

$$E = mc^2$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\psi(x, t)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\hat{H}\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE FÍSICA

Fundamentos e Práticas na Amazônia Paraense

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Fagner de Sousa Ribeiro

Maclean Vieira Pereira

Renan Daniel Domingos

Eliane Cristina da Cunha Mota

Richardson Sousa Campos

TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE FÍSICA



TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE FÍSICA

Fundamentos e Práticas na Amazônia Paraense

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Fagner de Sousa Ribeiro

Macleon Vieira Pereira

Renan Daniel Domingos

Eliane Cristina da Cunha Mota

Richardson Sousa Campos

Belém-PA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S688

Souza, Ednilson Sergio Ramalho de.

TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE FÍSICA: Fundamentos e Práticas na
Amazônia Paraense /Fagner de Sousa Ribeiro; Maclean Vieira Pereira; Renan Daniel Domingos; Eliane Cristina da
Cunha Mota; Richardson Sousa Campos.Organizado por Ednilson Sergio Ramalho Souza Júnior; Fagner de Sousa Ribeiro; Maclean
Vieira Pereira; Renan Daniel Domingos; Eliane Cristina da Cunha Mota; Richardson Sousa
Campos.

- Belém : Autopub Editora, 2026.

Livro em PDF

181 p.

ISBN 978-65-83093-35-6

DOI 10.46898/autopub.d9efbe25cbe3

1. Teorias de Aprendizagem 2. Ensino de Física 3. MNPEF

I. Souza, Ednilson Sergio Ramalho de (Org.). II. Ribeiro, Fagner de Sousa. III. Pereira, Maclean Vieira. IV.
Domingos, Renan Daniel. V. Mota, Eliane Cristina da Cunha. VI. Campos, Richardson Sousa. VII. Título.

CDD-370.15

Índices para catálogo sistemático:

1. Teorias de Aprendizagem : Fundamentos e Práticas

Ficha catalográfica elaborada conforme ABNT NBR 12899 / CDD 23ª ed.

Conselho Editorial

Autopub Editora

MEMBROS DO CONSELHO

Editor-Chefe

Prof. Dr. Ednilson Souza - UFOPA

Membros do Conselho

Profa. Msc. Andria Raiane Coelho Campos - SEMEC-STM

Prof. Msc. Éfrem Colombo Vasconcelos Ribeiro - IFPA

Prof. Msc. Jorge Carlos Silva - ULBRA

Profa. Msc. Vaneza Nascimento de Oliveira Mélo - FICS

Profa. Dra. Irlana Jane Menas da Silva - UEFS

Profa. Msc. Daniela Emilena Santiago Dias de Oliveira - UNIP

Profa. Dra. Rejane Harder - UFS

Prof. Msc. André de Araújo Moraes - UNESP

S U M Á R I O

APRESENTAÇÃO	6
1 Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física	9
<i>Um Estudo Teórico à Luz do Condicionamento Operante de B. F. Skinner</i>	
<i>Fagner de Sousa Ribeiro · Maclean Vieira Pereira · Ednilson Sergio Ramalho de Souza</i>	
2 Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física	32
<i>Uma Proposta Teórico-Metodológica Ausubeliana para o 1º Ano do Ensino Médio</i>	
<i>Fagner de Sousa Ribeiro · Maclean Vieira Pereira · Ednilson Sergio Ramalho de Souza</i>	
3 Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física	55
<i>Um Estudo Teórico à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud</i>	
<i>Fagner de Sousa Ribeiro · Maclean Vieira Pereira · Ednilson Sergio Ramalho de Souza</i>	
4 Experimentação nas Abordagens Clássicas de Aprendizagem	76
<i>Renan Daniel Domingos</i>	
5 O Uso de Práticas Experimentais no Ensino de Eletrostática à Luz de Guthrie, Ausubel e Vergnaud	106
<i>Relato de Experiência no Ensino Médio</i>	
<i>Eliane Cristina da Cunha Mota · Richardson Sousa Campos · Ednilson Sergio Ramalho de Souza</i>	
6 Filmes e Mídias no Ensino de Física Conceitual	144
<i>Uma Análise Teórica em Contexto Amazônico</i>	
<i>Maclean Vieira Pereira · Ednilson Sergio Ramalho de Souza</i>	

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Esta coletânea reúne seis artigos produzidos no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), sob orientação do professor Ednilson Sergio Ramalho de Souza. Os trabalhos nasceram de um mesmo problema pedagógico enfrentado nas escolas públicas do oeste paraense: a defasagem de aprendizagens em Física agravada no período pós-pandêmico, e de uma mesma aposta metodológica – a de que teorias clássicas e contemporâneas da aprendizagem, quando articuladas de forma criteriosa ao contexto amazônico, oferecem caminhos concretos para a recomposição de saberes e para a renovação das práticas docentes.

O livro está organizado em seis capítulos que dialogam entre si sem se repetir. Os três primeiros capítulos formam um bloco teórico dedicado a discutir, cada qual à luz de um referencial próprio, propostas de recomposição de aprendizagens para o primeiro ano do Ensino Médio: o Condicionamento Operante de B. F. Skinner, a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Tomados em conjunto, esses capítulos evidenciam como perspectivas comportamentais e cognitivistas, muitas vezes tratadas como excludentes, podem ser lidas de forma complementar diante de um mesmo desafio de sala de aula.

O quarto capítulo amplia essa discussão ao propor uma sequência didática experimental sobre o conceito de centro de gravidade, articulando três referenciais clássicos – o Behaviorismo de Watson, a Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud – em uma abordagem mista. O quinto capítulo desloca o olhar para a experimentação em Eletrostática, relatando uma experiência desenvolvida no âmbito do PIBID à luz de Guthrie, Ausubel e Vergnaud. Por fim, o sexto capítulo amplia o espectro teórico ao incorporar as contribuições de Moran e Freire, discutindo o uso de filmes e mídias audiovisuais no ensino de Física conceitual em contexto amazônico.

Mais do que uma justaposição de artigos, esta obra propõe um percurso: dos fundamentos teóricos à sua aplicação experimental e midiática, sempre com os pés fincados na realidade das escolas do oeste do Pará. Espera-se que professores de Física, pesquisadores da área de ensino de ciências e estudantes de pós-graduação encontrem aqui tanto fundamentação teórica quanto propostas metodológicas passíveis de adaptação a outros contextos e realidades escolares.

01

Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física

Um Estudo Teórico à Luz do Condicionamento Operante de B. F. Skinner

Fagner de Sousa Ribeiro

Maclean Vieira Pereira

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

**RECOMPOSIÇÃO DE APRENDIZAGENS NO ENSINO DE FÍSICA: UM
ESTUDO TEÓRICO À LUZ DO CONDICIONAMENTO OPERANTE DE
B. F. SKINNER**

*LEARNING RECOMPOSITION IN PHYSICS TEACHING: A THEORETICAL
STUDY IN THE LIGHT OF B. F. SKINNER'S OPERANT CONDITIONING*

Fagner de Sousa Ribeiro

<http://lattes.cnpq.br/5284806789623820>

Macleon Vieira Pereira

<http://lattes.cnpq.br/8525599013504075>

Ednilson Sergio Ramalho de Souza (Orientador)

<http://lattes.cnpq.br/8585311639613120>

<https://orcid.org/0000-0002-2816-0941>

RESUMO

O presente artigo investiga as contribuições do Condicionamento Operante de Burrhus Frederic Skinner para a recomposição de aprendizagens no ensino de Física no primeiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública de tempo integral do interior amazônico. A pesquisa parte do diagnóstico de déficits conceituais acumulados pelos estudantes ao longo da Educação Básica – agravados pelas interrupções provocadas pela pandemia de COVID-19 – e propõe uma sequência didática fundamentada nos princípios do reforço positivo, do reforço negativo, da extinção, da modelagem e dos esquemas de reforçamento. A abordagem skinneriana é articulada à Instrução Programada e à Instrução por Pares (Peer Instruction) como estratégias metodológicas

capazes de estruturar a aprendizagem de forma gradual, objetiva e verificável. A análise das implicações pedagógicas indica que a sistematização do ambiente de aprendizagem por meio de contingências de reforço pode promover a reconstrução de habilidades e competências físicas essenciais, especialmente nas áreas de grandezas e medidas e cinemática escalar. A proposta resultante aponta para a viabilidade de um modelo intervencionista baseado em feedback contínuo, progressão por pequenos passos e avaliação formativa sistemática, alinhado às diretrizes do Plano Nacional de Recomposição das Aprendizagens (BRASIL, 2022) e à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018).

Palavras-chave: Condicionamento Operante. Recomposição de Aprendizagens. Ensino de Física. Reforço Positivo. Instrução Programada.

ABSTRACT

This article investigates the contributions of Burrhus Frederic Skinner's Operant Conditioning theory to the recomposition of learning in Physics teaching in the first year of Brazilian secondary education, in a full-time public school in the Amazonian interior. The research is grounded in the diagnosis of conceptual deficits accumulated by students throughout Basic Education – further aggravated by the disruptions caused by the COVID-19 pandemic – and proposes a didactic sequence based on the principles of positive reinforcement, negative reinforcement, extinction, shaping, and schedules of reinforcement. The Skinnerian approach is articulated with Programmed Instruction and Peer Instruction as methodological strategies capable of structuring learning in a gradual, objective, and verifiable manner. The analysis of pedagogical implications indicates that the systematization of the learning environment through reinforcement contingencies can promote the reconstruction of essential skills and competencies in Physics, especially in the areas of quantities and measurements and scalar kinematics. The resulting proposal points to the viability of an interventionist model based on continuous feedback, small-step progression, and systematic formative assessment, aligned with the Brazilian National Learning Recomposition Plan (BRASIL, 2022) and the National Common Curricular Base (BNCC, 2018).

Keywords: Operant Conditioning. Learning Recomposition. Physics Teaching. Positive Reinforcement. Programmed Instruction.

1 INTRODUÇÃO

A recomposição de aprendizagens emergiu como uma das prioridades mais urgentes da educação brasileira no período pós-pandêmico. O Plano

Nacional de Recomposição das Aprendizagens, instituído pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2022), reconhece que as interrupções escolares prolongadas aprofundaram lacunas conceituais preexistentes, tornando imperativa a adoção de estratégias pedagógicas sistematizadas para a reconstrução dos repertórios comportamentais e cognitivos dos estudantes. No campo específico do ensino de Física, esse desafio reveste-se de particular complexidade, uma vez que a disciplina exige uma cadeia progressiva de conceitos cuja ausência compromete a aprendizagem de conteúdos subsequentes.

Nesse contexto, a teoria do Condicionamento Operante, desenvolvida por Burrhus Frederic Skinner ao longo do século XX, oferece um arcabouço analítico e interventivo de grande potencial pedagógico. Diferentemente do condicionamento clássico pavloviano, o paradigma operante centra-se no comportamento emitido pelo organismo e nas consequências que o fortalecem ou enfraquecem. A ideia de que o ambiente pode ser sistematicamente organizado para produzir determinados repertórios comportamentais — incluindo repertórios acadêmicos — constitui o núcleo da proposta skinneriana para a educação (SKINNER, 1972, 1974).

O presente artigo situa-se no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), e integra uma série de estudos teóricos destinados a fundamentar um Produto Educacional voltado à recomposição de aprendizagens em Física para o primeiro ano do Ensino Médio na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA). Os artigos anteriores dessa série exploraram a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (RIBEIRO; PEREIRA, 2026a) e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (RIBEIRO; PEREIRA, 2026b). O presente trabalho completa essa tríade teórica com o olhar behaviorista de Skinner, abordando dimensões comportamentais que as teorias cognitivistas tendem a subestimar: o papel do reforço sistemático, da progressão gradual e do controle ambiental sobre a aquisição de novos repertórios.

Diante desse cenário, o problema de pesquisa que orienta este estudo pode ser formulado nos seguintes termos: de que modo os princípios do Condicionamento Operante de B. F. Skinner podem fundamentar sequências didáticas de recomposição de aprendizagens no ensino de Física para o primeiro ano do Ensino Médio, especialmente nos blocos temáticos de Grandezas e Medidas e Cinemática Escalar?

O objetivo central deste artigo é analisar como os princípios do Condicionamento Operante skinneriano podem embasar sequências didáticas de recomposição de aprendizagens em Física, com ênfase nos blocos temáticos de Grandezas e Medidas e Cinemática Escalar. Para tanto, discutem-se os fundamentos teóricos do behaviorismo operante, suas implicações para a instrução sistemática, e as interfaces com estratégias pedagógicas contemporâneas como a Instrução Programada e a Instrução por Pares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Behaviorismo Operante e a Educação

O behaviorismo radical de Skinner representa uma das mais coerentes e rigorosas tradições científicas do pensamento psicológico do século XX. Sua contribuição fundamental à compreensão do comportamento humano reside na distinção entre comportamento respondente — desencadeado por estímulos antecedentes, nos moldes do condicionamento clássico — e comportamento operante, definido como aquele emitido espontaneamente pelo organismo e modificado pelas consequências que o seguem (SKINNER, 1938; MOREIRA, 2011).

O princípio central do Condicionamento Operante estabelece que qualquer comportamento seguido de uma consequência reforçadora tem sua frequência de emissão aumentada. Esse reforço pode ser positivo, quando envolve a apresentação de um estímulo apetitivo após a emissão do comportamento, ou negativo, quando se caracteriza pela remoção de um estímulo aversivo. Em contrapartida, a punição — positiva ou negativa —

reduz a probabilidade de ocorrência do comportamento. A extinção ocorre quando um comportamento previamente reforçado deixa de receber reforço, diminuindo gradativamente (SKINNER, 1972; CATANIA, 1999).

Para a educação, Skinner extraiu consequências radicais desses princípios. Em sua obra "Tecnologia do Ensino" (1972), argumentou que o fracasso escolar não é atribuível à incapacidade dos estudantes, mas à má organização do ambiente instrucional. Quando o ensino falha, a responsabilidade recai sobre o design do processo, não sobre o aprendiz. Essa inversão epistemológica é pedagogicamente poderosa: transforma o professor em arquiteto de contingências e o estudante em sujeito ativo cujo comportamento é moldado sistematicamente por um ambiente cuidadosamente planejado.

2.2 Conceitos Fundamentais do Condicionamento Operante com Implicações Pedagógicas

2.2.1 Reforço e suas tipologias

No contexto educacional, o reforço positivo manifesta-se de formas variadas: feedback imediato e específico sobre o acerto, elogio verbal qualificado, pontuação em sistemas gamificados, ou simplesmente a confirmação visual de que a resposta está correta. O que caracteriza o reforçador não é uma propriedade intrínseca do estímulo, mas sua função de aumentar a probabilidade do comportamento que o precede (SKINNER, 1974; ZANOTTO, 2004).

O reforço negativo, frequentemente confundido com punição, opera pela remoção de algo aversivo após a emissão do comportamento correto. No ensino de Física, um exemplo característico ocorre quando o estudante que resolve corretamente um exercício é dispensado de atividades adicionais de reforço — a remoção do trabalho extra funciona como reforçador negativo que fortalece o comportamento de resolução correta.

2.2.2 Modelagem e encadeamento comportamental

A modelagem (shaping) é o processo pelo qual comportamentos complexos são construídos mediante o reforço diferencial de aproximações sucessivas ao comportamento-alvo (SKINNER, 1938; CATANIA, 1999). Na aprendizagem de Física, a modelagem é especialmente relevante porque os conceitos raramente são adquiridos de forma monolítica: o estudante que aprende a resolver problemas de cinemática percorre etapas que envolvem a identificação das grandezas envolvidas, a seleção da equação adequada, a manipulação algébrica e a interpretação física do resultado.

O encadeamento comportamental (chaining) refere-se à organização de sequências de comportamentos em que cada elo da cadeia funciona simultaneamente como resposta ao estímulo anterior e como estímulo discriminativo para a resposta seguinte. No contexto da resolução de problemas físicos, o encadeamento pode ser identificado na progressão lógica que vai da leitura do enunciado à identificação dos dados, da seleção do modelo físico à aplicação da lei, e da operação matemática à análise dimensional do resultado (MOREIRA, 2011).

2.2.3 Discriminação de estímulos e controle de estímulos

A discriminação de estímulos é o processo pelo qual o organismo aprende a emitir uma resposta diante de determinado estímulo (estímulo discriminativo, SD) e a não emitir essa mesma resposta na presença de outros estímulos. No ensino de Física, a discriminação tem papel central na diferenciação entre conceitos que os estudantes frequentemente confundem: velocidade e aceleração, calor e temperatura, força e energia (CATANIA, 1999; MOREIRA, 2011). O professor que apresenta exemplos e contraexemplos de cada conceito está, na linguagem skinneriana, estabelecendo controle de estímulos sobre o repertório discriminativo do estudante.

No contexto da recomposição de aprendizagens, o controle de estímulos é especialmente relevante porque muitos dos erros persistentes dos estudantes resultam de generalizações indevidas — o estudante que aprendeu a calcular velocidade média aplica erroneamente o mesmo procedimento a situações de

movimento variado. A extinção dessas generalizações equivocadas e o estabelecimento de discriminações precisas entre conceitos constitui, portanto, uma etapa fundamental do processo de recomposição (SKINNER, 1972; ZANOTTO, 2004).

2.2.4 Esquemas de reforçamento

Os esquemas de reforçamento determinam quando e com que frequência o reforço é apresentado após a emissão do comportamento. Skinner identificou e descreveu sistematicamente quatro esquemas básicos: razão fixa, razão variável, intervalo fixo e intervalo variável (FERSTER; SKINNER, 1957; CATANIA, 1999). No design instrucional, a escolha do esquema de reforçamento tem implicações diretas sobre a taxa de resposta, a resistência à extinção e o padrão de engajamento do estudante.

Em sequências de recomposição de aprendizagens, recomenda-se inicialmente o uso de esquemas de reforço contínuo — em que cada resposta correta é imediatamente reforçada — para o estabelecimento de novos comportamentos. À medida que o repertório se consolida, a transição para esquemas intermitentes favorece a manutenção dos comportamentos com maior resistência à extinção, o que é desejável no contexto de aprendizagens que precisam ser retidas a longo prazo (ZANOTTO, 2004).

2.3 Instrução Programada: a pedagogia skinneriana em ação

A aplicação mais sistemática dos princípios do Condicionamento Operante à educação resultou na proposta da Instrução Programada, desenvolvida por Skinner a partir de meados da década de 1950. O programa linear, formulação original skinneriana, organiza o conteúdo em pequenas unidades denominadas "quadros" (frames), cada uma apresentando uma quantidade mínima de informação nova e solicitando uma resposta ativa do estudante, seguida de confirmação imediata (SKINNER, 1972; BZUNECK; GUIMARÃES, 2010).

