conceito de maneira mais detalhada. Se o índice de acertos, após a interação entre os pares, situar-se entre 30% e 70%, é recomendado promover uma nova rodada de perguntas e discussões antes de avançar com o conteúdo. Assim, o percentual de acertos é utilizado para identificar as dificuldades dos alunos e direcionar a abordagem instrucional. Essa estratégia permite intervenções pedagógicas direcionadas, seja por meio de explicações complementares ou pela promoção de novas interações, reforçando a compreensão do conteúdo por parte dos estudantes.

Após as quatro aulas introdutórias, os conteúdos subsequentes poderão ser trabalhados conjuntamente pelos professores de Matemática e Física, tanto nos itinerários formativos quanto em projetos integrados que envolvam as áreas de Matemática e Ciências da Natureza.

O objetivo da terceira etapa, detalhada no Quadro 4, é definir a função linear e aplicá-la ao movimento retilíneo uniforme. A partir dessa etapa, os professores de Matemática e Física devem atuar como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, conduzindo as atividades em um mesmo ambiente e de forma colaborativa. Sugere-se a utilização da metodologia de aprendizagem por times (TBL), que pode ser organizada em grupos de cinco a oito alunos. Esses grupos deverão realizar a leitura de um texto que retrate uma situação real envolvendo movimento uniforme, a fim de interpretar conjuntamente os conceitos abordados.

Quadro 4 ▼
Etapa 3 da
sequência didática.
*Fonte: elaborado
pelos autores*

Professores de Matemática e Física	Função afim e movimento uniforme (4 aulas)
Aulas 5 e 6	<ul style="list-style-type: none"> • Dividir a turma em grupos de cinco a oito alunos para a aplicação da metodologia aprendizagem por times (TBL); • Distribuir um texto impresso, ou fornecer um link de acesso, que apresente situações envolvendo o movimento retilíneo e a função afim; • Cada grupo deverá resolver duas situações-problema em que aplicarão os conceitos de velocidade média, velocidade instantânea e suas relações com os coeficientes da função afim; • Ao final, cada grupo deverá preparar uma apresentação sobre os pontos-chave, utilizando um mural em papel ou uma plataforma virtual (como o Padlet).
Aulas 7 e 8	<ul style="list-style-type: none"> • Cada grupo apresentará sua postagem sobre os conceitos trabalhados nas situações-problema; • Após as apresentações, os professores de Matemática e de Física retomarão os conceitos expressos nos murais, discutindo-os com toda a turma e, se necessário, enriquecendo as explicações; • Ao final, serão propostas novas situações-problemas para serem resolvidas em sala de aula.

O TBL desempenha um papel essencial nas etapas descritas, pois promove uma aprendizagem ativa e colaborativa, envolvendo os estudantes em todas as fases do

processo educativo. A divisão da turma em grupos estimula a criação de um ambiente colaborativo, no qual os alunos podem compartilhar e discutir ideias, favorecendo a construção coletiva do conhecimento. A distribuição de um texto impresso ou o fornecimento de um link para acesso a conteúdos sobre movimento retilíneo e função afim oferece a base teórica necessária, que será aplicada pelos estudantes na resolução de situações-problema, desenvolvendo, assim, suas habilidades analíticas e de raciocínio crítico.

A resolução de problemas em grupos incentiva a aplicação prática dos conceitos de velocidade média, velocidade instantânea e suas relações com os coeficientes da função afim, o que contribui para a consolidação do aprendizado e para a conexão entre as disciplinas. As apresentações preparadas pelos grupos promovem a comunicação dos conhecimentos adquiridos, permitindo que os alunos ensinem uns aos outros, o que reforça a compreensão dos conteúdos trabalhados. Após as apresentações, a discussão dirigida pelos professores tem o papel de esclarecer conceitos, resolver dúvidas e enriquecer o aprendizado, garantindo que todos os estudantes obtenham uma compreensão mais aprofundada dos temas.

Na metodologia TBL, cada aluno pode assumir uma função específica para garantir uma colaboração organizada e eficaz. Uma forma de organização consiste na divisão das responsabilidades em papéis fixos, como líder do grupo, gerente de tempo, apoiador de conteúdo, comunicador e relator, sendo que cada função contribui para a execução das tarefas. O líder do grupo coordena as atividades e ajuda a manter o foco; o gerente de tempo assegura o cumprimento dos prazos; o apoiador de conteúdo presta suporte na aplicação dos conceitos de movimento retilíneo e função afim; o comunicador sintetiza as ideias para apresentação; e o relator registra as principais conclusões e elabora o mural ou a postagem final. Alternativamente, a divisão de tarefas pode ser flexível, permitindo que os alunos decidam internamente como distribuí-las, de acordo com as preferências e habilidades individuais. Essa autonomia favorece a autogestão, uma habilidade valorizada pela metodologia TBL, ao proporcionar maior liberdade de escolha aos estudantes.

Sob uma perspectiva interdisciplinar e dialógica, a coordenação entre os professores de Matemática e Física deve ser colaborativa e isenta de hierarquias fixas. Ambos devem atuar em igualdade, interagindo de maneira contínua entre si e com os alunos, de modo a integrar os conceitos das duas disciplinas de forma natural. Essa abordagem valoriza o conhecimento de ambos os professores sem uma liderança rígida, permitindo que suas intervenções se alternem conforme as necessidades do grupo. A interdisciplinaridade não exige que cada docente se restrinja aos temas de sua área; ao contrário, promove a união de esforços para abordar os conceitos de movimento e função de maneira integrada. Essa estratégia torna o aprendizado mais significativo, ao demonstrar a interdependência entre os conteúdos de Matemática e Física, o que é essencial para uma compreensão abrangente dos fenômenos físicos.

Para enriquecer a discussão e contextualizar a aplicação dos conceitos de movimento retilíneo e função afim, sugerem-se exemplos do cotidiano que devem ser descritos e ilustrados. Por exemplo:

- Deslocamento de um ônibus em linha reta entre duas paradas: os alunos podem analisar a velocidade média do ônibus ao longo do percurso e calcular a função que descreve o deslocamento em função do tempo, explorando a relação entre velocidade constante e o coeficiente angular da função afim. Situações como tráfego intenso ou paradas para embarque e desembarque também podem ser discutidas, destacando conceitos de velocidade média e instantânea;

- Movimento de um atleta em uma corrida de 100 metros: outro exemplo é o movimento uniforme de um corredor durante um trecho da corrida. Os alunos podem calcular a velocidade média, discutir o tempo necessário para completar diferentes distâncias e relacionar a função afim com a trajetória linear do corredor em função do tempo. Esse exemplo conecta conceitos físicos e matemáticos com o esporte, facilitando a compreensão prática.

Nesta etapa, a avaliação será predominantemente processual, acompanhando o desenvolvimento do trabalho dos alunos. Alguns instrumentos de avaliação processual recomendados incluem:

- Autoavaliação e avaliação por pares: os alunos podem refletir sobre seu desempenho e avaliar os colegas do grupo, considerando aspectos como participação, contribuição e cooperação. Essa prática fortalece a responsabilidade e a autogestão no grupo;
- Observação direta com registro em diário de campo: os professores podem observar os grupos durante as discussões e a resolução de problemas, registrando o engajamento dos alunos, a clareza das ideias e a capacidade de aplicar os conceitos teóricos;
- Feedback após as apresentações: durante as apresentações dos murais, os professores podem oferecer feedback imediato, destacando pontos fortes e aspectos a serem aprimorados. Esse feedback tem caráter formativo, orientando os alunos a melhorar seus conhecimentos.

Embora a avaliação final dos resultados seja menos enfatizada, ela pode ocorrer por meio de uma breve atividade escrita, individual ou em grupo, para verificar a compreensão dos conceitos e as habilidades desenvolvidas. No entanto, o foco principal desta etapa recai sobre o processo, promovendo o aprendizado colaborativo e a construção contínua de conhecimentos.

Finalmente, as situações-problema propostas para resolução em sala de aula reforçam a aplicação dos conceitos discutidos, consolidando o aprendizado de maneira contextualizada. Dessa forma, a TBL não só facilita a compreensão dos conteúdos, como também promove a interação social, o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e a autonomia dos alunos.