Os princípios que regem a Instrução Programada skinneriana podem ser sintetizados em cinco postulados operacionais. O primeiro é o da resposta ativa: o estudante não é receptor passivo, mas deve emitir uma resposta verificável a cada quadro. O segundo é o do feedback imediato: a confirmação ou correção deve ocorrer imediatamente após a resposta, de modo que a contingência de reforço se estabeleça com precisão temporal. O terceiro é o dos pequenos passos: cada quadro deve introduzir apenas uma nova informação ou exigir apenas um pequeno avanço em relação ao quadro anterior, minimizando a probabilidade de erro e maximizando o reforço positivo. O quarto é o do ritmo individual: cada estudante progride no próprio ritmo, sem pressão externa de tempo. O quinto é o da verificabilidade: o progresso é continuamente monitorado e documentado (SKINNER, 1972; MOREIRA, 2011).

Embora a Instrução Programada tenha sido frequentemente associada a tecnologias analógicas do século XX – como as máquinas de ensinar (teaching machines) e os livros programados – seus princípios encontram renovada relevância nos ambientes digitais contemporâneos. Plataformas adaptativas de aprendizagem, sistemas de tutoria inteligente e aplicativos educacionais que fornecem feedback imediato e personalizado são, em essência, implementações tecnologicamente sofisticadas dos princípios skinnerianos (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; KULIK; KULIK; COHEN, 1980).

2.4 Instrução por Pares e o Reforço Social

A Instrução por Pares (Peer Instruction), metodologia desenvolvida por Eric Mazur na Universidade de Harvard nos anos 1990, embora originalmente concebida no âmbito construtivista, pode ser reinterpretada à luz do Condicionamento Operante como uma estratégia que potencializa o reforço social (MAZUR, 1997; CROUCH; MAZUR, 2001). Quando um estudante explica a um colega o raciocínio que o levou à resposta correta, e essa explicação resulta na compreensão do colega, o comportamento de explicar é reforçado

por um conjunto de consequências sociais — o reconhecimento, a confirmação e a sensação de competência.

Na perspectiva skinneriana, o ambiente de sala de aula pode ser deliberadamente organizado para maximizar as oportunidades de reforço social. A discussão entre pares, mediada por questões conceituais cuidadosamente elaboradas, cria uma cadeia de contingências em que o comportamento de argumentar, questionar e reformular é sistematicamente reforçado pela aprovação social, pela resolução do conflito cognitivo e pela confirmação do professor. Esse design instrucional alinha-se, portanto, tanto aos princípios comportamentais de Skinner quanto às demandas contemporâneas de engajamento ativo dos estudantes (MOREIRA, 2011; MAZUR, 1997).

2.5 Recomposição de Aprendizagens: o problema do repertório de entrada

A recomposição de aprendizagens, na perspectiva skinneriana, pode ser definida como o processo de reconstrução de repertórios comportamentais acadêmicos que não foram adequadamente instalados — seja porque o ensino original foi mal planejado, seja porque contingências adversas (como a suspensão do ensino presencial durante a pandemia) impediram seu estabelecimento. O conceito behaviorista de repertório de entrada (entering behavior) — conjunto de comportamentos que o estudante deve apresentar antes de iniciar uma nova unidade de ensino — é fundamental para o diagnóstico das lacunas a serem recompostas (SKINNER, 1972; GAGNÉ, 1965).

Dados do SAEB 2021-2023 evidenciam que parcela significativa dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio não domina habilidades básicas de Ciências da Natureza previstas para os anos finais do Ensino Fundamental — como a utilização de unidades de medida, a leitura de gráficos e a interpretação de grandezas vetoriais (BRASIL, 2023). Na linguagem skinneriana, esses estudantes não apresentam os repertórios de entrada necessários para a aprendizagem de Física no nível médio, o que torna

imperativa uma etapa prévia de modelagem e encadeamento comportamental voltada à instalação desses repertórios.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa de natureza teórico-bibliográfica. Segundo Creswell (2010, p. 26), a pesquisa qualitativa é aquela em que o investigador procura compreender o significado que indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano, valendo-se de uma perspectiva interpretativa e contextualizada. No presente caso, essa abordagem manifesta-se na análise interpretativa das contribuições do Condicionamento Operante skinneriano para o problema educacional da recomposição de aprendizagens em Física. O diagnóstico de entrada utilizado nesta análise já foi aplicado às turmas de primeiro ano da escola investigada, no âmbito do mesmo levantamento que fundamenta os estudos anteriores desta série; a aplicação empírica da sequência didática de intervenção, ora proposta, está prevista para o ano letivo de 2027, no âmbito da dissertação em desenvolvimento no MNPEF/UFOPA, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA).

Do ponto de vista do tipo de pesquisa, o estudo configura-se como uma revisão de literatura sistemática articulada a um estudo de caso em desenvolvimento (GIL, 2010; CRESWELL, 2010). A revisão de literatura fundamenta-se nas obras seminais de Skinner (1938, 1972, 1974), nos estudos de síntese de Moreira (2011) e Catania (1999), e nas pesquisas sobre implementação da Instrução Programada e da Instrução por Pares no ensino de ciências. O estudo de caso refere-se à Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA), contexto empírico no qual o diagnóstico de entrada já foi realizado e no qual a intervenção pedagógica ora proposta será aplicada.

O método de análise articula os fundamentos teóricos do Condicionamento Operante com o diagnóstico aplicado às turmas de primeiro

ano da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA), no início do ano letivo de referência, aqui reanalisado sob a lente skinneriana. As categorias analíticas utilizadas na reanálise dos resultados – Domínio (D), Domínio Parcial (DP) e Não-domínio (ND) – foram elaboradas pelos autores a partir da articulação entre a Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM et al., 1956; ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), que organiza o aprendizado em níveis hierárquicos de crescente complexidade, e os princípios do Condicionamento Operante, que distingue entre repertórios instalados, em processo de instalação e ausentes (SKINNER, 1972; CATANIA, 1999). Essa dupla ancoragem confere às categorias fundamentação teórica explícita, superando o caráter puramente empírico de uma classificação dicotômica certo/errado. As categorias emergem ainda em consonância com os critérios de proficiência estabelecidos pela BNCC (2018), sendo consistentes com os instrumentos diagnósticos desenvolvidos nos estudos anteriores desta série (RIBEIRO; PEREIRA, 2026a; RIBEIRO; PEREIRA, 2026b). A categoria Domínio (D) indica que o estudante apresenta o repertório comportamental esperado de forma autônoma e consistente; Domínio Parcial (DP) indica que o repertório está em processo de instalação, com erros sistemáticos identificáveis; e Não-domínio (ND) indica ausência do repertório de entrada, exigindo intervenção por meio de modelagem a partir das etapas mais elementares da cadeia comportamental.

A sequência didática proposta foi construída a partir dos resultados do diagnóstico aplicado, organizando os conteúdos em dois blocos curriculares prioritários – Grandezas e Medidas e Cinemática Escalar – e delineando, para cada bloco, contingências de reforço, estratégias de modelagem e esquemas de reforçamento compatíveis com o perfil comportamental identificado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados consistem na reanálise, sob a lente do Condicionamento Operante, do diagnóstico aplicado às turmas de primeiro ano da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA),

no início do ano letivo de referência, e na sequência didática construída a partir desses resultados.

4.1 Diagnóstico Comportamental: mapeamento dos repertórios de entrada

Diagnosticados no início do ano letivo de referência deste estudo, os estudantes do primeiro ano da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA), revelaram indicadores críticos: mais de 70% não dominavam operações básicas com frações e proporções; cerca de 60% não conseguiam interpretar um gráfico cartesiano simples; e aproximadamente 80% demonstravam confusão sistemática entre grandeza escalar e vetorial, além de não distinguir velocidade de aceleração. Na linguagem skinneriana, esses números traduzem-se diretamente em categorias de domínio: o déficit em operações básicas com frações e proporções compromete os repertórios de notação científica e de operações com unidades do Sistema Internacional, classificados como Não-domínio (ND) na maioria dos estudantes; a dificuldade de interpretação gráfica caracteriza Domínio Parcial (DP), já que os estudantes reconhecem o gráfico mas não o interpretam com precisão conceitual; e a confusão entre grandeza escalar e vetorial, somada à indistinção entre velocidade e aceleração, evidencia Não-domínio (ND) nos repertórios de resolução de problemas em cinemática escalar. Nos termos do Condicionamento Operante, esses estudantes não possuem os repertórios de entrada necessários para que o ensino convencional de cinemática possa operar sobre comportamentos já instalados.

Os resultados diagnósticos permitem identificar três conjuntos principais de repertórios de entrada ausentes ou parcialmente instalados, que funcionam como categorias norteadoras da sequência didática proposta. O primeiro conjunto refere-se aos repertórios de identificação e manipulação de grandezas físicas — incluindo o reconhecimento de unidades, a realização de conversões e o uso de notação científica — classificados como ND pela maioria dos estudantes ao ingressar no Ensino Médio. O segundo conjunto abrange os repertórios de leitura e interpretação de representações gráficas, com

predominância de DP – estudantes que reconhecem gráficos mas não os interpretam com precisão conceitual. O terceiro conjunto corresponde aos repertórios de resolução de problemas em cinemática escalar, com predominância de ND, em consonância com a confusão sistemática identificada entre grandeza escalar e vetorial e com a indistinção entre velocidade e aceleração, o que evidencia que a cadeia comportamental necessária para a resolução de problemas de MRU e MRUV não foi estabelecida nos anos anteriores.

Essa constatação tem implicação direta sobre o design instrucional: antes de ensinar as equações do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), é necessário instalar os comportamentos de entrada por meio de sequências de modelagem que partam de aproximações muito simples – o reconhecimento de grandezas em contextos cotidianos – e avancem gradualmente até a manipulação algébrica de relações funcionais. Esse raciocínio é estritamente análogo ao que Skinner utilizou na Instrução Programada: cada frame apresenta apenas o que o estudante é capaz de processar com alta probabilidade de acerto (SKINNER, 1972).

É importante interpretar esses resultados à luz do referencial teórico adotado. A ausência dos repertórios de identificação e manipulação de grandezas não configura, na perspectiva skinneriana, um problema de capacidade intelectual – configura um problema de história de reforçamento: esses comportamentos simplesmente nunca foram sistematicamente reforçados no ambiente escolar anterior (SKINNER, 1972; CATANIA, 1999). A predominância de Domínio Parcial (DP) nos repertórios de leitura gráfica, por sua vez, indica comportamentos em processo de instalação – situação que o behaviorismo operante descreve como o início de uma cadeia comportamental ainda incompleta, em que os elos iniciais foram reforçados mas os finais ainda não. Isso tem implicação direta para o design instrucional: não se trata de começar do zero com esses estudantes, mas de identificar precisamente em qual elo da cadeia o reforço cessou e retomar a modelagem a partir desse ponto

(MOREIRA, 2011). O Domínio Parcial não é fracasso — é ponto de partida diagnosticado com precisão, condição necessária para que a recomposição seja eficaz e não repita o erro de tratar todos os estudantes como se apresentassem o mesmo perfil de déficit.

4.2 Proposta de Sequência Didática Fundamentada no Condicionamento Operante

4.2.1 Bloco 1: Grandezas e Medidas

A sequência didática para o Bloco 1 organiza-se em cinco etapas progressivas, cada uma correspondendo a um nível de complexidade comportamental crescente. A primeira etapa — Identificação de Grandezas em Contexto — expõe os estudantes a situações do cotidiano amazônico (distâncias fluviais, temperaturas da floresta, tempos de deslocamento) em que as grandezas físicas emergem naturalmente. O reforço positivo é administrado por feedback verbal imediato do professor e por fichas de confirmação visual que os estudantes preenchem à medida que identificam corretamente as grandezas envolvidas.

A segunda etapa — Conversão de Unidades por Encadeamento — aplica o princípio do encadeamento comportamental à aprendizagem das conversões no Sistema Internacional. Cada elo da cadeia (reconhecer o prefixo, identificar o fator de conversão, operar a multiplicação/divisão, verificar a plausibilidade do resultado) é ensinado separadamente e reforçado antes de ser integrado à cadeia completa. Esse procedimento minimiza a sobrecarga cognitiva e maximiza a probabilidade de reforço em cada etapa.

A terceira etapa — Medição Experimental com Feedback Sistemático — envolve atividades práticas de medição de grandezas no ambiente escolar, com ênfase no uso correto de instrumentos (régua, cronômetro, balança). O reforço é administrado de forma contínua nas primeiras sessões, transitando para esquema de razão variável à medida que os comportamentos de medição se consolidam. A quarta etapa — Notação Científica Programada — utiliza folhas

de Instrução Programada no formato linear skinneriano, com frames de dificuldade crescente e confirmação imediata. A quinta etapa – Avaliação Formativa com Instrução por Pares – aplica questões conceituais em formato de votação (clickers físicos ou aplicativos digitais), seguidas de discussão entre pares e nova votação.

4.2.2 Bloco 2: Cinemática Escalar

A sequência didática para o Bloco 2 parte do pressuposto de que o repertório de entrada do estudante, após o Bloco 1, inclui o domínio operacional das grandezas e das unidades. A modelagem do conceito de velocidade média inicia-se com situações concretas e perceptíveis – a comparação entre dois estudantes que percorrem distâncias iguais em tempos diferentes – antes de avançar para a representação simbólica e gráfica.

O design instrucional do Bloco 2 utiliza sistematicamente o princípio da discriminação de estímulos, ensinando os estudantes a distinguir MRU de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) a partir de características observáveis nos gráficos $v(t)$ e $x(t)$. A discriminação é reforçada por exercícios em que o estudante deve classificar movimentos apresentados graficamente antes de proceder ao cálculo numérico. Essa sequência – percepção, classificação, cálculo – corresponde a uma cadeia comportamental cujos elos são estabelecidos progressivamente, em conformidade com a lógica do encadeamento skinneriano.

4.3 Articulação com Estratégias Contemporâneas

A articulação entre os princípios skinnerianos e estratégias pedagógicas contemporâneas não constitui ecletismo teórico irresponsável, mas reflete a vocação pragmática do behaviorismo operante, que sempre privilegiou a eficácia dos procedimentos sobre a coerência doutrinária. A Instrução por Pares de Mazur, interpretada à luz do Condicionamento Operante, transforma a sala de aula em um ambiente rico em contingências de reforço social, em que o

comportamento de compreender e explicar é sistematicamente conseqüenciado.

Da mesma forma, as tecnologias digitais – aplicativos de questionários com feedback imediato, plataformas de aprendizagem adaptativa, sistemas de tutoria inteligente – podem ser compreendidas como máquinas de ensinar do século XXI, capazes de implementar esquemas de reforçamento com precisão e consistência que dificilmente o professor humano consegue manter em turmas numerosas. Reconhecemos, porém, que essa afirmação precisa ser qualificada no contexto específico de Itaituba: a conectividade intermitente e a ausência de dispositivos individuais em grande parte das turmas da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob tornam inviável apoiar a intervenção em plataformas digitais de forma sistemática. Por isso, a sequência proposta prioriza o formato analógico da Instrução Programada – folhas físicas, autoaplicáveis, de custo nulo – sem abrir mão dos princípios de feedback imediato e pequenos passos que são o núcleo da abordagem skinneriana. A tecnologia, quando disponível, é bem-vinda como reforço; quando não está, a lógica instrucional não colapsa (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010).

4.4 Avaliação Formativa como Controle das Contingências

Na epistemologia skinneriana, a avaliação não é um instrumento de seleção, mas de controle das contingências de ensino. Quando um estudante não aprende, o sistema instrucional deve ser modificado – os frames devem ser simplificados, o reforço deve ser intensificado, o repertório de entrada deve ser reassegurado – antes de se avançar. Essa filosofia avaliativa, radicalmente formativa, antecipou em décadas as diretrizes contemporâneas de avaliação para a aprendizagem (SKINNER, 1972; BLACK; WILIAM, 1998). É uma das inversões mais provocadoras do pensamento skinneriano, e uma das mais resistidas na cultura escolar brasileira: tratar o fracasso do estudante como evidência de falha no design instrucional – não no estudante – exige do professor uma disposição de autocrítica que o sistema de avaliação tradicional raramente incentiva. Nossa proposta pressupõe essa disposição, e sabemos que

cultivá-la no cotidiano da escola pública amazônica será um desafio tão real quanto desenhar as folhas de Instrução Programada.

Na sequência didática proposta, a avaliação formativa opera em múltiplos níveis: o feedback imediato embutido nas folhas de Instrução Programada, a verificação por pares durante as sessões de Instrução por Pares, os registros de observação sistemática do professor durante as atividades práticas, e a análise periódica dos padrões de erro para replanejamento das contingências. O critério de domínio mínimo para progressão entre os blocos é estabelecido em 70% de acerto nas avaliações formativas, assegurando que o repertório de entrada para o bloco seguinte esteja adequadamente instalado.

4.5 Limites e Complementaridades do Behaviorismo Operante no Ensino de Física

Seria epistemologicamente ingênuo ignorar as críticas ao behaviorismo operante como fundamento exclusivo para o ensino de Física. A principal limitação reside na dificuldade de operacionalizar comportamentos observáveis para conceitos físicos que envolvem modelos abstratos – campos, forças, ondas eletromagnéticas – cujos referentes empíricos são inacessíveis à observação direta. Nesses casos, as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud mostram-se complementares e insubstituíveis (RIBEIRO; PEREIRA, 2026a; RIBEIRO; PEREIRA, 2026b).

No entanto, para os propósitos específicos da recomposição de aprendizagens em nível básico – instalação de repertórios de entrada, automatização de procedimentos de medição e cálculo, formação de hábitos de estudo sistemático – o behaviorismo operante oferece ferramentas analíticas e intervencionistas de precisão e eficácia comprovadas. A tríade teórica composta por Ausubel, Vergnaud e Skinner, tomada em sua complementaridade, oferece, portanto, uma base suficientemente robusta para

o design de uma intervenção pedagógica abrangente e teoricamente fundamentada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo demonstrou que os princípios do Condicionamento Operante de B. F. Skinner constituem um referencial teórico produtivo para a fundamentação de sequências didáticas de recomposição de aprendizagens em Física no primeiro ano do Ensino Médio. O que nos pareceu mais relevante ao longo da construção desta proposta não foi constatar que o behaviorismo operante "funciona" — sua eficácia em contextos de instrução sistemática já está bem documentada — mas perceber que ele oferece algo que os referenciais cognitivistas frequentemente deixam implícito: uma tecnologia de intervenção verificável passo a passo. Quando um estudante não instala um repertório esperado, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (VERGNAUD, 1990, 2009) nos diz que seu invariante operatório está equivocado; a Aprendizagem Significativa de Ausubel nos diz que seu subsunçor está ausente. Skinner nos diz o que fazer a seguir: simplificar o frame, reforçar a aproximação imediatamente anterior, e avançar apenas quando o comportamento está consolidado. Essa complementaridade, vivenciada no processo de construção desta pesquisa, é o argumento mais forte a favor da tríade teórica adotada pela série.