A quarta etapa, apresentada no Quadro 5, complementa a anterior e consiste na realização de uma atividade prática no pátio ou na quadra da escola. Os alunos, organizados em grupos, irão solucionar um problema relacionado à construção de gráficos a partir de dados coletados. A metodologia de aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*, PBL) será empregada para a análise de uma corrida em movimento uniforme em um percurso curto. Os dados referentes ao espaço percorrido e ao tempo serão utilizados para a construção de tabelas e gráficos que representem o movimento.

Quadro 5 ►
Etapa 4 da
sequência didática.
*Fonte: elaborado
pelos autores*

Professores de Matemática e Física	Atividade sobre função e movimento (4 aulas)
Aulas 9 e 10	<ul style="list-style-type: none"> A turma é dividida em grupos de cinco a oito alunos, e um aluno do grupo é escolhido como líder para as atividades utilizando a metodologia PBL; Inicialmente, em sala de aula, os professores retomam os conceitos trabalhados previamente; O problema é apresentado: construir tabelas e gráficos do movimento de uma corrida e interpretar os resultados; O grupo discute o problema e resume os pontos mais relevantes; Em seguida, os alunos realizam uma pesquisa sobre como coletar os dados de uma corrida e quais materiais serão necessários para a atividade prática.
Aulas 11 e 12	<ul style="list-style-type: none"> Com as informações e os materiais necessários em mãos, os grupos iniciam as atividades na quadra ou pátio da escola; Um dos alunos do grupo realiza a corrida em volta da quadra; Os tempos do deslocamento são cronometrados, e pelo menos quatro tempos distintos devem ser registrados durante o percurso de uma volta; Os dados coletados são organizados em tabelas, e os alunos devem construir gráficos relacionando o espaço percorrido em função do tempo; Os grupos retornam para a sala de aula e apresentam os resultados obtidos. Os professores comentam e complementam as interpretações realizadas pelos alunos.

A metodologia PBL é fundamental nesta etapa, pois promove uma aprendizagem ativa e centrada no aluno, incentivando a aplicação prática dos conceitos teóricos. A utilização dessa metodologia estimula a colaboração, a responsabilidade e o desenvolvimento de habilidades de liderança, que são essenciais para o trabalho em equipe. O início da aula com a retomada dos conceitos oferece uma base teórica, permitindo que os alunos apliquem esses conhecimentos na resolução do problema proposto: a construção de tabelas e gráficos a partir dos dados da corrida.

Na atividade prática, a integração entre Matemática e Física ocorre de maneira natural ao vincular o conceito de movimento uniforme, da Física, com a construção e interpretação de gráficos e tabelas, habilidades essenciais da Matemática. A Física fornece o contexto, como na análise de uma corrida, em que o movimento uniforme é observado por meio de deslocamentos em tempos cronometrados. Esses dados empíricos, coletados pelos alunos, servem como base para o desenvolvimento matemático, pois, ao representar o deslocamento em função do tempo, os estudantes constroem tabelas e gráficos que expressam a função linear característica do movimento uniforme. Essa interdisciplinaridade permite que os alunos compreendam como o fenômeno físico do movimento é representado matematicamente por uma função, fortalecendo o aprendizado de ambos os conteúdos.

Durante a discussão do problema, os alunos são incentivados a pensar criticamente e a sintetizar os pontos mais relevantes, promovendo uma compreensão coletiva. A pesquisa sobre a coleta de dados e os materiais necessários para a atividade prática envolve os alunos ativamente, possibilitando a construção de um entendimento mais profundo sobre os conceitos de movimento e suas representações gráficas. A realização da atividade na quadra ou no pátio da escola, com a cronometragem de tempos e a coleta de dados reais,

torna o aprendizado mais significativo e contextualizado, estimulando a observação e a análise empírica. Nessas atividades, o papel do aluno-líder é essencial.

O aluno-líder desempenha um papel central na organização e condução das atividades do grupo dentro da metodologia PBL. Suas funções incluem:

- **Coordenação:** o líder organiza as tarefas no grupo, garantindo a participação ativa de todos os membros e o cumprimento de suas funções;
- **Facilitação:** ele conduz as discussões iniciais sobre o problema, incentivando a expressão de ideias por todos e resumindo os pontos principais de cada etapa de forma clara;
- **Gestão de tempo e materiais:** durante a atividade prática, o líder assegura o cumprimento do cronograma e a disponibilidade dos materiais necessários para a coleta de dados;
- **Mediação de conflitos:** caso surjam discordâncias, o líder auxilia na resolução, promovendo uma comunicação respeitosa e colaborativa;
- **Representação do grupo:** nas apresentações finais, o líder coordena a distribuição das falas e organiza a sequência de apresentação, facilitando o compartilhamento dos resultados com a turma.