A articulação entre a abordagem skinneriana e estratégias contemporâneas como a Instrução por Pares amplia o alcance do paradigma behaviorista, incorporando a dimensão social do reforço sem abandonar o rigor analítico que caracteriza o Condicionamento Operante. A avaliação formativa, reinterpretada como controle sistemático das contingências de ensino, oferece ao professor um instrumento de monitoramento contínuo que permite o replanejamento instrucional a partir dos padrões de resposta dos estudantes.

Completando a tríade teórica inaugurada pelos estudos anteriores desta série (RIBEIRO; PEREIRA, 2026a; RIBEIRO; PEREIRA, 2026b), o presente artigo

contribui para a construção de um quadro teórico-metodológico abrangente que fundamenta o Produto Educacional "Recomeçar para Aprender". A aplicação empírica da sequência didática proposta está prevista para o ano letivo de 2027, quando os resultados obtidos permitirão avaliar a eficácia das estratégias skinnerianas no contexto específico da educação pública amazônica, contribuindo para o avanço do campo do ensino de Física e para as políticas de recomposição de aprendizagens no Brasil.

A tríade Ausubel-Vergnaud-Skinner, tomada em sua complementaridade, oferece ao professor-pesquisador uma base teórica de múltiplas granularidades para enfrentar o problema da recomposição de aprendizagens. Ausubel oferece a lógica da organização hierárquica do currículo — quais subsunçores precisam estar disponíveis para que novos conteúdos sejam ensinados com expectativa de aprendizagem significativa. Vergnaud desce à textura interna dos invariantes operatórios — como esses subsunçores estão estruturados e por que erros persistentes se mantêm mesmo após o ensino convencional. Skinner, por sua vez, oferece o conjunto de ferramentas para a intervenção comportamental sistemática — como instalar, consolidar e manter os repertórios necessários por meio de contingências de reforço cuidadosamente planejadas. Nenhum dos três referenciais, isolado, é suficiente para dar conta da complexidade do fenômeno da recomposição. Juntos, articulados sem ecletismo, mas com clareza sobre o papel específico de cada um, eles constituem a espinha dorsal teórica do Produto Educacional desenvolvido nesta pesquisa — e, espera-se, uma contribuição duradoura para a Educação em Ciências no contexto da escola pública brasileira.

REFERÊNCIAS

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

- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (Org.). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman, 2001.
- BLOOM, B. S. et al. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: cognitive domain. New York: Longmans Green, 1956.
- BLACK, P.; WILIAM, D. Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, London, v. 5, n. 1, p. 7–74, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes para o Plano Nacional de Recomposição das Aprendizagens. Brasília: MEC, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Relatório de resultados do SAEB 2021–2023: Matemática e Ciências da Natureza. Brasília: INEP, 2023.
- BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (org.). *Aprendizagem: processos psicológicos e o contexto social na escola*. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 43–70.
- CATANIA, A. C. *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, Melville, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001.

- FERSTER, C. B.; SKINNER, B. F. Schedules of reinforcement. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- GAGNÉ, R. M. The conditions of learning. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- KULIK, J. A.; KULIK, C. L. C.; COHEN, P. A. Effectiveness of computer-based college teaching: a meta-analysis of findings. Review of Educational Research, Washington, v. 50, n. 4, p. 525-544, 1980.
- MAZUR, E. Peer instruction: a user's manual. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.
- RIBEIRO, F. S.; PEREIRA, M. Recomposição de aprendizagens no ensino de Física: um estudo teórico à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. [Artigo submetido]. UFOPA/MNPEF, 2026a.
- RIBEIRO, F. S.; PEREIRA, M. Recomposição de aprendizagens no ensino de Física: um estudo teórico à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. [Artigo submetido]. UFOPA/MNPEF, 2026b.
- SKINNER, B. F. The behavior of organisms. New York: Appleton-Century-Crofts, 1938.
- SKINNER, B. F. Verbal behavior. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- SKINNER, B. F. Tecnologia do ensino. São Paulo: Herder/EDUSP, 1972.
- SKINNER, B. F. Sobre o behaviorismo. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1974.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. *Human Development*, Basel, v. 52, n. 2, p. 83–94, 2009.

ZANOTTO, M. L. B. Subsídios da Análise do Comportamento para a formação de professores. In: HÜBNER, M. M. C.; MARINOTTI, M. (Org.). *Análise do Comportamento para a Educação: contribuições recentes*. Santo André: ESETec, 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza, orientador desta pesquisa, pela disponibilidade, pela rigorosidade intelectual e pelo acompanhamento criterioso que tornaram possível a elaboração deste trabalho. Sua orientação foi decisiva tanto para a solidez do referencial teórico quanto para a coerência metodológica da proposta aqui apresentada.

Agradecem também ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pelo apoio institucional e pelas condições de produção acadêmica que viabilizaram esta pesquisa.

02

Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física

*Uma Proposta Teórico-Metodológica Ausubeliana para o 1º Ano do
Ensino Médio*

Fagner de Sousa Ribeiro

Maclean Vieira Pereira

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

**RECOMPOSIÇÃO DE APRENDIZAGENS NO ENSINO DE
FÍSICA: UMA PROPOSTA TEÓRICO-METODOLÓGICA
AUSUBELIANA PARA O 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

*LEARNING RECOMPOSITION IN PHYSICS TEACHING: AN
AUSUBELIAN THEORETICAL-METHODOLOGICAL PROPOSAL
FOR SECONDARY-SCHOOL FIRST GRADE*

Fagner de Sousa Ribeiro

<http://lattes.cnpq.br/5284806789623820>

Maclean Vieira Pereira

<http://lattes.cnpq.br/8525599013504075>

Ednilson Sergio Ramalho de Souza (Orientador)

<http://lattes.cnpq.br/8585311639613120>

<https://orcid.org/0000-0002-2816-0941>

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta teórico-metodológica para a recomposição de aprendizagens no ensino de Física do primeiro ano do Ensino Médio, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e ampliada por Marco Antônio Moreira. Dados do SAEB 2021-2023 confirmam regressão expressiva nos índices de aprendizado adequado, evidenciando que estudantes ingressam com subsunçores ausentes ou fragilizados — condição

que inviabiliza a aprendizagem significativa sem intervenção deliberada. Articulando o referencial ausubeliano à Pedagogia da Problemática de Delizoicov, Angotti e Pernambuco nos Três Momentos Pedagógicos, e em diálogo com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, desenvolvem-se três instrumentos: uma matriz de cinquenta e três subsunçores matemáticos e conceituais para os seis blocos do currículo do 1º ano; um método em quatro etapas para o desenho de organizadores prévios, ilustrado por exemplo completo; e um instrumento diagnóstico com critérios ternários de análise. Discute-se a distinção entre recomposição e reforço, argumentando que apenas a primeira, fundamentada em diagnóstico e desenho pedagógico deliberado, cria as condições cognitivas para a aprendizagem significativa genuína. A proposta destina-se à aplicação empírica em etapa subsequente no âmbito do MNPEF/UFOPA.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Subsunçores. Organizadores prévios. Recomposição de aprendizagens. Ensino de Física.

ABSTRACT

This article presents a theoretical-methodological proposal for learning recomposition in first-year secondary-school Physics teaching, grounded in David Ausubel's Meaningful Learning Theory and extended by Marco Antônio Moreira. SAEB 2021–2023 data confirm significant regression in adequate learning rates, showing that students arrive with absent or fragile subsumers – a condition that prevents meaningful learning without deliberate intervention. Articulating the Ausubelian framework with Delizoicov, Angotti and Pernambuco's Three Pedagogical Moments, and in dialogue with Vergnaud's Theory of Conceptual Fields, three instruments are developed: a matrix of fifty-three mathematical and conceptual subsumers across the six curricular content blocks; a four-step method for advance-organizer design, with a fully developed example; and a diagnostic instrument with ternary analysis criteria. The article argues that only recomposition – grounded on prior diagnosis and deliberate pedagogical design – creates the cognitive conditions for genuine meaningful learning, distinguishing it from conventional remedial teaching. Empirical application is planned for a subsequent stage within MNPEF/UFOPA.

Keywords: Meaningful learning. Subsumers. Advance organizers. Learning recomposition. Physics teaching.

1 INTRODUÇÃO

A chegada de estudantes ao primeiro ano do Ensino Médio com defasagens estruturais em conhecimentos matemáticos e científicos elementares constitui, na prática docente brasileira contemporânea, um dos obstáculos mais visíveis e menos enfrentados sistematicamente ao ensino de Física. O quadro foi dramaticamente agravado pela pandemia de COVID-19 e pelas limitações do ensino remoto emergencial, mas não é recente: há pelo menos duas décadas documenta-se, em particular nas redes públicas, o ingresso de estudantes com domínio precário de operações aritméticas elementares, proporcionalidade, funções, leitura de gráficos e noções básicas sobre fenômenos naturais. Dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do ciclo 2021–2023 registram regressão expressiva nos percentuais de estudantes com aprendizado adequado em Matemática e Ciências da Natureza (BRASIL, 2023). Em contextos de alta desigualdade, como o da escola pública amazônica em que se situa este trabalho, a defasagem assume contornos que a resposta escolar usual — revisão, reforço em contraturno — mostra-se estruturalmente incapaz de enfrentar.

Os diagnósticos aplicados às turmas de primeiro ano da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA), revelaram indicadores críticos: mais de 70% dos estudantes não dominavam operações básicas com frações e proporções; cerca de 60% não conseguiam interpretar um gráfico cartesiano simples; e aproximadamente 80% demonstravam confusão sistemática entre grandezas escalares e vetoriais, além de não distinguir velocidade de aceleração. Na perspectiva ausubeliana, esses dados não descrevem lacunas pontuais de conteúdo: eles revelam que os subsunçores necessários para a aprendizagem significativa da Física do Ensino Médio estão ausentes ou gravemente fragilizados na estrutura cognitiva da maioria dos ingressantes.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) oferece uma chave de leitura

particularmente potente para este problema. Sob seu arcabouço, as defasagens não são mera lacuna de conteúdo, mas ausência ou fragilidade dos subsunçores necessários para que novos conhecimentos físicos sejam aprendidos de modo significativo. A recomposição de aprendizagens deixa, então, de ser sinônimo de repetição do ensino e passa a designar uma ação pedagógica especificamente voltada à construção ou ao fortalecimento desses ancoradouros cognitivos — tarefa para a qual Ausubel propõe um dispositivo próprio: o organizador prévio.

A proposta sustenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa — em suas ampliações por Marco Antônio Moreira (2006, 2011, 2012), notadamente o conceito de Aprendizagem Significativa Crítica e a estrutura das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) — e dialoga com a Pedagogia da Problematização operacionalizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) nos Três Momentos Pedagógicos, bem como com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (RIBEIRO; VIEIRA, 2026a). Desta articulação decorrem três instrumentos: (i) uma matriz de subsunçores matemáticos e conceituais distribuídos pelos seis blocos de conteúdo do 1º ano; (ii) um método em quatro etapas para o desenho de organizadores prévios; e (iii) um instrumento diagnóstico com critérios ternários de análise.

O objetivo deste artigo é propor e sistematizar uma articulação teórico-metodológica — composta por matriz de subsunçores, método de desenho de organizadores prévios e instrumento diagnóstico — voltada à recomposição de aprendizagens no ensino de Física do primeiro ano do Ensino Médio, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e em diálogo com os Três Momentos Pedagógicos e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

O artigo organiza-se em seis seções. A seção 2 desenvolve a revisão de literatura e o referencial teórico. A seção 3 descreve a metodologia. A seção 4 apresenta e discute os três instrumentos propostos. A seção 5 tece as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aprendizagem significativa, subsunçores e organizadores prévios

O conceito de subsunçor ocupa posição central na Teoria da Aprendizagem Significativa. Na formulação de Ausubel (2003), a estrutura cognitiva do aprendiz configura-se como um sistema hierárquico e organizado de conhecimentos, conceitos e proposições; dentro dessa arquitetura, os subsunçores são as ideias mais gerais e inclusivas que funcionam como pontos de ancoragem para a incorporação de novos conhecimentos. A aprendizagem significativa se realiza quando uma nova informação estabelece relação não-arbitrária e substantiva com esses subsunçores, transformando simultaneamente o novo conteúdo e o próprio subsunçor que o acolheu. Opõe-se à aprendizagem mecânica, na qual o novo é incorporado de modo arbitrário e literal, sem interação substantiva com a estrutura cognitiva preexistente — e, por isso mesmo, sujeito a rápida deterioração e impossibilitado de servir de base para aprendizagens subsequentes (MOREIRA, 2012).

Duas condições concomitantes são necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006): que o material seja potencialmente significativo — logicamente coerente e psicologicamente compatível com os subsunçores disponíveis — e que o aprendiz manifeste predisposição para aprender significativamente. Em contextos de alta defasagem, a predisposição é frequentemente comprometida pela história de fracassos escolares acumulados — razão pela qual a recomposição deve endereçar tanto a dimensão cognitiva quanto a dimensão motivacional da aprendizagem.

Do ponto de vista da organização curricular, Ausubel propõe dois princípios programáticos complementares. A diferenciação progressiva estabelece que as ideias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas primeiro, sendo depois progressivamente especificadas. A reconciliação integrativa indica que o ensino deve explorar explicitamente as relações entre

conceitos, apontando similaridades e diferenças significativas. Esses dois princípios sustentam uma organização do conteúdo espiralada e relacional.

Quando o diagnóstico revela ausência dos subsunçores necessários, Ausubel propõe o recurso aos organizadores prévios: materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo a ser aprendido, operando em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, com a função específica de servir de ponte cognitiva entre o que o aprendiz já sabe e o que precisará aprender (MOREIRA; MASINI, 2006). Ausubel distingue ainda duas modalidades: os organizadores expositivos, indicados quando o conteúdo é completamente desconhecido, e os organizadores comparativos, utilizados quando subsunçores existentes podem gerar confusão com o novo conteúdo.

2.2 Ampliações de Moreira: Aprendizagem Significativa Crítica e UEPS

A difusão da Teoria da Aprendizagem Significativa no Brasil está profundamente associada à produção de Marco Antônio Moreira. Entre as ampliações propostas, destaca-se o conceito de Aprendizagem Significativa Crítica, que incorpora ao referencial ausubeliano uma dimensão epistemológica: aprender significativamente de modo crítico implica construir a percepção de que o conhecimento é humano, historicamente situado e provisório (MOREIRA, 2012). Para o ensino de Física em escolas públicas amazônicas, essa dimensão é especialmente relevante — ela legitima o conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida epistemicamente válido.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Moreira (2011), constituem sequências didáticas estruturadas em oito etapas, entre as quais figuram o levantamento de conhecimentos prévios, a apresentação de situações-problema introdutórias, o uso de organizador prévio e a avaliação recursiva. As UEPS organizam-se em espiral ascendente — operacionalizando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa — e constituem uma das formas mais difundidas de traduzir o arcabouço ausubeliano em práticas de sala de aula no ensino brasileiro de Ciências.

As oito etapas da UEPS estruturam-se da seguinte forma (MOREIRA, 2011): (1) definição do tema e levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, por meio de situações que permitam ao professor identificar subsunçores disponíveis; (2) proposição de situações-problema iniciais em nível introdutório, que funcionem como organizadores prévios e gerem predisposição para aprender; (3) apresentação do conhecimento a ser ensinado, considerando a diferenciação progressiva – do geral ao específico; (4) retomada dos aspectos mais gerais do conteúdo como ponto de partida para nova situação-problema de maior complexidade; (5) continuidade do processo de diferenciação progressiva por meio de novas atividades, incluindo laboratório, leituras ou recursos tecnológicos; (6) conclusão de cada UEPS com avaliação somativa individual, verificando evidências de aprendizagem significativa; (7) registro e avaliação de todo o processo, identificando o que foi aprendido significativamente e o que precisa ser retomado em espiral ascendente; (8) avaliação somativa final integradora, propondo situações que demandem mobilização articulada dos conceitos trabalhados ao longo da unidade. A articulação dessas oito etapas com o método de quatro fases para construção de organizadores prévios, descrito na seção 4, constitui o núcleo operacional da proposta deste artigo.

2.3 Aproximação com Freire e os Três Momentos Pedagógicos

Embora oriundas de matrizes epistemológicas distintas, as obras de Ausubel e de Paulo Freire convergem em tomar o conhecimento prévio do aprendiz como ponto de partida obrigatório de qualquer ação educativa. Freire (1987, 1996) enfatiza o universo temático e a consciência histórica dos educandos; Ausubel, a estrutura cognitiva e os subsunçores. Em ambos os referenciais, ensinar sem partir do que o estudante já sabe é pedagogicamente ineficaz.

No campo do Ensino de Ciências, essa convergência foi operacionalizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) por meio dos Três Momentos Pedagógicos (TMP): a problematização inicial, que mobiliza

conhecimentos prévios e gera predisposição para a aprendizagem; a organização do conhecimento, destinada à apresentação sistemática dos conceitos científicos; e a aplicação do conhecimento, que propõe novas situações para mobilização dos conceitos sistematizados. A articulação entre os TMP e os princípios ausubelianos é pedagogicamente fecunda: a problematização inicial cumpre simultaneamente as funções de diagnóstico de subsunçores e de geração de predisposição para aprender.

A problematização inicial dos TMP corresponde, no plano ausubeliano, ao momento de ativação e verificação dos subsunçores disponíveis, criando o "estado de prontidão" necessário para a aprendizagem significativa. A organização do conhecimento, segundo momento, equivale à apresentação do conteúdo em nível de abstração compatível com o organizador prévio utilizado — operacionalizando a diferenciação progressiva. Por fim, a aplicação do conhecimento, terceiro momento, possibilita a reconciliação integrativa ao propor situações nas quais o estudante deve mobilizar de modo articulado os conceitos sistematizados. Essa homologia estrutural entre os TMP e a sequência ausubeliana confere ao modelo dos Três Momentos Pedagógicos um papel de operacionalizador didático da Teoria da Aprendizagem Significativa em contextos de sala de aula (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

2.4 Recomposição de aprendizagens: delimitação conceitual

É necessário distinguir rigorosamente a recomposição de noções correlatas. A revisão de conteúdos pressupõe que os saberes foram aprendidos e apenas precisam ser reativados — pressuposto frágil diante de defasagens estruturais que nunca chegaram a se consolidar. O reforço escolar tende a repetir, fora do horário regular, as mesmas metodologias em que o estudante já fracassou. A recomposição, distintamente, exige redesenho pedagógico que considere o diagnóstico preciso das lacunas e estratégias deliberadas de construção dos conhecimentos fundamentais ausentes.