Essas responsabilidades permitem que o aluno-líder desenvolva competências essenciais, como organização, comunicação, resolução de conflitos e tomada de decisão, fundamentais para uma liderança efetiva e colaborativa.

A avaliação do desempenho dos grupos na resolução do problema é uma etapa crucial da metodologia, podendo ser estruturada em duas dimensões: coletiva e individual, com critérios específicos.

- **Dimensão coletiva:**
 - 1) **Qualidade da coleta e organização dos dados:** os professores avaliam a precisão dos dados registrados, a clareza das tabelas e a correção dos gráficos elaborados;
 - 2) **Interpretação e análise:** verifica-se a compreensão do grupo sobre a relação entre deslocamento e tempo, além da adequação das conclusões apresentadas;
 - 3) **Trabalho em equipe:** o comprometimento e a colaboração entre os membros do grupo são observados e considerados na avaliação.
- **Dimensão individual:**
 - 1) **Participação e contribuição:** a contribuição individual durante a coleta de dados, discussões e apresentações é avaliada por meio de observações dos professores e relatos dos colegas;
 - 2) **Reflexão e entendimento conceitual:** os alunos respondem a perguntas sobre o que aprenderam, permitindo medir sua compreensão individual.

A combinação das dimensões coletiva e individual permite valorizar o trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que reconhece o esforço e a compreensão de cada aluno, resultando em uma avaliação mais completa do aprendizado.

Ao elaborar tabelas e gráficos com os dados coletados, os alunos desenvolvem habilidades de análise e interpretação de informações, que são essenciais tanto na Matemática quanto na Física. A apresentação dos resultados para a turma e a discussão com os professores

proporcionam um espaço para reflexões críticas e complementações das interpretações realizadas, reforçando o aprendizado colaborativo. Dessa forma, a PBL não apenas facilita a aplicação prática dos conceitos, mas também desenvolve competências importantes, como pesquisa, comunicação e trabalho em equipe, promovendo uma formação integral dos alunos.

Um momento de reflexão após a atividade prática pode ser enriquecedor para consolidar o aprendizado. Durante essa etapa, cada grupo pode se reunir para discutir os principais desafios enfrentados, como a precisão na coleta dos dados, o uso dos cronômetros e as dificuldades encontradas na organização e representação gráfica das informações. Os alunos também podem identificar quais estratégias foram mais eficazes ou qual método de cronometragem foi mais adequado.

Esse momento de análise reflexiva pode ser guiado por perguntas-chave, tais como:

- Quais foram os maiores desafios ao coletar e organizar os dados?
- Quais estratégias ajudaram a resolver o problema de maneira mais eficiente?
- O que vocês fariam de forma diferente em uma atividade semelhante no futuro?

Essas questões não apenas incentivam uma revisão crítica das etapas práticas, mas também promovem a autoconfiança e o pensamento crítico, elementos essenciais no aprendizado centrado no aluno e na metodologia PBL.

Na quinta etapa (Quadro 6), são abordados os conteúdos referentes às funções quadráticas e ao movimento uniformemente variado (MUV). Os tópicos relativos às equações e funções polinomiais de segundo grau, raízes, coordenadas e vértice são apresentados em conjunto com os conceitos de aceleração constante e as funções horárias no MUV, incluindo movimentos acelerados e retardados. Nessa fase, sugere-se a utilização da metodologia de gamificação, que envolve o uso de elementos típicos de jogos em contextos educacionais, como pontuações, níveis, desafios, missões, recompensas e regras claras.

Quadro 6 ▼

Etapa 5 da
sequência didática.