Na leitura ausubeliana proposta neste artigo, recompor não é reensinar o que não foi aprendido, mas construir as condições cognitivas para que a

aprendizagem possa ser significativa. Esta tese orienta o restante do trabalho e implica três operações pedagógicas articuladas: o diagnóstico dos subsunçores disponíveis; a elaboração de organizadores prévios que construam ou fortaleçam os ancoradouros cognitivos necessários; e a reorganização do percurso de ensino segundo os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

2.5 Diálogo com Vergnaud: subsunçores e invariantes operatórios

A proposta mantém diálogo produtivo com a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, explorada em artigo complementar produzido pelo mesmo grupo de pesquisa (RIBEIRO; VIEIRA, 2026a). O arcabouço ausubeliano opera com a lógica da organização hierárquica do currículo: identifica quais ideias mais gerais e inclusivas precisam estar disponíveis na estrutura cognitiva para que novas aprendizagens possam ancorar-se. A TCC de Vergnaud, por sua vez, desce à textura interna dos invariantes operatórios — conceitos-em-ação e teoremas-em-ação — permitindo identificar não apenas se o subsunçor existe, mas como ele está estruturado: correto, equivocado, incompleto ou situacionalmente restrito.

Há casos em que o subsunçor ausubeliano existe formalmente — o estudante declara saber o que é proporcionalidade — mas opera com um invariante vergnaudiano equivocado, tratando proporcionalidade como aditividade, o que bloqueia a construção do conceito de velocidade como razão. O diagnóstico ausubeliano identifica o subsunçor como presente, enquanto a análise vergnaudiana revela sua inadequação estrutural. Os instrumentos diagnósticos desenvolvidos neste artigo incorporam, por isso, itens de justificativa que permitem vislumbrar a natureza dos invariantes mobilizados pelo estudante.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa configura-se como estudo teórico-metodológico de natureza qualitativa. Seu objetivo é propor uma articulação coerente — matriz

de subsunçores, método de organizadores prévios, instrumento diagnóstico — voltada à recomposição de aprendizagens no ensino de Física do primeiro ano do Ensino Médio. Não há, nesta etapa, aplicação empírica com estudantes; a aplicação está prevista para etapa subsequente no âmbito da dissertação em desenvolvimento no MNPEF/UFOPA, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA).

Do ponto de vista do referencial metodológico, este estudo situa-se no paradigma qualitativo-interpretativo conforme delineado por Creswell (2014). Segundo esse autor, a pesquisa qualitativa é adequada quando o objetivo é compreender e interpretar fenômenos complexos a partir de seus contextos e significados, em lugar de mensurar variáveis isoladas. No presente caso, trata-se de uma *revisão bibliográfica sistemática* articulada a uma *proposta teórico-metodológica*, modalidade que Creswell (2014) reconhece como legítima forma de pesquisa qualitativa voltada à construção de quadros conceituais e instrumentos pedagógicos. A natureza teórico-propositiva da pesquisa não implica ausência de rigor metodológico: os critérios de validade interna são garantidos pela coerência entre referencial teórico, instrumentos propostos e contexto de aplicação previsto.

A construção da proposta seguiu quatro procedimentos metodológicos articulados: (i) revisão bibliográfica dos referenciais centrais — Ausubel (2003), Moreira (2006, 2011, 2012), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), Freire (1987, 1996) e Vergnaud (1990, 2009); (ii) análise documental do currículo oficial de Física para o 1º ano, tomando como referência a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e os referenciais curriculares do Estado do Pará; (iii) elaboração da matriz de subsunçores, cruzando o levantamento curricular com diagnósticos iniciais aplicados às turmas de referência; e (iv) desenho dos organizadores prévios e do instrumento diagnóstico articulados à matriz.

A aplicação empírica prevista para etapa subsequente seguirá cinco passos: aplicação do instrumento diagnóstico; tabulação e análise ternária das respostas por subsunçor; priorização pedagógica dos subsunçores mais

fragilizados; implementação dos organizadores prévios correspondentes; e avaliação da efetividade por comparação de mapas conceituais antes e depois da intervenção, conforme Novak e Gowin (1996). A análise adotará a técnica de análise de conteúdo na formulação de Bardin (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por tratar-se de estudo teórico-metodológico, os resultados aqui apresentados consistem nos três instrumentos construídos e na análise de sua coerência interna e potencial pedagógico, antecipando os critérios que orientarão a análise empírica na etapa subsequente. Vale registrar que a construção desses instrumentos não foi linear: a matriz de subsunçores, em particular, passou por três rodadas de revisão à medida que o cruzamento com os diagnósticos das turmas revelava lacunas que a literatura, sozinha, não havia antecipado. Esse processo iterativo é, em si, um resultado metodológico relevante — e um indício de que mapas de subsunçores genéricos, desconectados do contexto empírico específico, têm utilidade limitada para fins de recomposição.

4.1 Matriz de subsunçores para o 1º ano do Ensino Médio

A operacionalização do referencial ausubeliano exige, como passo inicial, a identificação dos subsunçores matemáticos e conceituais requeridos por cada bloco de conteúdo físico. A matriz aqui apresentada resulta da articulação entre literatura, currículo oficial e diagnósticos aplicados às turmas de referência, mapeando cinquenta e três subsunçores distribuídos pelos seis blocos do currículo do 1º ano, conforme sintetizado no Quadro 1. O número pode surpreender à primeira vista — cinquenta e três parece excessivo para um único ano letivo. Nossa análise, porém, indica que esse volume reflete não um excesso de ambição teórica, mas a complexidade real do campo conceitual da Física no nível médio: cada bloco exige uma teia de pré-requisitos que o ensino convencional frequentemente pressupõe instalada sem verificá-la.

Quadro 1 — Síntese da matriz de subsunçores por bloco de conteúdo

Bloco	Conteúdo físico	Principais subsunçores matemáticos	Principais subsunçores conceituais
1	Introdução · grandezas e medidas	Operações com decimais e frações; potências de 10; notação científica; regra de três; conversão de unidades	Grandeza física; incerteza de medida
2	Cinemática escalar (MRU e MRUV)	Razão e proporcionalidade; função afim; função quadrática; leitura de gráficos; equações do 1º e 2º graus; reta orientada	Referencial; velocidade intuitiva; intervalo de tempo; distinção entre espaço percorrido e deslocamento
3	Cinemática vetorial	Teorema de Pitágoras; trigonometria básica; coordenadas cartesianas	Direção e sentido; independência dos movimentos componentes
4	Dinâmica (Leis de Newton)	Álgebra básica; soma vetorial; proporcionalidade direta e inversa	Aceleração; distinção entre massa e peso; força como interação — não como propriedade do objeto
5	Trabalho, energia e potência	Produto escalar; cosseno; função quadrática; álgebra com substituição	Noção intuitiva de energia; princípio de conservação; distinção entre energia e potência
6	Impulso e quantidade de movimento	Produto; álgebra vetorial; soma com sinal	Conservação em sistema isolado; distinção entre impulso e força

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), a partir da matriz completa de 53 subsunçores.

Dois aspectos pedagogicamente importantes emergem da matriz. O primeiro é a articulação sistemática entre subsunçores matemáticos e conceituais: o estudante que não compreende proporcionalidade como relação multiplicativa não pode apreender significativamente o conceito de velocidade como razão entre deslocamento e tempo. O segundo é a natureza espiralada da matriz: os subsunçores conceituais de um bloco são, com frequência, produto da aprendizagem de blocos anteriores — o que materializa, no plano curricular, os princípios ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Essa dupla articulação — vertical (entre subsunçores de blocos distintos) e horizontal (entre subsunçores matemáticos e conceituais de um mesmo bloco) — não é mero artifício organizacional: ela é expressão direta da arquitetura ausubeliana de aprendizagem. Para Ausubel (2003), a estrutura cognitiva se organiza hierarquicamente, com conceitos mais inclusivos subordinando conceitos mais específicos. A matriz operacionaliza essa hierarquia em termos curriculares: mapeia quais estruturas mais gerais precisam estar disponíveis antes que os conceitos físicos específicos possam ser ensinados com expectativa de aprendizagem significativa. Moreira (2006) reforça esse princípio ao afirmar que o ensino deve ser organizado de modo a privilegiar as ideias mais gerais e inclusivas primeiro — exatamente o que a progressão por blocos busca garantir. Em contextos de alta defasagem como o da escola pública amazônica, essa organização não é opcional: é a condição mínima para que o ensino de Física não se reduza à transmissão de conteúdos que o estudante não tem estrutura cognitiva para receber significativamente.

As categorias de análise que sustentam a construção dos Quadros 1 a 4 foram derivadas de três fontes articuladas: (i) a revisão bibliográfica dos referenciais teóricos adotados, em especial Ausubel (2003), Moreira (2006, 2011) e Vergnaud (1990, 2009); (ii) a análise documental do currículo oficial de Física para o 1º ano do Ensino Médio, à luz da BNCC (BRASIL, 2018) e dos referenciais curriculares do Estado do Pará; e (iii) os resultados dos diagnósticos

exploratórios aplicados às turmas de referência na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA). Essa triangulação de fontes confere aos instrumentos propostos legitimidade teórica e aderência ao contexto empírico de aplicação.

4.2 Organizadores prévios: método e exemplo

4.2.1 Método de quatro etapas

Propõe-se um método em quatro etapas para o desenho de organizadores prévios voltados à recomposição, sintetizado no Quadro 2.

Quadro 2 – Método de quatro etapas para o desenho de organizadores prévios

Etapa	Ação	Fundamento teórico
1	Identificação dos subsunçores requeridos pelo bloco de conteúdo, a partir da matriz.	Estrutura cognitiva e subsunçores (AUSUBEL, 2003)
2	Diagnóstico do tipo de fragilidade: subsunçor ausente (→ organizador expositivo) ou indiferenciado/equivocado (→ organizador comparativo).	Tipos de organizador (AUSUBEL, 2003); invariantes operatórios (VERGNAUD, 1990)
3	Definição do organizador em nível hierárquico superior ao conteúdo-alvo, em grau de abstração compatível com a estrutura cognitiva existente.	Princípio de inclusividade e diferenciação progressiva (MOREIRA, 2006)
4	Estruturação interna em três momentos: problematização, organização do conhecimento, aplicação.	Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.2.2 Exemplo: "O que a balança mede?"

Este organizador destina-se ao bloco de dinâmica (Bloco 4) e enfrenta a identificação entre os conceitos de massa e peso — concepção alternativa alimentada pela linguagem cotidiana. O estudante chega à aula portador de um subsunçor único e indiferenciado — situação clássica para o tipo comparativo e que, na linguagem verghaudiana, corresponde ao teorema-em-ação equivocado "massa e peso são a mesma coisa em quilogramas". A estrutura do organizador é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Estrutura do organizador prévio "O que a balança mede?"

Momento	Desenvolvimento
Problematização inicial (15 min)	O professor pergunta: "quando você diz 'eu peso 65 quilos', o que isso significa fisicamente?". As respostas são registradas sem julgamento. Em seguida, exibe-se vídeo de astronautas em ambiente lunar e formula-se a pergunta-desafio: "esse astronauta tem 80 kg na Terra; na Lua, continua com 80 kg? Pesa 80 kg? O que muda?". Em escolas amazônicas, a situação pode ser contextualizada comparando o peso de um pirarucu em dinamômetro versus em balança comercial, explorando por que os instrumentos registram grandezas diferentes.
Organização do conhecimento (25 min)	O professor examina três instrumentos e questiona o que cada um efetivamente mede. A balança de dois pratos compara quantidades de matéria e funciona igualmente em qualquer campo gravitacional. A balança digital mede a força exercida pelo objeto sobre sua superfície — daria leituras distintas em diferentes planetas. O dinamômetro mede força em newtons. A partir desse contraste, sistematiza-se: massa é quantidade de matéria, invariante em qualquer campo gravitacional; peso é força gravitacional, dependente

		do campo local. A relação $P = m \cdot g$ é apresentada como expressão matemática dessa distinção física.
Aplicação do conhecimento (10 min)	do (10)	Os estudantes calculam o próprio peso na Terra, na Lua e em Marte, mantendo a massa fixa. Preenchem uma tabela comparativa por instrumento. Retomam-se as falas iniciais registradas no quadro, agora à luz da distinção construída — operacionalizando a reconciliação integrativa entre linguagem cotidiana e científica.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O caráter comparativo do dispositivo é decisivo para sua eficácia. Apresentar verbalmente a definição correta de massa e peso tende a produzir, na melhor das hipóteses, justaposição entre o conceito científico e a concepção alternativa, sem que ocorra diferenciação cognitiva. O contraste entre instrumentos que se comportam de modo distinto em diferentes campos gravitacionais força a reorganização do subsunçor único em dois subsunçores diferenciados — condição necessária para que $P = m \cdot g$ seja aprendida significativamente.

4.3 Instrumento diagnóstico de subsunçores

O instrumento diagnóstico organiza-se em três partes, totalizando vinte e cinco questões. A Parte I, com treze questões, sonda os subsunçores matemáticos. A Parte II, com onze questões, sonda os subsunçores conceituais. A Parte III, com uma questão integradora contextualizada em trajeto fluvial pelo rio Tapajós, verifica a capacidade de mobilização articulada de múltiplos subsunçores. O tempo estimado para aplicação é de noventa minutos.

A análise das respostas é orientada pela classificação de cada item em três níveis — Domínio (D), Domínio Parcial (DP) e Não-domínio (ND) — conforme os critérios do Quadro 4. Essa categorização foi elaborada pelos autores a partir da articulação entre dois referenciais: a Taxonomia de Objetivos

Educacionais de Bloom (BLOOM et al., 1956; ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), que organiza o aprendizado em níveis hierárquicos de crescente complexidade cognitiva, e o referencial ausubeliano, que distingue entre subsunçores ausentes, fragilizados e consolidados na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006). A categoria Domínio (D) corresponde ao subsunçor consolidado e funcionalmente disponível; Domínio Parcial (DP) indica subsunçor presente mas insuficientemente diferenciado ou situacionalmente restrito; e Não-domínio (ND) indica ausência ou inadequação estrutural do subsunçor, exigindo intervenção por organizador prévio. Esta categorização ternária, mais informativa do que a dicotomia certo/errado, permite identificar não apenas a presença ou ausência do subsunçor, mas também sua maturidade na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quadro 4 – Critérios gerais de classificação das respostas

Categoria	Critério de classificação
Domínio (D)	Resposta correta em todas as partes do item, com procedimento adequado e/ou justificativa conceitualmente coerente. O raciocínio explicitado é consistente com o resultado.
Domínio parcial (DP)	Acerto em algumas partes, ou procedimento correto com erro isolado, ou resposta conceitualmente próxima mas incompleta. Inclui casos em que o invariante correto é mobilizado em situações simples mas falha em situações de maior complexidade.
Não-domínio (ND)	Resposta incorreta, ausente ou conceitualmente equivocada. O estudante pode acertar o resultado por sorte enquanto a justificativa revela invariante equivocado; nesses casos, classifica-se como ND.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Recomenda-se classificar como prioritários para a recomposição os subsunçores em que mais de 50% da turma se encontre na soma das categorias DP e ND. A articulação entre o instrumento diagnóstico, a matriz de subsunçores e o método de desenho dos organizadores prévios constitui o núcleo integrado da proposta: a sondagem identifica as prioridades; a matriz explicita o tipo de fragilidade; o método orienta o desenho dos organizadores.

A análise de conteúdo das respostas ao instrumento diagnóstico, na formulação de Bardin (2016), será operacionalizada em três fases na etapa empírica subsequente: (1) pré-análise, com organização e leitura flutuante das respostas coletadas; (2) exploração do material, com codificação e categorização das respostas segundo os critérios D/DP/ND para cada subsunçor; e (3) tratamento dos resultados, com interpretação fundamentada nos referenciais teóricos adotados. Essa estrutura analítica permitirá mapear, com precisão diagnóstica, quais subsunçores — e em que grau de fragilidade — demandam intervenção por meio de organizadores prévios, constituindo o ponto de partida da sequência de recomposição.

É importante sublinhar que a articulação entre os três instrumentos não é meramente instrumental — ela é teoricamente orientada. A matriz de subsunçores constitui a operacionalização curricular do princípio ausubeliano de que o ensino deve partir das ideias mais gerais e inclusivas (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006). O método de quatro etapas para construção de organizadores prévios traduz esse princípio em procedimento didático verificável. E o instrumento diagnóstico com classificação ternária fecha o ciclo ao produzir evidências sobre o estado real dos subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes — evidências sem as quais qualquer organizador prévio seria desenhado às cegas. Nesse sentido, o conjunto articula o que Moreira (2012) denomina o tripé da aprendizagem significativa: material potencialmente significativo, estrutura cognitiva receptiva e predisposição para aprender. A proposta age sobre os dois primeiros elementos — a qualidade do material e a estrutura cognitiva — reconhecendo que, em

contextos de alta defasagem, esses são os determinantes mais acessíveis à intervenção pedagógica deliberada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distinção conceitual entre recomposição e reforço, perseguida ao longo do artigo, sustenta uma crítica substantiva às políticas escolares que se limitam a oferecer mais horas de contato com os mesmos conteúdos nas mesmas metodologias em que o estudante já fracassou. A leitura ausubeliana aqui proposta inverte essa lógica: em vez de reforçar o contato com o conteúdo-alvo, desloca o investimento pedagógico para o nível hierarquicamente superior dos subsunçores, reconstruindo as condições cognitivas da aprendizagem significativa. Essa inversão não é apenas teórica — ela implica, na prática, que o professor dedique tempo de aula a atividades que não "parecem" ensino de Física: conversar sobre proporcionalidade, explorar o conceito de grandeza com objetos do cotidiano amazônico, perguntar ao estudante o que ele entende por "velocidade" antes de qualquer equação. É uma mudança de postura difícil de sustentar em um contexto de pressão curricular, e reconhecemos que a aplicação empírica prevista para 2027 precisará enfrentar essa tensão de frente.

O que este artigo pretende ter demonstrado é que o referencial ausubeliano oferece mais do que uma teoria da aprendizagem: oferece uma teoria da intervenção pedagógica em contextos de déficit estrutural. A proposta de articular matriz de subsunçores, método de organizadores prévios e instrumento diagnóstico não surgiu de uma dedução abstrata — surgiu da necessidade concreta de responder, com fundamento, à pergunta que qualquer professor de Física do interior amazônico já se fez: por onde começo quando minha turma não tem os pré-requisitos mínimos? O diálogo com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud enriqueceu os instrumentos ao incorporar a distinção entre subsunçor ausente e subsunçor estruturalmente equivocado — um nível de detalhe diagnóstico que a análise ausubeliana, sozinha, não alcança. E a articulação com os Três Momentos Pedagógicos demonstrou que a

operacionalização didática de Ausubel em sala de aula pública brasileira já dispõe de uma estrutura metodológica testada e acessível ao professor não especialista.

O principal limite, assumido desde o delineamento, é o caráter não-aplicado desta etapa: a verificação empírica da efetividade da proposta constitui o objetivo da etapa subsequente, prevista para o ano letivo de 2027 no âmbito da dissertação em desenvolvimento no MNPEF/UFOPA. Entre os desdobramentos previstos, destaca-se a incorporação dos organizadores prévios e do instrumento diagnóstico em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), a ser aplicada, avaliada e publicada como produto educacional.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (Eds.). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman, 2001.
- BLOOM, B. S. et al. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: cognitive domain. New York: Longmans Green, 1956.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes para o Plano Nacional de Recomposição das Aprendizagens. Brasília: MEC, 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Relatório de resultados do SAEB 2021–2023: Matemática e Ciências da Natureza. Brasília: INEP, 2023.
- CRESWELL, J. W. Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- RIBEIRO, F. S.; VIEIRA, M. Recomposição de aprendizagens no ensino de Física: um estudo teórico à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. [Artigo submetido]. UFOPA/MNPEF, 2026a.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, v. 10, n. 2-3, p. 133–170, 1990.
- VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. Human Development, Basel, v. 52, n. 2, p. 83–94, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza, orientador desta pesquisa, pela disponibilidade, pela rigorosidade intelectual e pelo acompanhamento criterioso que tornaram possível a elaboração deste trabalho. Sua orientação foi decisiva tanto para a solidez do referencial teórico quanto para a coerência metodológica da proposta aqui apresentada.

Agradecem também ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pelo apoio institucional e pelas condições de produção acadêmica que viabilizaram esta pesquisa.

03

Recomposição de Aprendizagens no Ensino de Física

Um Estudo Teórico à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud

Fagner de Sousa Ribeiro

Maclean Vieira Pereira

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

RECOMPOSIÇÃO DE APRENDIZAGENS NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO TEÓRICO À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE GÉRARD VERGNAUD

*LEARNING RECOMPOSITION IN PHYSICS TEACHING: A
THEORETICAL STUDY IN THE LIGHT OF GÉRARD
VERGNAUD'S THEORY OF CONCEPTUAL FIELDS*

Fagner de Sousa Ribeiro

<http://lattes.cnpq.br/5284806789623820>

Maclean Vieira Pereira

<http://lattes.cnpq.br/8525599013504075>

Ednilson Sergio Ramalho de Souza (Orientador)

<http://lattes.cnpq.br/8585311639613120>

<https://orcid.org/0000-0002-2816-0941>

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta teórico-metodológica de recomposição de aprendizagens em Física para o primeiro ano do Ensino Médio, fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud. O ponto de partida é o diagnóstico de um paradoxo estrutural amplamente documentado: o ensino de Física exige conceitos de crescente abstração ao mesmo tempo em que recebe estudantes com lacunas profundas herdadas do Ensino Fundamental e agravadas pela pandemia de COVID-19, conforme atestam os dados do SAEB 2021-2023. A TCC, ao articular os conceitos de esquema, situação, invariante operatório e significativo, oferece arquitetura teórica

singular: não apenas descreve como os estudantes aprendem, mas revela por que não aprendem — identificando os invariantes operatórios equivocados que sustentam erros persistentes. A proposta organiza-se em torno do campo conceitual da cinemática em três eixos articulados: diagnóstico dos esquemas e invariantes prévios; progressão situacional controlada; e sistematização simbólica e conceitual. O artigo dialoga criticamente com os referenciais de Ausubel e Vygotsky, situando a contribuição específica da TCC para contextos de alta defasagem. A aplicação empírica está prevista para o ano letivo de 2027, no âmbito de dissertação vinculada ao MNPEF/UFOPA, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA).

Palavras-chave: Teoria dos Campos Conceituais. Recomposição de aprendizagens. Ensino de Física. Esquema. Invariante operatório.

ABSTRACT

This article presents a theoretical-methodological proposal for learning recomposition in Physics for first-year high school students, grounded in Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (TCF). The starting point is the diagnosis of a widely documented structural paradox: Physics teaching demands increasingly abstract concepts while receiving students with deep gaps inherited from elementary school and worsened by the COVID-19 pandemic, as evidenced by SAEB 2021–2023 data. The TCF, by articulating the concepts of scheme, situation, operational invariant, and signifier, offers a singular theoretical architecture: it not only describes how students learn, but reveals why they do not — identifying mistaken operational invariants that sustain persistent errors. The proposal is organized around the conceptual field of kinematics in three articulated axes: diagnosis of prior schemes and invariants; controlled situational progression; and symbolic and conceptual systematization. The study engages critically with Ausubel's and Vygotsky's frameworks, situating the TCF's specific contribution to high-deficit contexts. Empirical application is planned for the 2027 school year, within MNPEF/UFOPA, at Professora Maria do Socorro Jacob State School in Itaituba, Brazil.

Keywords: Theory of Conceptual Fields. Learning recomposition. Physics teaching. Scheme. Operational invariant.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no primeiro ano do Ensino Médio brasileiro enfrenta um paradoxo estrutural: ao mesmo tempo em que exige o domínio de conceitos matemáticos e físicos crescentemente abstratos, recebe estudantes com lacunas profundas herdadas dos anos finais do Ensino Fundamental. Esse descasamento não é episódico — é sistêmico. Pesquisas como as de Carvalho e Gil-Pérez (2011) e de Sasseron e Carvalho (2011) já evidenciavam, antes mesmo da pandemia, que a maior parte dos estudantes ingressantes no Ensino Médio não havia consolidado competências básicas em proporcionalidade, leitura de gráficos, grandezas físicas e notação científica.

A pandemia de COVID-19 aprofundou dramaticamente esse cenário. Os dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do ciclo 2021–2023 registram regressão expressiva nos percentuais de estudantes com aprendizado adequado em Matemática e Ciências da Natureza. Em contextos como o da Amazônia paraense — onde se somam distâncias geográficas, infraestrutura escolar precária, conectividade insuficiente e alta rotatividade docente —, esse quadro adquire contornos ainda mais desafiadores e demanda respostas pedagógicas à altura de sua complexidade.

Diagnosticados no início do ano letivo de referência deste estudo, os estudantes do primeiro ano da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA), revelaram indicadores críticos: mais de 70% não dominavam operações básicas com frações e proporções; cerca de 60% não conseguiam interpretar um gráfico cartesiano simples; e aproximadamente 80% demonstravam confusão sistemática entre grandeza escalar e vetorial, além de não distinguir velocidade de aceleração. Esses dados não descrevem lacunas pontuais — eles revelam a estrutura incompleta de um campo conceitual que os estudantes trazem ao ingressar no Ensino Médio.

Diante desse cenário, o conceito de recomposição de aprendizagens emerge como resposta pedagógica estruturada às defasagens acumuladas. Diferentemente da mera revisão de conteúdos ou do reforço escolar

convencional, a recomposição exige identificar com precisão quais obstáculos cognitivos impedem a aprendizagem de novos conceitos e intervir sistematicamente sobre eles. Essa exigência requer fundamentação teórica sólida — e é nesse ponto que a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud se apresenta como referencial de singular pertinência.

A TCC (VERGNAUD, 1990, 2009) propõe que o conhecimento é organizado em campos conceituais — conjuntos de situações e conceitos inter-relacionados que não podem ser dominados isoladamente. Para Vergnaud, a aprendizagem se dá quando o estudante desenvolve esquemas cognitivos funcionais para classes de situações, o que requer a operacionalização de invariantes operatórios — teoremas-em-ação e conceitos-em-ação raramente conscientes. Esse arcabouço não apenas descreve como o estudante aprende, mas oferece ao professor instrumentos para identificar por que ele não aprende — revelando os invariantes equivocados que sustentam erros persistentes e resistentes ao ensino convencional.

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma proposta teórico-metodológica de recomposição de aprendizagens em Física para turmas do primeiro ano do Ensino Médio, ancorada na TCC de Vergnaud. A proposta organiza-se em torno do campo conceitual da cinemática, em três eixos articulados: diagnóstico dos esquemas prévios, progressão situacional e sistematização simbólico-conceitual. O artigo dialoga, de forma crítica, com os referenciais de Ausubel e Vygotsky, situando a contribuição específica da TCC para contextos de alta defasagem. Trata-se de estudo teórico-metodológico: a aplicação empírica está prevista para o ano letivo de 2027, no âmbito da dissertação em desenvolvimento no MNPEF/UFOPA.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gérard Vergnaud e a Teoria dos Campos Conceituais

Gérard Vergnaud, matemático e psicólogo francês, sistematizou a Teoria dos Campos Conceituais a partir da década de 1980, como resultado de suas pesquisas sobre os processos de aprendizagem matemática. Influenciado por Piaget — de quem retém o interesse pela gênese dos esquemas cognitivos — e por Vygotsky — de quem incorpora a ênfase na mediação social e nos instrumentos simbólicos —, Vergnaud elabora uma teoria que articula processos cognitivos e conteúdo específico do conhecimento (VERGNAUD, 1990).

Para o autor, um campo conceitual é compreendido como um conjunto heterogêneo e informal de problemas, situações, conceitos, relações e operações de pensamento que se encontram conectados entre si e tendem a ser entrelaçados ao longo do processo de aquisição cognitiva (VERGNAUD, 1982). Em termos didáticos, isso significa que conceitos como velocidade, deslocamento, tempo e aceleração não podem ser plenamente compreendidos em isolamento: eles formam um campo integrado cujo domínio progressivo se dá pelo enfrentamento de classes variadas de situações ao longo do tempo.

A TCC repousa sobre três categorias fundamentais e interligadas: situações, esquemas e conceitos. Um conceito, para Vergnaud, vai além de sua definição verbal ou simbólica — ele é compreendido como uma tríplice: o conjunto de situações que lhe confere sentido (S), o conjunto de invariantes operatórios que permitem ao sujeito agir eficientemente sobre essas situações (I) e o conjunto de representações simbólicas que permitem designá-lo e comunicá-lo (R). Essa tríade tem enorme utilidade didática: ensinar um conceito físico exige muito mais do que apresentar sua definição e equação correspondente.

2.2 Esquemas e Invariantes Operatórios

No centro da TCC encontra-se o conceito de esquema, definido por Vergnaud como a organização invariante da conduta para uma determinada classe de situações (VERGNAUD, 1996, p. 198). Trata-se de organização flexível e generativa, composta por quatro elementos constitutivos: metas e antecipações; regras de ação; invariantes operatórios; e possibilidades de inferência.

Os invariantes operatórios constituem o núcleo epistêmico do esquema. Vergnaud distingue dois tipos: os conceitos-em-ação, que são categorias ou predicados tratados pelo sujeito como relevantes ao selecionar informações e tomar decisões, e os teoremas-em-ação, que são proposições implícitas tratadas como verdadeiras no momento da ação. Tanto uns quanto outros raramente são conscientes ou verbalizáveis.

A relevância dessa distinção para a recomposição de aprendizagens é direta: erros persistentes dos estudantes em Física frequentemente não resultam de ausência de conhecimento, mas da ativação de invariantes operatórios equivocados – concepções alternativas consolidadas em esquemas funcionais, porém inadequados para as exigências do campo científico formal. Um exemplo clássico é o teorema-em-ação implícito segundo o qual "velocidade maior implica, necessariamente, maior distância percorrida em qualquer intervalo de tempo" (GRINGS; CABALLERO; MOREIRA, 2006).

2.3 Situações como Motor da Aprendizagem

Na arquitetura da TCC, o motor da aprendizagem é o confronto do sujeito com situações – compreendidas não como meros contextos ou exercícios aplicados, mas como classes de problemas para os quais o estudante ainda não dispõe de esquema plenamente adequado. Uma situação nova obriga o sujeito a adaptar, combinar ou reconstruir seus esquemas, e é precisamente esse processo de adaptação que constitui o mecanismo básico de

desenvolvimento cognitivo no referencial vergnaudiano (VERGNAUD, 1990, 2009; MOREIRA, 2002).

No contexto específico da recomposição de aprendizagens, essa perspectiva implica uma mudança qualitativa de orientação: não basta apresentar ao estudante os conteúdos que supostamente não aprendeu — é necessário criar situações pedagogicamente adequadas que ativem os esquemas existentes, tornem visíveis os invariantes equivocados e ofereçam ao estudante a experiência cognitiva necessária para reconstruí-los (VERGNAUD, 1996; SILVA; LABURÚ, 2009). A TCC fornece, portanto, não apenas um diagnóstico do que está incompleto, mas uma teoria da intervenção — o que a distingue de abordagens puramente diagnósticas.

2.4 A TCC no Ensino de Física: contribuições e especificidades

A aplicação da TCC ao ensino de Física tem sido explorada de forma crescente na literatura brasileira, especialmente a partir dos trabalhos de Moreira (2002) e de Grings, Caballero e Moreira (2006), que identificaram o campo conceitual da mecânica clássica como um dos mais promissores para análise à luz do referencial vergnaudiano. O ensino de cinemática, em particular, apresenta características que o tornam terreno privilegiado: conceitos relacionais interdependentes, invariantes de difícil articulação, representações múltiplas e heterogêneas, e situações cotidianas que constroem invariantes incorretos antes mesmo do ensino formal.

Grings, Caballero e Moreira (2006) demonstraram que estudantes ativam sistematicamente teoremas-em-ação como "maior velocidade implica maior deslocamento em qualquer tempo" ou "se há força, há movimento", revelando campos conceituais incompletos. Esses achados reforçam a relevância de uma abordagem recomposicional que tome como ponto de partida os esquemas reais dos estudantes — e não um currículo idealizado que pressupõe estrutura cognitiva inexistente.

2.5 Diálogo com Ausubel e Vygotsky: convergências e especificidades da TCC

A proposta estabelece diálogo produtivo, porém crítico, com dois outros referenciais amplamente utilizados em Ensino de Ciências: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e a perspectiva vygotskiana da zona de desenvolvimento proximal. Esse diálogo não visa a ecletismo teórico, mas a situar com precisão o que a TCC oferece de específico para contextos de alta defasagem, em articulação com o artigo complementar produzido pelo mesmo grupo de pesquisa (RIBEIRO; VIEIRA, 2026b).

Em relação à perspectiva ausubeliana (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006, 2012), a TCC é conceitualmente complementar. Ausubel centra sua análise na estrutura hierárquica dos subsunçores — ideias mais gerais e inclusivas que funcionam como ancoradouros para a incorporação de novos conhecimentos. Vergnaud, por sua vez, desce à textura interna dos invariantes operatórios, permitindo ao professor identificar não apenas se o subsunçor existe, mas como ele está estruturado — se correto, equivocado, incompleto ou situacionalmente restrito. Um estudante que possui o subsunçor "proporcionalidade" em sentido ausubeliano pode ainda assim operar com um teorema-em-ação equivocado que bloqueia a aprendizagem de velocidade média. A TCC revela esse nível de detalhe que a análise de subsunçores, por si só, não alcança.

Em relação à perspectiva vygotskiana, a TCC é igualmente complementar: o conceito de zona de desenvolvimento proximal aponta para o espaço entre o que o estudante pode fazer sozinho e o que pode fazer com mediação, mas não especifica o quê está sendo desenvolvido nem por quais mecanismos. A TCC preenche essa lacuna ao nomear o objeto do desenvolvimento — campos conceituais — e ao descrever os mecanismos — esquemas e invariantes — por meio dos quais a mediação situa sua atuação. Em síntese, os três referenciais se articulam sem se confundir: Ausubel oferece a lógica da organização hierárquica do currículo; Vygotsky situa a

aprendizagem na dimensão social e na mediação; e Vergnaud fornece a teoria da intervenção sobre os invariantes operatórios.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa configura-se como estudo teórico-metodológico de natureza qualitativa. Seu objetivo é propor uma sequência didática de recomposição fundamentada na TCC, organizada em três eixos articulados, voltada ao campo conceitual da cinemática no primeiro ano do Ensino Médio. Não há, nesta etapa, aplicação empírica com estudantes; a aplicação está prevista para o ano letivo de 2027, no âmbito da dissertação em desenvolvimento no MNPEF/UFOPA, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba (PA). Esta delimitação é assumida como opção metodológica deliberada: propor antes de aplicar, para que a aplicação seja pedagogicamente fundamentada e teoricamente coerente.

Do ponto de vista da abordagem metodológica, esta pesquisa insere-se na tradição dos estudos teórico-propositivos em Educação em Ciências, os quais, conforme Moreira (2011), são legítimos e necessários na medida em que fundamentam e orientam intervenções pedagógicas posteriores. A opção pela pesquisa qualitativa justifica-se pela natureza do objeto investigado: compreender como esquemas e invariantes operatórios se estruturam nos estudantes requer análise interpretativa que transcende a mensuração quantitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Segundo Creswell (2014), a pesquisa qualitativa é adequada quando o objetivo é compreender e interpretar fenômenos complexos a partir de seus contextos e significados — o que se aplica diretamente ao presente estudo, cujo objeto são os esquemas e invariantes operatórios dos estudantes, fenômenos cognitivos não redutíveis a variáveis mensuráveis isoladamente. A delimitação do campo conceitual da cinemática como lócus de aplicação da TCC apoia-se nos trabalhos de Grings, Caballero e Moreira (2006) e de Silva e Laburú (2009), que identificaram nesse campo conceitual terreno especialmente fértil para a identificação e reconstrução de invariantes operatórios equivocados.

A construção da proposta seguiu quatro procedimentos metodológicos articulados: (i) revisão bibliográfica dos referenciais centrais — Vergnaud (1990, 1996, 2009), Moreira (2002, 2011), Grings, Caballero e Moreira (2006), Ausubel (2003), Moreira (2006, 2012) e Silva e Laburú (2009); (ii) análise documental do currículo oficial de Física para o 1º ano, com base na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e nos Referenciais Curriculares do Estado do Pará; (iii) mapeamento dos invariantes operatórios equivocados mais prevalentes, cruzando literatura especializada e diagnósticos aplicados às turmas de referência; e (iv) estruturação da sequência didática em três eixos, com elaboração dos instrumentos diagnósticos correspondentes.

A aplicação empírica prevista para etapa subsequente seguirá cinco passos sequenciais: aplicação dos instrumentos diagnósticos do Eixo 1; elaboração do perfil esquemático da turma; implementação da progressão situacional do Eixo 2; sistematização do Eixo 3; e avaliação por comparação de mapas conceituais elaborados antes e depois da intervenção, conforme Novak e Gowin (1996). A análise adotará a técnica de análise de conteúdo na formulação de Bardin (2016), articulada à análise qualitativa de mapas conceituais e à triangulação entre as diferentes fontes de dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por tratar-se de estudo teórico-metodológico, os resultados aqui apresentados consistem na proposta de recomposição estruturada em três eixos articulados e na análise da coerência interna e do potencial pedagógico de cada um. Os dados quantitativos dos diagnósticos aplicados às turmas de referência fundamentam as escolhas feitas, mas a verificação empírica da efetividade da proposta constitui objetivo da etapa subsequente. Cabe registrar que a organização em três eixos não decorre de uma tripartição teórica preexistente na TCC — é uma sistematização proposta pelos autores a partir da leitura de Vergnaud articulada ao contexto diagnóstico concreto da escola investigada. A

sequência diagnóstico → progressão situacional → sistematização simbólica emergiu como resposta à pergunta prática que o campo colocou: como estruturar uma intervenção que não repita o ensino convencional mas também não abandone a necessidade de formalização curricular?