Fonte: elaborado
pelos autores

Professores de Matemática e Física	Função quadrática e movimento uniformemente variado (4 aulas)
Aulas 13 e 14	<ul style="list-style-type: none"> • Os professores de Matemática e Física apresentam as definições contextualizadas sobre a função polinomial do segundo grau e sua relação com o movimento uniformemente variado; • Os professores introduzem os conceitos de raízes da função quadrática e vértice por meio de exemplos que envolvem movimentos acelerados e retardados; • As definições de aceleração e desaceleração são explicadas com o auxílio de esquemas no quadro ou projeções de figuras ilustrativas; • Exercícios envolvendo gráficos são propostos ao final dessas aulas.
Aulas 15 e 16	<ul style="list-style-type: none"> • A turma é dividida em grupos para a realização de atividades envolvendo a gamificação; • É sugerido o uso do software Kahoot, acessível via smartphone, para o desenvolvimento das atividades; • Cada grupo cria um personagem que representará a equipe no ambiente virtual previamente preparado pelos professores; • O objetivo do jogo é responder corretamente ao maior número de questões sobre funções quadráticas e movimento variado; • Metas menores são estabelecidas para avaliar o nível de conhecimento dos conceitos, enquanto as metas maiores envolvem a resolução de problemas práticos relacionados a movimentos e funções quadráticas; • Pontuações e recompensas são oferecidos às equipes vencedoras.

Quadro 7 ▼
 Etapa 6 da
 sequência didática.
 Fonte: elaborado
 pelos autores

Na sexta etapa (Quadro 7), os conteúdos relacionados à função quadrática são aprofundados, com a elaboração de gráficos das funções horárias do MUV. Nessa última fase, é sugerida a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). A proposta consiste em resolver o problema do movimento de corpos em um plano inclinado. Os alunos, organizados em grupos, coletam dados referentes ao movimento de uma bola lançada em uma rampa. A atividade inclui a medição de distâncias, tempos e espaços percorridos, com o objetivo de construir tabelas e gráficos relacionando o espaço e o tempo, bem como a velocidade e o tempo.

Professores de Matemática e Física	Atividade no plano inclinado (4 aulas)
Aulas 17 e 18	<ul style="list-style-type: none"> As equipes formadas em etapas anteriores são mantidas para o desenvolvimento da atividade baseada na metodologia PBL; Os professores retomam os conceitos iniciais em sala de aula; O problema é proposto: construir tabelas e gráficos do movimento de uma bola abandonada em uma rampa; Os grupos discutem o problema e sintetizam os pontos principais; Em seguida, realizam uma pesquisa sobre a coleta de dados em corpos que rolam em planos inclinados, definindo estratégias e materiais necessários para a execução do experimento; Os grupos conduzem o experimento em uma rampa na escola, sendo possível selecionar inclinações distintas para cada grupo; Serão utilizados os seguintes materiais: bolas, trena, cronômetro e marcadores de distâncias (fitas ou giz); Define-se uma distância total no percurso da rampa, com marcações nos pontos inicial e final. Essa distância é dividida em quatro partes iguais; Quatro tempos de rolagem da bola são cronometrados: tempo 1 até um quarto do percurso, tempo 2 até a metade, tempo 3 até três quartos e tempo 4 até o final; O experimento é repetido três vezes e a média aritmética de cada tempo é calculada; Uma variação do experimento, que permite a construção da parábola completa, envolve o lançamento da bola de baixo para cima, medindo-se os quatro tempos de subida e os quatro tempos de descida.
Aulas 19 e 20	<ul style="list-style-type: none"> Os grupos retornam à sala de aula para a elaboração de tabelas e gráficos; Cada grupo deve analisar seus resultados, investigando questões como: os tempos nas quatro partes do percurso foram iguais? Quais fatores explicam as variações de tempo? Que tipo de movimento ocorreu com a bola? Os resultados são apresentados pelos grupos à classe; Os professores comentam os resultados, sintetizam os conceitos e encerram a sequência.

A metodologia PBL aplicada ao experimento com o plano inclinado contribui significativamente para o aprendizado interdisciplinar de conceitos de Física e Matemática. A proposta de investigar o movimento de uma bola em uma rampa, caracterizando um caso de movimento uniformemente variado, utiliza conceitos de Física, como velocidade e aceleração, e os relaciona diretamente com as funções quadráticas necessárias para descrever e analisar o movimento. A PBL torna o aprendizado mais ativo e centrado no aluno ao propor um problema real: a coleta e análise de dados do movimento da bola em um plano inclinado. Ao realizar medições e registrar os tempos em diferentes pontos do percurso, os alunos constroem tabelas que os auxiliam a organizar e sistematizar as informações,

permitindo uma visualização direta do comportamento do movimento. Esse processo de coleta de dados e construção de tabelas, seguido da elaboração de gráficos relacionados ao espaço e tempo, além de velocidade e tempo, evidencia como os conceitos de Física e Matemática se complementam para modelar e interpretar o fenômeno do movimento.

A PBL incentiva o desenvolvimento de habilidades fundamentais tanto em Matemática quanto em Física, promovendo uma compreensão interdisciplinar. Por exemplo, na Física, o conceito de aceleração é explorado quando os alunos observam que o tempo de deslocamento não é constante em cada fração do percurso, indicando a ação de uma força que provoca uma variação na velocidade. Eles também começam a compreender o comportamento parabólico do movimento, no caso do lançamento da bola em ambas as direções, subida e descida, refletindo o comportamento típico do MUV. Na Matemática, ao construírem gráficos da função quadrática que descreve o movimento, os alunos lidam com a representação de dados, o que reforça sua capacidade de análise quantitativa e de construção de modelos. Ao discutir as variações de tempo e investigar o tipo de movimento observado, a PBL também promove o desenvolvimento de habilidades críticas, como a interpretação de dados e a síntese de resultados, essenciais para a resolução de problemas de Física e para a análise matemática. Esse ambiente colaborativo e investigativo incentiva os alunos a refletirem sobre as inter-relações entre o movimento observado e as representações matemáticas, fortalecendo o entendimento interdisciplinar e contextualizado dos conceitos. Dessa forma, a PBL não apenas facilita o aprendizado dos conteúdos, mas também prepara os alunos para o uso integrado de conhecimentos em diferentes áreas, o que é fundamental para a formação científica e essencial para a preparação dos estudantes do Ensino Médio para se tornarem cidadãos críticos e participativos.

A pesquisa sobre a coleta de dados de corpos em movimento sobre planos inclinados fomenta o pensamento crítico e a formulação de estratégias experimentais. Durante a execução do experimento, no qual se cronometra a rolagem da bola em diferentes distâncias e inclinações, os estudantes aprimoram suas habilidades de análise e observação. A elaboração de tabelas e gráficos, após a coleta de dados, permite que os alunos interpretem e verifiquem seus resultados, enquanto as apresentações em grupo promovem a comunicação e a reflexão crítica. Ao final, os professores sintetizam os conceitos trabalhados, assegurando que os alunos estabeleçam conexões entre a teoria e a prática, consolidando o aprendizado de forma significativa.

A avaliação da sequência didática deve ser preferencialmente processual, ocorrendo em momentos distintos ao longo das etapas. A primeira avaliação será realizada nas etapas 1 e 2, nas quais os estudantes responderão a um questionário contendo questões introdutórias sobre os conceitos básicos de funções e movimento. A segunda avaliação ocorrerá na etapa 3, consistindo na entrega de um breve texto com a interpretação e as respostas aos problemas propostos no TBL. A terceira avaliação será a apresentação das tabelas e gráficos relativos à coleta de dados obtida na etapa 4, enquanto a avaliação final envolverá a entrega das tabelas, gráficos e funções do movimento referentes à atividade de observação do movimento da bola em uma rampa, desenvolvida na etapa 6.

A sequência didática interdisciplinar focada em funções polinomiais e movimento retilíneo permite adaptações para diferentes contextos escolares, como turmas maiores ou com níveis variados de proficiência dos alunos. Em turmas maiores, uma estratégia seria a divisão dos alunos em grupos de trabalho que alternem entre atividades teóricas e práticas, utilizando as metodologias colaborativas apresentadas na sequência original. Nesses casos, o papel do professor como facilitador torna-se ainda mais importante, promovendo a interação e garantindo que todos os grupos avancem no conteúdo com o apoio de material didático oferecido. Um ou dois professores auxiliares de classe poderão colaborar com os professores das disciplinas de Física e Matemática em turmas maiores.

[1] PhET. Disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR.

[2] SimuFísica. Disponível em:
<https://simufisica.com/>.