4.1 Contexto e diagnóstico: os invariantes equivocados do campo conceitual cinemático

4.1.1 O contexto escolar e amazônico

O estudo de caso proposto tem como lócus a Escola Estadual Professora Maria do Socorro Jacob, em Itaituba, sudoeste do Pará, pertencente à região amazônica. A escola atende majoritariamente jovens de camadas populares, incluindo filhos de ribeirinhos, garimpeiros e trabalhadores migrantes — contexto que é constitutivo das situações que farão sentido para esses estudantes. A TCC, ao postular que o sentido de um conceito é construído pelo enfrentamento de situações, implica diretamente que situações descontextualizadas têm menor poder de ativar esquemas existentes e menor eficácia na construção de novos invariantes. Por isso, a proposta busca ancorar as situações diagnósticas e de aprendizagem na realidade tapajônica e amazônica: percursos em embarcações pelo rio Tapajós, variações de velocidade em estradas vicinais, leitura de escalas em instrumentos de pesca e medição artesanal. Essa escolha levanta uma questão que consideramos metodologicamente relevante: situações ancoradas no cotidiano local são mais eficazes por motivarem mais o estudante, ou porque ativam esquemas cognitivos preexistentes que situações genéricas não alcançam? A TCC sugere a segunda hipótese — e a etapa empírica de 2027 será uma oportunidade para testá-la com mais rigor.

4.1.2 Mapeamento dos invariantes equivocados

Com base na literatura especializada (GRINGS; CABALLERO; MOREIRA, 2006; MOREIRA, 2002; SILVA; LABURÚ, 2009) e nos diagnósticos aplicados às turmas de referência, identificaram-se os principais invariantes operatórios equivocados que compõem os esquemas dos estudantes ao ingressar no Ensino Médio. Identificar esses invariantes é o primeiro passo

metodológico da proposta: não se trata de catalogar o que o aluno não sabe, mas de compreender como ele está pensando. Os principais invariantes equivocados identificados foram: (i) "objetos mais pesados caem mais rápido"; (ii) "se um objeto está em movimento, é porque uma força está sendo exercida sobre ele"; (iii) velocidade e aceleração tratadas como sinônimos; (iv) "gráfico é sempre a imagem do trajeto"; e (v) proporcionalidade tratada como aditividade, impedindo a construção do conceito de velocidade como razão.

Esses invariantes não são erros de distração — são esquemas funcionais construídos ao longo de anos de experiência cotidiana sem mediação científica. Combatê-los verbalmente é ineficaz: o estudante concorda com a definição correta em sala e retorna ao invariante equivocado ao enfrentar situações reais. O caminho da TCC é diferente: criar situações nas quais o invariante equivocado falhe de modo perceptível ao próprio estudante, obrigando-o, pela experiência, a reconstruí-lo.

4.2 Proposta de recomposição: os três eixos articulados

4.2.1 Eixo 1 — Diagnóstico dos esquemas e invariantes prévios

A fase diagnóstica tem duração prevista de duas semanas e utiliza três instrumentos especificamente projetados para revelar esquemas e invariantes, não apenas para medir resultados finais. (a) Situações-problema abertas: problemas narrativos sem suporte matemático explícito, contextualizados na realidade amazônica, cuja análise — especialmente das justificativas escritas — permite identificar os teoremas-em-ação que o estudante mobiliza ao raciocinar sobre movimento. (b) Questionário de invariantes: afirmações para classificação como sempre verdadeira, às vezes verdadeira ou falsa, com exigência de justificativa escrita para cada resposta — é a justificativa que expõe o invariante, não apenas a resposta. (c) Mapa conceitual inicial não dirigido: os estudantes organizam os termos movimento, velocidade, tempo, força, distância e aceleração em um diagrama relacional, fornecendo linha de base para comparação ao final da intervenção.

O produto desta fase é um perfil esquemático da turma: quais invariantes equivocados são predominantes, quais situações estão fora do alcance dos esquemas disponíveis e quais representações simbólicas são funcionalmente dominadas. Esse perfil orienta diretamente o sequenciamento das situações nas fases seguintes, tornando a intervenção responsiva à turma real.

4.2.2 Eixo 2 – Progressão situacional controlada

A segunda fase, com duração prevista de seis a oito semanas, organiza-se em quatro blocos situacionais de crescente complexidade, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Blocos situacionais da proposta de recomposição

Bloco	Situações-tipo	Invariantes-alvo	Semanas
I	Grandezas e unidades: comparação, conversão e proporcionalidade contextualizada na realidade amazônica (distâncias fluviais, volumes de embarcação, velocidade de correntes)	Proporcionalidade como multiplicatividade; distinção entre grandeza e número puro	1-2
II	Movimento e representação: percurso no espaço, registro temporal, velocidade média em trajetos ribeirinhos e terrestres	Distinção espaço percorrido $\times$ deslocamento; velocidade como razão temporal	3-4
III	Gráficos e variação: leitura e construção de gráficos $s \times t$ e $v \times t$ em MU e MUV, com situações de comparação entre movimentos distintos	Gráfico como modelo abstrato; inclinação como velocidade; área como deslocamento	5-6
IV	Situações integradas: resolução de problemas com múltiplas grandezas e representações, incluindo situações de	Articulação entre invariantes dos Blocos I-III; ativação coordenada de esquemas em situações novas	7-8

	transferência não trabalhadas diretamente		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Cada bloco organiza-se segundo uma progressão interna de três momentos: situações dominadas ou próximas dos esquemas existentes; situações com rupturas controladas que introduzem conflito cognitivo moderado; e situações de transferência, exigindo mobilização do esquema recém-construído em contextos levemente distintos dos trabalhados durante o bloco.

4.2.3 Eixo 3 – Sistematização simbólica e conceitual

A terceira fase, com duração prevista de duas a três semanas, tem como objetivo consolidar os campos conceituais reconstruídos nas fases anteriores em um sistema de representação mais formal, compatível com as exigências curriculares do Ensino Médio. As equações da cinemática são introduzidas como sínteses simbólicas de invariantes já construídos – não como algoritmos a memorizar. Por exemplo, a equação do Movimento Uniforme ($s = s_0 + v t$) é apresentada como a formalização do teorema-em-ação já operacionalizado nas situações do Bloco II: o deslocamento é proporcional ao tempo, mantido um valor constante de velocidade.

Nesta fase, os mapas conceituais são retomados: os estudantes atualizam os mapas iniciais elaborados no Eixo 1, permitindo ao professor e ao próprio estudante visualizar a ampliação do campo conceitual ao longo da intervenção. Esse instrumento serve simultaneamente como ferramenta de aprendizagem e de avaliação formativa.

4.3 A TCC como teoria da intervenção, não apenas do diagnóstico

Um dos ganhos mais relevantes da adoção da TCC como referencial de recomposição é sua dupla natureza: ao mesmo tempo descritiva — como os estudantes estão pensando? — e prescritiva — como intervir para ampliar os campos conceituais? Essa dupla função distingue a TCC de abordagens que se limitam a diagnosticar déficits curriculares sem oferecer teoria da intervenção.

Essa dupla natureza encontra respaldo direto na formulação de Vergnaud (1996, p. 198), para quem os esquemas constituem a "organização invariante da conduta para uma determinada classe de situações", o que implica que intervir sobre a conduta do estudante exige, necessariamente, intervir sobre os invariantes que a sustentam. Nesse sentido, os três eixos propostos — diagnóstico, progressão situacional e sistematização — correspondem a momentos sequenciais de uma mesma lógica de intervenção: identificar os invariantes equivocados (Eixo 1), criar situações que os tornem inoperantes (Eixo 2) e consolidar os novos invariantes em representações formais (Eixo 3). Esse encadeamento dialoga com o princípio ausubeliano de que "o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe" (AUSUBEL, 2003, p. 1): a proposta não ignora os esquemas existentes — parte deles como capital cognitivo legítimo a ser reorganizado. Articulando os dois referenciais, pode-se afirmar que o Eixo 1 cumpre a função ausubeliana de identificar os subsunçores disponíveis, enquanto os Eixos 2 e 3 operam no nível vergnaudiano de reconstrução dos invariantes operatórios que estruturam esses subsunçores internamente.

Em termos práticos, a TCC orienta o professor a tratar o erro não como sintoma de negligência ou incapacidade, mas como evidência de invariantes operatórios que precisam ser reconstruídos. O desafio pedagógico não é contradizer verbalmente o invariante equivocado, mas criar situações nas quais ele falhe perceptivelmente — conduzindo o estudante, pela própria experiência, a reconstruí-lo. Isso constitui uma ruptura metodológica substantiva em relação ao ensino convencional.

Espera-se que a implementação da sequência produza: redução dos invariantes equivocados mais prevalentes, evidenciada pela comparação entre o questionário diagnóstico inicial e o final; ampliação do campo conceitual da cinemática, visualizável nos mapas conceituais revisados; melhoria no desempenho em situações de transferência; e maior autonomia no trânsito entre múltiplas representações. A verificação empírica desses resultados esperados constitui o objetivo da etapa subsequente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud oferece ao ensino de Física uma das arquiteturas teóricas mais sofisticadas disponíveis para compreender e intervir nas dificuldades de aprendizagem dos estudantes. Ao deslocar o foco analítico do conteúdo que falta para os esquemas e invariantes que sustentam o pensamento, ela transforma a postura pedagógica do professor: de transmissor de informações a arquiteto de situações. Não é exagero afirmar que essa mudança é a mais difícil de todas — não porque exija mais preparação técnica, mas porque exige uma postura diferente diante do erro do estudante. Tratar o erro como evidência de invariante equivocado, e não como falha de atenção ou esforço, é uma reorientação que vai contra hábitos pedagógicos sedimentados por décadas de ensino transmissivo. Reconhecemos que a proposta aqui apresentada pressupõe essa reorientação — e que prepará-la na etapa de formação docente será tão importante quanto desenhar os instrumentos diagnósticos.

No contexto da recomposição de aprendizagens — imperativa no cenário pós-pandêmico e estruturalmente necessária em contextos de alta vulnerabilidade como o do interior do Pará —, essa perspectiva é particularmente valiosa. Ela nega a proposição implícita em muitas políticas de reforço de que estudantes defasados precisam simplesmente retornar ao básico e repetir o que não aprenderam. Em seu lugar, propõe uma reorganização

progressiva e situada do campo conceitual, que parte dos esquemas existentes como capital cognitivo legítimo.

O diálogo estabelecido com os referenciais de Ausubel e Vygotsky permitiu situar a contribuição específica da TCC: ela opera em um nível de granularidade — os invariantes operatórios — que os outros referenciais não alcançam com a mesma precisão, e que é decisivo para contextos nos quais os esquemas equivocados são estáveis, funcionais e resistentes ao ensino convencional.

A proposta apresentada neste artigo representa um recorte dentro de um projeto mais amplo de pesquisa vinculado ao MNPEF/UFOPA, cuja fase de aplicação empírica está prevista para o ano letivo de 2027. Espera-se que os dados coletados nessa fase permitam validar, refinar e publicar a sequência didática como produto educacional, contribuindo para o repositório de práticas de recomposição teoricamente fundamentadas no contexto da Educação Básica pública brasileira — e, em particular, amazônica.

Importa, por fim, situar a contribuição deste artigo no conjunto da série de pesquisa a que pertence. A produção do grupo (RIBEIRO; VIEIRA, 2026a; 2026b) mobiliza três referenciais complementares — Ausubel, Vergnaud e Skinner — não como opções concorrentes, mas como lentes analíticas de diferentes granularidades. Ausubel oferece a lógica da organização hierárquica do currículo e dos subsunçores; Vygotsky situa a aprendizagem na mediação social e na zona de desenvolvimento proximal; e Vergnaud, como demonstrado neste artigo, fornece a teoria da intervenção sobre os invariantes operatórios — o nível de detalhe cognitivo que os outros referenciais não alcançam com a mesma precisão. Essa articulação não é eclética: é estratégica. Em contextos de alta defasagem como o da escola pública amazônica, nenhum referencial isolado é suficiente. A riqueza está exatamente na complementaridade — e na clareza sobre o que cada teoria pode e não pode oferecer ao professor que busca não apenas ensinar, mas garantir que seus estudantes aprendam de modo significativo e duradouro.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Relatório de resultados do SAEB 2021–2023: Matemática e Ciências da Natureza. Brasília: INEP, 2023.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CRESWELL, J. W. Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- GRINGS, E. T. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Conceitos em ação dos estudantes de Física em situações de Eletricidade. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 345–368, 2006.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7–29, 2002.
- MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- RIBEIRO, F. S.; VIEIRA, M. Recomposição de aprendizagens no ensino de Física: uma proposta teórico-metodológica ausubeliana para o 1º ano do Ensino Médio. [Artigo submetido]. UFOPA/MNPEF, 2026b.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SILVA, A. C. T.; LABURÚ, C. E. Reflexões para subsidiar discussões sobre a mudança conceitual na perspectiva da teoria dos campos conceituais de Vergnaud. *Ciência & Educação, Bauru*, v. 15, n. 3, p. 659-677, 2009.
- VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: LESH, R.; LANDAU, M. (Eds.). *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press, 1983. p. 127-174.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble*, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.
- VERGNAUD, G. Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. In: NOIRFALISE, R.; PERRIN-GLORIAN, M. J. (Eds.). *Actes de l'Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*. Clermont-Ferrand: IREM, 1996. p. 174-185.
- VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. *Human Development, Basel*, v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza, orientador desta pesquisa, pela disponibilidade, pela rigorosidade intelectual e pelo acompanhamento criterioso que tornaram possível a elaboração deste

trabalho. Sua orientação foi decisiva tanto para a solidez do referencial teórico quanto para a coerência metodológica da proposta aqui apresentada.

Agradecem também ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pelo apoio institucional e pelas condições de produção acadêmica que viabilizaram esta pesquisa.

04

Experimentação nas Abordagens Clássicas de Aprendizagem

Renan Daniel Domingos

EXPERIMENTAÇÃO NAS ABORDAGENS CLÁSSICAS DE APRENDIZAGEM

Experimental Practices in Classical Learning Approaches

Renan Daniel Domingos

<https://orcid.org/0000-0001-8140-0206>

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de experimentação para o ensino de Física focada no conceito de Centro de Gravidade e fundamentada em três teorias de aprendizagem distintas. Foram elaboradas três fichas experimentais independentes, cada uma dialogando com uma abordagem teórica específica, a fim de explorar como a atividade laboratorial assume características diferentes tanto na elaboração quanto na aplicação em sala de aula. Para elucidar essa transição da teoria à prática, utilizaram-se os experimentos de centro de gravidade em corpos planos e volumétricos disponíveis no livro de André Assis – Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca. Cada ficha experimental foi aplicada e avaliada dentro de sua corrente teórica. Escolhemos três teorias de aprendizagem com o objetivo de comparar a evolução da maneira como se interpreta a forma de o aluno aprender utilizando a experimentação: o Behaviorismo Clássico de Watson, focado na automação de respostas e na formação de hábitos motores; a Aprendizagem Significativa de Ausubel, que explora a interação não-arbitrária do aluno com a experimentação; e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, direcionada à evolução dos invariantes operatórios em situações de complexidade progressiva. Ao final, analisa-se como cada abordagem interpreta o erro do aluno e propõe-se uma superestrutura didática integrada de progressão instrumental e cognitiva, na qual cada unidade prática é regida estrategicamente pelo referencial teórico mais adequado à sua complexidade.

Palavras-chave: Ensino de Física. Centro de Gravidade. Experimentação Investigativa.

ABSTRACT

This paper presents a proposal for physics teaching experimentation focused on the concept of the center of gravity, grounded in three distinct learning theories. Three independent experimental guides were developed, each aligned with a

specific theoretical approach, to explore how laboratory activities adopt distinct characteristics in both their design and classroom application. To illustrate this transition from theory to practice, we adapted center of gravity experiments involving planar and volumetric bodies from Assis's Archimedes, the Center of Gravity, and the Law of the Lever. Each experimental guide was applied and evaluated within its respective theoretical framework. We chose three learning theories to compare how interpretations of student learning through experimentation have evolved: Watson's Classical Behaviorism, focused on response automation and the formation of motor habits; Ausubel's Meaningful Learning theory, which explores the students' non-arbitrary interaction with experimental practices; and Vergnaud's Theory of Conceptual Fields, directed at the evolution of operative invariants within situations of progressive complexity. Finally, we analyze how each approach interprets student errors and propose an integrated didactic superstructure for instrumental and cognitive progression, wherein each practical unit is strategically governed by the theoretical framework best suited to its complexity.

Keywords: Physics Teaching. Center of Gravity. Investigative Experimentation.

1 INTRODUÇÃO

A implementação de atividades experimentais no ensino de Física tem sido amplamente debatida na literatura acadêmica, que frequentemente denuncia o descompasso entre o potencial investigativo do laboratório e a realidade das práticas escolares (SASSERON, 2018). Críticas recorrentes apontam que, apesar dos avanços na pesquisa em ensino de ciências, a escola contemporânea ainda replica uma estrutura engessada, na qual o experimento é reduzido a um protocolo diretivo do tipo “livro de receitas” ou a meras demonstrações passivas destinadas a validar fórmulas previamente expostas no quadro. Esse modelo mecanizado subutiliza os recursos disponíveis e frustra o desenvolvimento da autonomia, transformando o laboratório em um ambiente de reprodução técnica que negligencia as necessidades cognitivas e o protagonismo do estudante.

Essa falta de identidade da experimentação escolar reflete escolhas epistemológicas muitas vezes implícitas por parte do docente, que oscila entre o

pragmatismo utilitarista e a cobrança por memorização de conceitos abstratos descolados do real. Quando o processo de transposição didática de uma atividade experimental ignora os referenciais teóricos de aprendizagem, a prática pedagógica perde seu poder transformador (FERRARO, 2017). Sob essa premissa, este trabalho apresenta uma análise detalhada de três intervenções voltada à localização do Centro de Gravidade em corpos planos e volumétricos, baseada no livro Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca do professor André Koch Torres Assis (ASSIS, 2008) . O objetivo central é demonstrar que a superação desse cenário tradicional não exige aparatos de alta tecnologia, mas sim uma fundamentação teórica que ressignifique as ações dos sujeitos na bancada.