Para turmas com diferentes níveis de proficiência, é possível utilizar a mesma sequência com alguns ajustes. Alunos mais avançados podem desempenhar o papel de tutores ou líderes de grupo, ajudando os colegas, o que promove uma integração colaborativa e fortalece o aprendizado dos participantes. Os alunos com dificuldades podem ser apoiados por materiais visuais e concretos, como gráficos simplificados e experimentos em escala reduzida, utilizando superfícies manipuláveis, como mesas, canaletas, entre outras, que auxiliem na compreensão do movimento retilíneo. O uso de recursos tecnológicos, como aplicativos de simulação do movimento, como o PhET (Universidade do Colorado)¹ ou o SimuFísica², pode ser explorado para enriquecer a experiência dos estudantes e permitir uma aprendizagem mais personalizada em turmas heterogêneas.

5 Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo elaborar uma sequência didática interdisciplinar para o ensino de funções e movimento retilíneo no primeiro ano do Ensino Médio, integrando conteúdos de Matemática e Ciências da Natureza. Os resultados sugerem que a integração entre Matemática e Física se mostra eficaz, proporcionando uma aprendizagem contextualizada e significativa. A proposta incluiu a aplicação de metodologias ativas, como Instrução por Pares, TBL, PBL e gamificação, as quais se revelaram promissoras para engajar os alunos e facilitar a compreensão dos conceitos envolvidos. A interação entre as disciplinas oferece aos estudantes uma visão mais ampla e coesa dos conteúdos, permitindo que percebam as interconexões entre as funções matemáticas e os movimentos físicos. Essa abordagem não apenas pode consolidar o conhecimento teórico dos discentes, mas também estimular o desenvolvimento de habilidades analíticas e aplicáveis.

Uma das principais contribuições da sequência didática é a promoção de uma abordagem mais integrada e inter-relacionada dos conteúdos curriculares. Ao combinar conceitos de Matemática e Física, a interdisciplinaridade permite superar a fragmentação do conhecimento, que frequentemente ocorre quando os conteúdos são abordados de forma isolada. Esse enfoque facilita a compreensão de conceitos complexos e favorece sua aplicação em contextos reais, aspecto fundamental para a formação de estudantes mais críticos e preparados para enfrentar desafios acadêmicos e profissionais.

A adoção de metodologias ativas mostra-se particularmente eficaz no aumento da motivação e do engajamento dos alunos. Essas abordagens criam um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, incentivando a participação ativa dos estudantes e facilitando a assimilação dos conteúdos. Além disso, o uso dessas metodologias não apenas aprimora a compreensão dos conceitos acadêmicos, mas também desenvolve habilidades essenciais, como o trabalho em equipe, a resolução de problemas e o pensamento crítico.

Contudo, o estudo também identificou algumas limitações e áreas passíveis de aprimoramento. A implementação da sequência didática em uma única escola e com um grupo específico de alunos pode restringir a generalização dos resultados. Além disso, a aplicação integral da sequência, com todas as suas etapas e metodologias, pode apresentar desafios logísticos e de tempo para os professores. Tais questões devem ser consideradas ao adaptar a proposta para diferentes escolas e contextos educacionais.

A prática interdisciplinar exige uma reflexão contínua sobre a formação dos professores e o desenvolvimento profissional. Investir na capacitação docente para o ensino interdisciplinar é crucial para garantir a aplicação eficaz dessas abordagens, além de possibilitar sua adaptação às necessidades específicas dos alunos. Programas de formação continuada e a colaboração entre professores de diferentes disciplinas são estratégias que podem apoiar a integração curricular e melhorar a qualidade do ensino-aprendizagem.

Em resumo, a abordagem interdisciplinar proposta demonstrou ser uma ferramenta valiosa para o ensino de Matemática e Ciências, contribuindo para a construção de um conhecimento mais integrado e aplicável. A continuidade e a expansão de práticas pedagógicas interdisciplinares têm o potencial de transformar a educação, promovendo um aprendizado mais significativo e preparando melhor os estudantes para os desafios do século XXI. A integração de conteúdos curriculares e a utilização de metodologias ativas representam um caminho promissor para a melhoria do ensino-aprendizagem e o desenvolvimento de competências essenciais para o futuro dos discentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores e coordenadores da Pós-Graduação em Ensino Interdisciplinar de Ciências da Natureza e Matemática do Instituto Federal de São Paulo, Campus Araraquara, pelas valiosas sugestões para o desenvolvimento da sequência didática.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuições ao artigo

FARIA, H. A. M.: concepção ou desenho do estudo/pesquisa; análise e/ou interpretação dos dados; revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito. **TAVONI, R.:** concepção ou desenho do estudo/pesquisa; análise e/ou interpretação dos dados. Todos os autores participaram da escrita, discussão, leitura e aprovação da versão final do artigo.

Referências

- BARBOSA, F. E.; PONTES, M. M.; CASTRO, J. B. A utilização da gamificação aliada às tecnologias digitais no ensino da matemática: um panorama de pesquisas brasileiras. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 3, p. 1593-1611, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1593-1611.id905>.
- BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017.** Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007 [...]; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 21 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BOTO, C. Por uma ética em profissão: rumo a uma nova paideia. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 6, n. 10, p. 9-26, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-32832002000100002>.

CUNHA, R. S.; RIBEIRO, L. M.; SEQUEIRA, C.; BARROS, R. A.; CABRAL, L.; DIAS, T. S. O que facilita e dificulta a aprendizagem? A perspectiva de adolescentes. **Psicologia em Estudo**, v. 25, e46414, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/psicoestud.v25i0.46414>.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011a.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2011b.

FIASCA, A. B. A.; BELMONTE, V. N.; TAVARES, B. M.; BATISTA, M. C. A utilização de metodologias ativas no ensino de física: uma possibilidade para o ensino de relatividade restrita na educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 367-383, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/930>. Acesso em: 2 nov. 2024.

FURTADO, R. S.; SILVA, V. V. A.; BRITO, A. B. S. Ensino remoto e interdisciplinaridade: notas para (re)pensar o processo de escolarização no ensino médio. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 709-727, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/OT2021v23.n.2.60169>.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1976.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: legitimate peripheral participation**. New York: Cambridge University Press, 1991.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>.

MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAES, D. R. S.; DOMINGOS, H. P. As mídias e a interdisciplinaridade na formação de professores: diálogos pedagógicos. **Revista Educação e Linguagens**, Campo Mourão, v. 4, n. 6, p. 33-53, 2015. DOI: <https://doi.org/10.33871/22386084.2015.4.6.33-53>.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Dialogando sobre a interdisciplinaridade em Ivani Catarina Arantes Fazenda e alguns dos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade da PUC-SP (GEPI). **Revista Interdisciplinaridade**, n. 10, p. 95-107, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade/article/view/32444/>. Acesso 28 jul. 2024.

NINOW, V.; KAIBER, C. T. O projeto “lançamento de projéteis”: uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio. **REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 300-317, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p300>.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Country Note**. Programme for International Student Assessment (PISA). Results from PISA 2018. Brazil. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/edu/pisa/publications/national-reports/pisa-2018/featured-country-specific-overviews/PISA2018_CN_BRA.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2022 results (volume I): the state of learning and equity in education**. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.

SILVA, A. P. A interdisciplinaridade no ensino de funções e cinemática: um relato de experiência de uma sequência didática. **Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, v. 6, n. 1, p. 178-193, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36732/riep.v6i1.369>.

SILVA, C. G.; PINHO, M. J.; VIDAL, R. C.; FERNANDES, J. C. S. Interdisciplinaridade em currículo e projetos: perspectivas críticas. **Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 23-44, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36732/riep.v4i2.136>.

SILVA, I. P.; GOMES, Y. L. S.; BASTOS, K. S.; SILVA, G. S.; FEITOSA, A. M. Relação teoria/prática, interdisciplinaridade e educação pela pesquisa: reflexões à luz da experiência da residência pedagógica em física, na Universidade Federal de Alagoas. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 5, p. 130-151, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/2690>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SILVA, J. T.; SILVA, I. M. Uma revisão sistemática sobre a aprendizagem baseada em problemas no ensino de Ciências. **Pesquisa e Ensino**, v. 1, e202021, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37853/pqe.e202021>.

TEIXEIRA, N. F. Metodologias de pesquisa em educação: possibilidades e adequações. **Caderno Pedagógico**, v. 12, n. 2, p. 7-17, 2015. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1289>. Acesso em: 21 out. 2024.