Para tanto, o experimento é examinado e transposto sob três referenciais distintos: o Behaviorismo Clássico de John B. Watson, a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Longe de propor uma adesão dogmática a uma única teoria, na seção 4 propomos uma sequência didática integrada de abordagem mista. Essa integração estratégica de teorias busca oferecer uma resposta concreta às limitações de tempo curricular e à fragmentação do conhecimento na escola de hoje. Ao estruturar uma jornada de progressão instrumental e cognitiva contínua, a sequência educacional demonstra ser capaz de conferir sentido psicológico e investigação científica ao ensino de Física, permitindo que o estudante desenvolva com base, desde a manipulação física inicial até a formalização abstrata necessária para a verdadeira compreensão dos fenômenos estáticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Behaviorismo de John B. Watson

John B. Watson (1878-1958) é reconhecido como o precursor do behaviorismo no mundo ocidental, estabelecendo uma ruptura radical com a psicologia da época. Sua proposta excluía as discussões sobre a consciência, a mente ou estados mentais internos, defendendo que a psicologia deveria ocupar-se somente do comportamento observável e mensurável (MOREIRA, 1999). Nessa perspectiva, a aprendizagem é compreendida como uma modificação do comportamento resultante da relação direta entre estímulos e respostas, configurando o arranjo Estímulo-Resposta (E-R). A base teórica de Watson foi fortemente influenciada pelos trabalhos de Ivan Pavlov sobre o condicionamento clássico (MOREIRA, 1999), nos quais, por meio de estímulos primitivos, muitas vezes sensoriais, obtinha-se a resposta desejada. Sob essa ótica, a aprendizagem ocorre por um mecanismo de substituição de estímulo: quando um estímulo neutro é pareado repetidamente com um estímulo que já provoca uma resposta natural, o neutro passa a produzi-la por si só.

No contexto do laboratório de Física, o domínio de um conceito ou prática é demonstrado de forma puramente objetiva quando o estudante emite a resposta correta, um comportamento, diante de um problema prático ou aparato experimental específico, que serve como estímulo. A experimentação é uma forma de o educando, pela prática, fixar associações mecânicas em primeira ordem, como realizar medidas ou traçar gráficos, e, em ordens superiores de complexidade, desenvolver uma linha de pensamento computacional ou saber quais ações de laboratório deve executar ao se deparar com determinado estímulo. Pode parecer uma visão simplista para um ambiente de laboratório, porém é exatamente o protocolo que rege um laboratório de pesquisa ou a análise de uma amostra. Diante disso, podemos, de forma mais direta, chamar esta

abordagem de um treinamento do aluno. Cabe a nós, como educadores, pensar como tornar esse conjunto (E-R) viável dentro da proposta didática; para isso, é preciso um roteiro que evite o desvio do objetivo e favoreça a repetição da ação.

Para Watson, o comportamento e até mesmo processos altamente complexos, como o pensamento e a linguagem, eram reduzidos a movimentos musculares e sentidos periféricos (MOREIRA, 1999). Definiu o pensamento unicamente como uma fala subvocal e as emoções como reações musculares observáveis. Sob essa lente teórica, a aquisição de novas habilidades ocorre pela formação de rigorosas cadeias de reflexos, que possuem como origem a repetição. Movimentos executados no laboratório, como o manuseio de um fio de prumo para encontrar o ponto de balanço de um objeto, são compreendidos como o resultado de uma sequência de respostas motoras, na qual a sensação produzida por cada ação serve de estímulo imediato para a conduta seguinte — a resolução de um novo passo do problema.

Diferente de vertentes behavioristas posteriores que enfatizam as consequências da ação (como o reforço), Watson baseava a consolidação da aprendizagem em dois princípios mecânicos:

- **Princípio da Frequência:** Quanto mais vezes uma determinada resposta é associada a um estímulo específico, mais forte e estável se torna essa conexão na estrutura do hábito.
- **Princípio da Recência:** A resposta dada mais recentemente a um estímulo é a que possui a maior probabilidade de ser repetida diante de uma nova ocorrência desse mesmo estímulo.

Dentro da perspectiva de Watson, a experimentação em sala de aula assume um caráter roteirizado, técnico e procedimental. O objetivo central é o treinamento do estudante para que ele execute passos experimentais de forma

exata, precisa e padronizada. O aprendizado de conceitos físicos, como o centro de gravidade que abordamos neste trabalho, não envolve a compreensão interna de leis ou equações, mas sim o processo de aprender a fornecer a sequência correta de palavras ou ações físico-motoras diante do aparato exposto na bancada, ou em situações similares às aquelas já vivenciadas pelo aluno. Aqui, o termo vivenciada está ligado a uma visão limitada de que ele só consegue resolver problemas idênticos ou similares com o uso de determinada técnica, sem possibilidade de abstração ou criatividade. Assim, podemos definir esta abordagem com alunos na prática de laboratório como um exercício rigoroso de precisão, repetição e hábito observável.

2.2 A Aprendizagem Significativa de David Ausubel

David Ausubel (1918-2008) propõe que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Partindo desse princípio, o professor realiza um processo para identificar esse conhecimento e, a partir dele, ensinar um novo conhecimento correlacionado. Em sua Teoria da Aprendizagem Significativa, o conhecimento não é simplesmente memorizado ou acumulado na mente do sujeito, mas construído por meio de uma interação não-arbitrária e construtiva entre os novos conceitos, de forma a se incorporar à estrutura cognitiva preexistente do estudante (MOREIRA, 1999). O ponto central dessa dinâmica está na existência de subsunçores (ou conhecimentos prévios relevantes e específicos), que possuem a função de ancoragem e fixação para as novas informações científicas desenvolvidas dentro do ambiente escolar. Dessa forma, podemos definir a Aprendizagem Significativa como o processo através do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal), a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. A nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de conceito subsunçor.

O processo de aprendizagem ocorre através da ancoragem cognitiva, que pode ser compreendida como uma etapa necessária: quando o aluno se depara com um novo fenômeno físico, como o equilíbrio estável de um corpo, ele tenta ativamente conectar essa percepção aos subsunçores que já possui em sua mente (um exemplo são noções intuitivas de “balanço”, “peso”, entre outras). Se a nova informação interagir de forma substantiva com esses conceitos ancorados (fizer sentido para o aluno), ela é modificada e assimilada, ao mesmo tempo em que o próprio subsunçor se transforma, em direção de se tornar mais complexo e abstrato, de modo a se tornar estável para o educando. Aqui temos uma evolução na forma cognitiva de construir uma solução, comparada com a abordagem de Watson.

No espaço de laboratório, onde o aluno é desafiado com novas descobertas e aprofundamentos da teoria, se bem conduzido, a elaboração de um plano de aula baseado nos subsunçores dos alunos (aqui usamos “alunos” no sentido de pensar uma sala de aula que possui um conjunto de subsunções, no qual a indagação a um grupo de alunos com subsunções distintas — realidade do espaço escolar — faça sentido e provoque uma construção mental) leva a prática de laboratório a um novo nível. A prática permite ao aluno desenvolver a abstração e o raciocínio lógico; em determinado problema, a solução não é uma atividade simplesmente mecânica, e sim uma construção e constatação do aluno. Ele parte de uma base menor e tenta criar conexões com outras bases para formar uma solução, podendo ou não unificar essas bases em uma mais sólida, que foi colocada à prova. Comparando com o tema do nosso trabalho, aqui o aluno não vai executar um roteiro sem sentido para ele, com o objetivo de acrescentar uma informação; ele vai conseguir desenvolver, a partir de seus subsunçores, uma forma de interpretar e chegar a uma solução. Aqui é preciso pensar na evolução da estrutura cognitiva do aluno a cada novo passo que será apresentado a ele.

Diferente do behaviorismo, que foca na resposta automática, a teoria ausubeliana foca na captação de significados e na atribuição intencional de sentido ao material e à condução realizada. O conhecimento não acontece espontaneamente na manipulação isolada do objeto, mas sim na relação conceitual estabelecida entre a ação prática e a teoria científica. Ao manipular figuras de papel-cartão com diferentes geometrias, que fazem sentido para ele e estão presentes em seu espaço, como as apresentadas na obra de ASSIS (2008) o estudante é estimulado a passar por dois processos cognitivos que ocorrem de forma simultânea:

- **Diferenciação Progressiva:** O conceito geral e intuitivo de “ponto de equilíbrio” vai se desdobrando em conceitos mais específicos e complexos à medida que as situações mudam. O aluno começa aplicando a ideia de simetria geométrica na régua e no triângulo plano, mas percebe a necessidade de subdividir e detalhar seu conhecimento quando confrontado com a assimetria da peça em formato diferente ele precisa correlacionar outros subsunçores que lhe permitirão interpretar o problema proposto.
- **Reconciliação Integradora:** Ocorre quando o estudante reorganiza sua estrutura cognitiva ao perceber que ideias aparentemente distintas ou contraditórias possuem uma relação, inicialmente para ele indireta. Diante do desafio de localizar o Centro de Gravidade no espaço vazio da peça irregular, o aluno reconcilia sua intuição materializante (a ideia de que o peso precisa de matéria física local para se apoiar) com o formalismo vetorial, e o conceito de torque resultante nulo passa a fazer sentido para ele. Assim, ele consegue complexificar seu subsunçor, que inicialmente era geométrico, para agora conter uma prévia de formulação - determinado ponto existe uma propriedade onde, se ele realizar um “contato ou ação”, ela não tem efeito sobre o

objeto. Ou seja, desenvolve uma ideia inicial de torque, que servirá como subsunçor para situações seguintes.

Para que essa dinâmica aconteça dentro do planejamento, o professor deve partir dos **organizadores prévios**. Utilizando analogias cotidianas ou pontes conceituais, com situações familiares para o aluno, o docente tenta ativar os subsunçores corretos, preparando o terreno cognitivo para que o experimento ganhe um significado real e não meramente de reprodução. O papel do professor deixa de ser o de um instrutor de rotinas motoras e passa a ser o de um mediador e negociador de significados (MOREIRA, 1999). O experimento não deve servir apenas como forma de ilustrar fórmulas prontas ou um treino de repetição, mas como um material potencialmente significativo e transformador da estrutura cognitiva do aprendiz.

Falar de prática experimental e não tocar no ponto do “erro” do estudante seria o mesmo que falar “este foi treinado para a realização desta tarefa”; a construção da ciência exige esta etapa e ela funciona aqui muito diferente do Behaviorismo. O aluno deve ter contato com o erro para que ele consiga associar outros subsunçores que permitirão construir a solução. Por exemplo, durante a localização do Centro de Gravidade, o erro é compreendido como um indicador valioso de que os subsunçores atuais estão sendo testados. Longe de ser uma resposta incorreta a ser punida ou apagada, o erro indica o caminho que o aluno está construindo para a solução e onde o professor deve atuar, promovendo novos diálogos e questionamentos estruturados para que o aluno execute a reconciliação integradora e alcance uma aprendizagem substantiva, estável e duradoura.

2.3 A Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud

Gérard Vergnaud (1933-2021) propõe uma visão em que o conhecimento não se reduz a estruturas lógicas puramente gerais e abstratas, mas sim a uma construção contínua e indissociável de conteúdos específicos e situações reais. Sua Teoria dos Campos Conceituais (TCC) assume um caráter neopiagetiano e vygotskiano (MOREIRA, 1999), defendendo que o desenvolvimento cognitivo se dá pelo domínio progressivo de um conjunto heterogêneo de problemas e situações. O cerne dessa abordagem está no processo de conceitualização do real, estruturado através do triplete pragmático-semântico $C=(S, I, R)$, em que S representa o conjunto de situações que dão sentido ao conceito, I o conjunto de invariantes operatórios que guiam a ação, e R o conjunto de representações simbólicas utilizadas para significar o real.

Um campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitualizações e relações estruturadas, cujo domínio exige uma grande variedade de conceitos, procedimentos e representações simbólicas em estreita conexão uns com os outros. O conhecimento se desenvolve a partir do enfrentamento de situações.

A base do processo de ensino e aprendizagem para Vergnaud reside na evolução, diferenciação e robustez dos esquemas. Quando o estudante enfrenta uma classe de situações, ele mobiliza seus invariantes operatórios (I), que se dividem em conceitos-em-ação (categorias consideradas pertinentes) e teoremas-em-ação (proposições tidas como verdadeiras na prática do aluno). Diante de um desafio, o aluno experimenta uma ruptura ou insuficiência operatória ao constatar que seus teoremas-em-ação não são suficientes. Esse obstáculo operacional funciona como o verdadeiro motor da aprendizagem, forçando o sujeito a reorganizar sua ação e a adotar novos sistemas de representação (R) para restabelecer sua compreensão do problema; neste caso, ele busca teoremas-em-

ação e conceitos-em-ação que ainda são válidos como base de desenvolvimento da nova estrutura que lhe permitirá resolver o novo desafio. O contato e o acesso a outras orientações, textos didáticos, orientações do professor, explicações etc. permitem que ele formule novos teoremas e desenvolva novos conceitos que aplicará.

Diferente do behaviorismo, focado no hábito reflexo automatizado, e do ausubelismo, focado na assimilação de processos já existentes, a TCC coloca seu foco sobre a ação mediada do sujeito a dada situação (MOREIRA, 1999). O conhecimento físico provém diretamente da busca pela adaptação ao real. No laboratório, ao manipular instrumentos e equipamentos, o aluno realiza ações que são estruturadas por esse núcleo conceitual de invariantes; compreende para que cada coisa serve e o que consegue extrair dela e, ao se deparar com um problema, formulará novos conceitos-em-ação a fim de buscar a solução. Vergnaud destaca que o domínio de um campo conceitual complexo é um processo de longa duração, marcado por continuidades, rupturas e avanços essencialmente não-lineares. Para o ensino de Física, isso implica que a atividade experimental deve ser planejada como uma progressão cuidadosa de situações com complexidade crescente.

O uso de materiais manipuláveis e instrumentos mediadores é fundamental para que o aluno evolua de um pragmatismo intuitivo inicial para uma generalização operacional estável, tornando-se capaz de operar com conceitos mais abstratos e complexos. A experimentação em sala de aula assume o caráter de uma investigação cognitiva. O papel do professor deixa de ser o de quem apenas transmite definições textuais prontas e passa a ser o de um mediador, responsável por planejar situações desafiadoras e gerenciar os sistemas de significação nos quais o aluno deve aplicar seus teoremas e conceitos-em-ação em sala. O experimento não funciona como um aparato de verificação passiva de leis preexistentes, mas como um cenário de desafios práticos que

coloca em xeque a validade dos teoremas-em-ação implícitos e limitados do estudante, para que ele consiga obter, de forma generalizada, novos campos que lhe permitirão resolver problemas mais avançados.

Na TCC, o erro cometido pelo aluno ao realizar determinada prática experimental não é interpretado como uma falha motora ou falta de atenção, mas sim como um indicador diagnóstico precioso. Como cada aluno possui uma estrutura cognitiva que está mobilizando para resolver o desafio, são esperadas as mais diversas situações de diagnóstico. O erro revela a lógica interna do invariante operatório que está operando na ação do estudante e sinaliza o momento pedagógico exato em que a mediação do professor deve introduzir novos instrumentos e o formalismo, viabilizando o salto conceitual e a evolução cognitiva estável do aprendiz.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição da Atividade

A intervenção pedagógica foi estruturada com inspiração nas práticas experimentais sobre o Centro de Gravidade descritas por Assis em Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca. O desenho metodológico consistiu em colocar os estudantes como agentes diretos e executores de todas as etapas práticas, permitindo a manipulação autônoma de diferentes corpos e geometrias. Mesmo sendo um experimento para testar o conhecimento inicial do aluno referente ao centro de gravidade, ele permite trabalhar de forma a realizar uma investigação científica progressiva. O roteiro foi dividido em três unidades práticas: em cada uma, o aluno desenvolve o conceito de centro de massa utilizando um tipo de figura geométrica, partindo de uma figura plana, passando para uma figura plana não regular e finalizando com uma figura tridimensional.

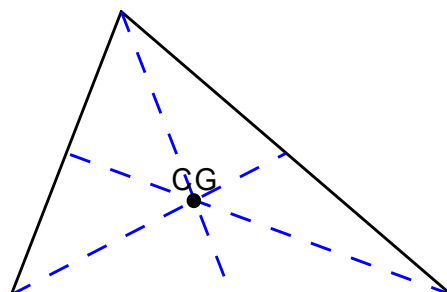
Como cada teoria possui aspectos bem específicos, conforme apresentado na seção anterior, a fim de obter fidelidade a cada uma, desenvolvemos três roteiros experimentais pensados a partir desses aspectos e da forma como os autores apontam que deve ser o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Porém, a estrutura dos desafios é a mesma, para que sempre se chegue ao mesmo ponto em cada unidade, podendo-se avaliar em qual unidade — e dentro de qual teoria — os alunos conseguiram o desenvolvimento de habilidades para a unidade seguinte.

3.1.1 Unidade 1: Equilíbrio em Superfícies Regulares e Simétricas

Na primeira etapa da atividade, os estudantes iniciaram a manipulação a partir de um desafio elementar: equilibrar uma régua homogênea sobre um único ponto de apoio (o dedo indicador), observando as marcações do ponto médio, obtidas de forma simples pela leitura das graduações da régua.

Em seguida, cada estudante recebe uma placa triangular plana e homogênea confeccionada em papel-cartão. Sem realizar medições prévias, os alunos buscaram localizar de forma tátil, por tentativa e erro posicional, o ponto da superfície onde o triângulo se mantinha em equilíbrio estático estável. Após essa etapa empírica, os estudantes utilizaram régua e lápis para traçar as retas medianas a partir dos vértices da figura geométrica. Com os traçados concluídos, os alunos verificaram visualmente se o ponto geométrico de interseção dessas linhas (o baricentro) coincidia com a localização do ponto de equilíbrio encontrada previamente por meio da manipulação direta. Por fim, para validar a precisão do experimento, os estudantes apoiaram o baricentro determinado sobre a ponta vertical de um prego ou lápis fixo na bancada, observando a sustentação estável do corpo plano no ponto encontrado.

Figura 1: Localização do Baricentro por Medianas Geométricas.



Fonte: Autor (2026).

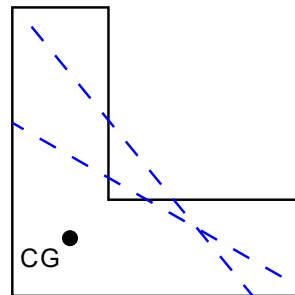
3.1.2 Unidade 2: Equilíbrio em Superfícies Assimétricas e Não-Convexas

No segundo momento da intervenção, dificultamos a geometria do desafio, entregando uma figura plana que não possui simetria visual óbvia. Os estudantes receberam uma nova placa plana de papel-cartão, desta vez recortada em formato de “L” ou “V”, configurando uma distribuição assimétrica de massa e uma geometria não-convexa. Inicialmente, os alunos tentaram encontrar o ponto de equilíbrio apoiando-a diretamente no lápis, deparando-se com a instabilidade da figura.

Diante disso, adotaram um método de suspensão mecânica: utilizando um fio de prumo e um alfinete, suspenderam a peça a partir de diferentes pontos dos vértices. Para cada ponto de suspensão, o estudante deve aguardar a estabilização do fio e traçar, a lápis, a linha vertical projetada pelo prumo sobre a superfície do papel-cartão. Ao final dos múltiplos traçados, os estudantes observaram que as linhas convergiam e se cruzavam em um ponto localizado fora dos limites físicos da figura em “L” — isto é, na região de espaço vazio —, questionando a intuição inicial de que o equilíbrio exigiria um suporte material local. Como teste final de verificação, os alunos fixaram temporariamente uma fita transparente no ponto de encontro das linhas traçadas, o que permitiu apoiar o alfinete exatamente sobre as coordenadas do ponto de interseção no vazio,

constatando que o equilíbrio estático não existe somente sobre a superfície da figura.

Figura 2: Centro de Massa Externo em Figura assimétrica.



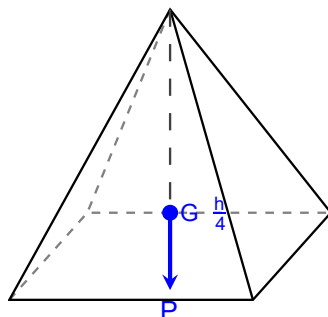
Fonte: Autor (2026).

3.1.3 Unidade 3: Equilíbrio e Estabilidade em Corpos Tridimensionais

A etapa final da intervenção estende a investigação para além das superfícies planas bidimensionais, passando para a análise de volumes no espaço tridimensional. Os estudantes são confrontados com o desafio de localizar e validar o ponto de equilíbrio de um corpo sólido volumétrico: uma pirâmide de base quadrada homogênea. Esse sólido foi entregue aos estudantes como sólidos planificados, para que realizem a montagem e, assim, já iniciassem um processo inicial de investigação.

Os estudantes examinaram as características geométricas do sólido e avaliaram o efeito do acúmulo gradual de massa em direção à base do objeto. Em seguida, projetaram e traçaram os planos ortogonais de simetria da pirâmide e, por fim, utilizaram os métodos desenvolvidos na unidade anterior para encontrar a posição geométrica do ponto de equilíbrio.

Figura 3: Pirâmide de base quadrada: Centro de Gravidade a $h/4$ da base.



Fonte: Autor (2026).

3.2 Abordagem Watsoniana

O estudante atua como um executor de comandos e sequências físico-motoras previamente modeladas. Ele observa a demonstração dos passos e os repete rigorosamente no procedimento de traçado ou suspensão mecânica, com o objetivo de fixar um hábito preciso e automatizar o comportamento motor diante do aparato. O acerto na localização do ponto de equilíbrio funciona como o estímulo terminal para a consolidação da resposta correta. No modelo comportamental clássico, o laboratório assume o papel de um ambiente de pareamento de estímulos e respostas (E-R), cujo foco não reside na compreensão interna ou conceitual das leis da gravidade, mas na aquisição de um sistema estável de movimentos musculares automatizados que resultam no equilíbrio físico do corpo. O erro do estudante é tratado como um desvio motor mecânico, a ser prontamente eliminado por meio da repetição exata e exaustiva (Lei da Frequência e Lei da Recência). Estruturado sob a premissa do condicionamento clássico e da formação de hábitos motores, o roteiro elimina questionamentos reflexivos e concentra-se na execução imediata de respostas musculares coordenadas diante de estímulos visuais concretos.

3.2.1 Unidade 1: Algoritmo Geométrico

- **Objetivo:** Executar a sequência de traçado geométrico para localizar o centro de massa.
- **Procedimento Técnico (Estímulo):** Triângulo escaleno de papel-cartão.
- **Resposta 1:** Com a régua, localize e marque o ponto médio de cada lado.
- **Resposta 2:** Trace as três medianas (vértice ao ponto médio oposto).
- **Resposta 3:** Identifique o ponto de intersecção (Baricentro).
- **Reforço:** O equilíbrio horizontal perfeito ao apoiar o ponto sobre um alfinete.

3.2.2 Unidade 2: Suspensão em Figura Plana Irregular

- **Objetivo:** Replicar o método de suspensão vertical em formas irregulares.
- **Procedimento Técnico (Estímulo):** Peça em formato de “L” de papel-cartão rígido.
- **Ação 1:** Suspenda a peça por um furo e use o fio de prumo para traçar a vertical.
- **Ação 2:** Repita o processo suspendendo por um ponto diferente.
Conclusão Motora: O centro de massa é o ponto de cruzamento (mesmo fora da massa).

3.2.3 Unidade 3: Generalização em Objetos 3D

- **Objetivo:** Aplicar o hábito motor consolidado a um objeto real da sala de aula.
- **Tarefa de Precisão (Estímulo):** Selecione um objeto pessoal (estojo, grampeador ou ferramenta).
- **Execução:** Aplique o método de dupla suspensão vertical aprendido anteriormente.

- **Frequência e Recentidade:** A rapidez na localização demonstra a formação do hábito.

Tratamento do Erro: O erro é interpretado como uma falha mecânica ou ruído na cadeia E-R. Deve ser corrigido imediatamente pelo instrutor através da repetição exata para evitar a fixação de um mau hábito motor.

3.3 Abordagem Ausubeliana

O estudante atua como um sujeito cognoscente que busca atribuir sentido ao fenômeno, ancorando os novos conceitos em seus subsunçores prévios. Ele é instigado a confrontar suas concepções intuitivas sobre “ponto médio” e “presença de matéria” com as reações físicas de geometrias complexas, passando por processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. O professor, por sua vez, atua como um organizador e negociador de significados, mediando esse percurso.

Para Ausubel, o experimento não serve para treinar movimentos, mas como ancoradouro para a reorganização de ideias. O roteiro exige que o estudante explicita suas concepções prévias (subsunçores) para que o novo conhecimento se ligue a elas de forma significativa. O erro e a hesitação diante da peça em “L” são compreendidos como manifestações legítimas de um conflito que demanda a negociação de significados e a reconciliação integradora na mente do aprendiz. A atividade experimental é organizada, portanto, em torno do enfrentamento de uma progressão de situações-problema, mapeando a evolução das concepções do estudante e a necessidade de novos sistemas de representação na sua ação direta.

3.3.1 Unidade 1: Ancoragem Geométrica

- **Objetivo:** Relacionar o conceito de ponto médio e equilíbrio à estrutura cognitiva prévia.
- **Situação de Aprendizagem (Subsunçor):** O que você entende por “ponto de equilíbrio”? Como equilibrar uma régua no dedo?
- **Exploração:** Utilize um triângulo de papel-cartão. Antes de traçar, onde você “sente” que está o centro dele?
- **Diferenciação:** Localize as medianas e o Baricentro. Este ponto coincide com sua intuição inicial?
- **Verificação:** Teste a estabilidade no alfinete e discuta porque a figura não pende para os lados.

Orientação Docente: Atue como mediador. Use organizadores prévios (como a analogia da gangorra) para construir a ponte entre o senso comum e a física formal.

3.3.2 Unidade 2: Método da Suspensão

- **Objetivo:** Integrar o método experimental à compreensão de figuras complexas.
- **Situação de Aprendizagem:** Desafio: Em uma peça em “L”, é possível o centro de gravidade estar localizado fora da massa física do objeto?
- **Investigação:** Utilize o fio de prumo em dois pontos de suspensão diferentes.
- **Reconciliação Integradora:** Como as linhas traçadas explicam a distribuição de peso na peça?
- **Significado:** O CG não é apenas um ponto geométrico, mas o ponto onde o torque resultante é nulo.

Orientação Docente: Promova a negociação de significados. Se o aluno hesitar ao encontrar o CG no vazio, explore o porquê dessa estranheza.

3.3.3 Unidade 3: Transferência e Generalização

- **Objetivo:** Aplicar o conceito de CG de forma substantiva em objetos do mundo real.
- **Tarefa de Compreensão:** Aplicação: Escolha um objeto 3D assimétrico (martelo, grampeador ou ferramenta).
- **Predição:** Antes de medir, onde você acredita que o peso está concentrado? Por quê?
- **Execução:** Execute o método da suspensão para validar sua hipótese.

Orientação Docente: Observe a autonomia intelectual. O aluno deve ser capaz de justificar suas ações sem recorrer apenas ao automatismo.

3.3.4 Evidência de aprendizagem significativa

Avalie a captação de significados pelo aluno (Marque com X):

- ☐ O aluno consegue explicar o conceito de CG com suas próprias palavras?
- ☐ Houve relação clara entre o novo conhecimento e subsunçores prévios?
- ☐ O aluno resolveu o conflito cognitivo ao encontrar o CG na peça em L?
- ☐ A aplicação no objeto 3D foi justificada logicamente (reconciliação integradora)?

Tratamento do Erro: O erro é um caminho para os subsunçores em teste. Sinaliza que a ancoragem cognitiva falhou ou que há uma intuição materialista impedindo a captação do significado do centro de massa, exigindo nova mediação do docente.

3.4 Abordagem de Vergnaud (Teoria dos Campos Conceituais)

O estudante é analisado como um sujeito em situação, cujo foco está na conceitualização do real disparada pelo enfrentamento de desafios de complexidade progressiva (simetria, assimetria no vazio e tridimensionalidade). Diante de uma situação de ruptura (como o espaço vazio da peça em L), o estudante experimenta a insuficiência de seus esquemas operatórios práticos e de seus teoremas-em-ação intuitivos. Sob a mediação do professor, o aluno adota novos métodos instrumentais (o fio de prumo) e sistemas de representação (linhas verticais e formalismo vetorial) não apenas para resolver a tarefa imediata, mas para expandir, refinar e tornar seus invariantes operatórios mais abstratos.

Enquanto Watson foca na mecânica do corpo e Ausubel foca na linguagem declarativa da mente, Vergnaud une ambos através do conceito de esquema. O roteiro força o estudante a agir sobre o real e a identificar a falha de suas próprias regras implícitas (teoremas-em-ação). O erro deixa de ser um vício motor ou uma mera confusão de palavras e passa a ser compreendido como a janela de diagnóstico que revela como o aluno está estruturando sua conduta, servindo de motor para a evolução cognitiva de longa duração.

3.4.1 Unidade 1: Classe de Situações de Simetria e Invariantes Lineares

- **Objetivo da Situação (S_1):** Dominar problemas de equilíbrio estático em superfícies planas poligonais regulares através da identificação operacional de eixos de simetria.
- **Diretrizes de Investigação Centradas no Estudante:**
- **Exploração dos Invariantes Iniciais:** Diante de uma régua homogênea, o estudante investiga qual regra implícita (teorema-em-ação) utiliza para equilibrá-la sobre um único dedo, identificando como as noções geométricas intuitivas de ponto médio e simetria orientam sua conduta.

- **Ação sobre o Real:** O estudante manipula uma placa triangular de papel-cartão e, por tentativa e erro tátil (ação direta), localiza o ponto exato onde o triângulo permanece estável, antes de efetuar qualquer traçado geométrico formal.
- **Introdução do Sistema de Representação (R_1):** O estudante utiliza régua e lápis para traçar as medianas da figura, confrontando se o ponto geométrico de interseção (Baricentro) coincide com a localização obtida previamente por sua ação direta.
- **Validação Operacional:** O estudante apoia o Baricentro construído sobre a ponta de um alfinete e justifica oralmente de que forma esse sistema de representação gráfica organiza e valida cientificamente a distribuição da força peso.

Orientação Docente para Avaliação Diagnóstica (S_1): Atue como um diagnosticador da base oculta do raciocínio. Avalie a estabilização dos esquemas iniciais do estudante, mapeando os seguintes invariantes operatórios e verificando se sua conduta é guiada pelas proposições implícitas:

- **Conceitos-em-ação (C_A):** Equilíbrio estático, Simetria geométrica visual, Ponto médio, Massa homogênea e Baricentro. Verifique se o estudante seleciona a simetria como uma categoria pertinente para guiar sua ação.
- **Teoremas-em-ação (T_A) em teste:**
 - **T_A:** “O centro de simetria geométrica visual coincide obrigatoriamente com o ponto de equilíbrio físico do corpo”.
 - **T_A:** “Partes que possuem áreas visivelmente iguais equilibram-se mutuamente em relação ao centro geométrico”.

3.4.2 Unidade 2: Classe de Situações de Assimetria e Ruptura de Esquemas

- **Objetivo da Situação (S_2):** Resolver problemas de localização do Centro de Gravidade em corpos com distribuição assimétrica de massa e geometria não-convexa, superando conflitos perceptivos.
- **Diretrizes de Investigação Centradas no Estudante:**
- **Problematização Desafiadora:** O estudante analisa uma placa plana em formato de “L” e formula uma hipótese sobre a possibilidade de o Centro de Gravidade estar localizado em uma região desprovida de matéria (no espaço vazio).
- **Conduta Experimental Ativa:** O estudante realiza a suspensão da peça por múltiplos pontos periféricos distintos utilizando um fio de prumo, traçando cuidadosamente as linhas de ação vertical sobre a superfície da placa.
- **Ruptura e Adaptação de Esquemas:** O estudante constata que o cruzamento das linhas ocorre fora dos limites físicos da matéria do “L”, colocando em xeque o seu teorema-em-ação intuitivo de que “o ponto de equilíbrio deve residir obrigatoriamente dentro do corpo”.
- **Construção Operacional da Representação (R_2):** O estudante desenvolve uma solução física/geométrica (como a fixação temporária de uma haste leve ou película transparente) para materializar o ponto de apoio no vazio e testar de forma prática o equilíbrio dinâmico da peça.

Orientação Docente para Mediação do Obstáculo (S_2): Quando o estudante manifestar a desestabilização perante o cruzamento no vazio, não forneça respostas prontas. Monitore a desconstrução e a evolução dos seguintes invariantes operatórios na ação do estudante:

- **Conceitos-em-ação (C_A) a identificar:** Assimetria de massa, Geometria não-convexa, Espaço vazio, Linha de ação vertical e Torque resultante nulo. Observe se o estudante aceita o vazio como um espaço físico pertinente para operar o conceito.

- **Teoremas-em-ação (T_A) a avaliar (Ruptura vs. Refinamento):**
 - T_A: “O Centro de Gravidade exige obrigatoriamente o suporte material local de matéria física para que o equilíbrio se sustente”.
 - T_A: “Um corpo suspenso equilibra-se de forma estável apenas quando a linha de ação da força peso passa exatamente pelo seu ponto de suspensão”.
 - T_A: “O Centro de Gravidade é um ponto matemático ideal de balanço de forças e torques, podendo localizar-se fora dos limites geométricos do corpo”.

3.4.3 Unidade 3: Classe de Situações de Extensão Volumétrica e Generalização

- **Objetivo da Situação (S_3):** Generalizar e transferir os esquemas operatórios de localização estável, construídos em superfícies bidimensionais, para a análise de volumes tridimensionais complexos.
- **Generalização Conceitual:** O estudante transfere os esquemas estruturados em superfícies planas (2D) para analisar a estabilidade de volumes tridimensionais (3D), por meio da manipulação ativa de uma pirâmide de base quadrada.
- **Predição e Inferência:** O estudante analisa a distribuição volumétrica de massa do sólido e infere como o acúmulo de matéria em direção à base altera a altura proporcional do Centro de Gravidade, comparando-a com a proporção 1/3, típica das figuras planas triangulares.
- **Formalização no Sistema de Representação (R_3):** O estudante projeta os planos ortogonais de simetria do sólido geométrico e emprega a formalização de momentos estáticos para deduzir e validar a nova razão de altura.

Orientação Docente para Validação da Generalização (S_3): Avalie se o estudante exhibe flexibilidade cognitiva e autonomia operacional ao estender os

esquemas estruturados a um problema tridimensional inédito, mapeando os seguintes invariantes já consolidados na conduta do aluno:

- **Conceitos-em-ação (C_A):** Volumetria (3D), Gradiente/Concentração espacial de massa, Planos ortogonais de simetria e Momento estático volumétrico. Identifique se o estudante superou o reducionismo bidimensional.
- **Teoremas-em-ação (T_A):**
 - **T_A:** “O acúmulo assimétrico de matéria tridimensional em direção à base desloca o ponto de equilíbrio para baixo, rompendo a razão linear de $1/3$ típica de triângulos planos”.
 - **T_A:** “O equilíbrio estável em sistemas tridimensionais complexos exige a interseção de planos espaciais de simetria de forças, resultando em uma nova constante operacional estável correspondente a $h/4$ ”.

3.4.4 Matriz de Avaliação Processual: Evolução Operatória

Tabela 1: Mapa de indicadores de domínio processual.

Domínio de Situações (S)	[] O estudante identifica e opera as variáveis físicas pertinentes tanto na classe de situações de simetria quanto nas situações de assimetria e volumetria.
Evolução de Invariantes (I)	[] O estudante desconstrói teoremas-em-ação intuitivos falsos e mobiliza os conceitos de torque, gravidade e distribuição sistêmica de massa para guiar a ação.
Sistemas de Representação (R)	[] O estudante coordena e utiliza com propriedade de diagramas de forças, linhas de ação vetoriais e formalizações matemáticas (proporções $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{4}$).
Explicitação de Significados	[] O estudante explicita e justifica verbalmente o processo de conceitualização por meio da linguagem, demonstrando estabilidade conceitual face ao real.

Fonte: Autor (2026).

Tratamento do Erro: O erro revela a lógica interna e os limites dos teoremas-em-ação do sujeito. É o motor do desequilíbrio e da ruptura operatória, indispensável para que o estudante sinta a necessidade de expandir seu esquema de conduta.

4 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRADA

A proposta de unificar essas três vertentes em uma abordagem mista redesenha completamente a dinâmica da sequência didática em sala de aula, transformando o que seriam três abordagens isoladas em uma única sequência de progressão cognitiva e instrumental. Em vez de forçar os estudantes a repetirem o mesmo fenômeno sob perspectivas diferentes, o professor passa a aplicar cada referencial teórico de forma estratégica, escolhendo o que melhor se adapta à complexidade cognitiva de cada etapa do roteiro, obtendo assim um conjunto de habilidades distintas em uma mesma sequência experimental. Essa articulação híbrida funciona como uma superestrutura, na qual a unidade anterior deixa de ser um fim em si mesma e passa a ser o componente técnico ou conceitual que o professor analisa como necessário para o desafio que virá a seguir. Desse modo, é possível abranger habilidades fundamentais para um ensino progressivo dentro das unidades, de forma que as competências desenvolvidas pelo aluno ao final sejam complementares entre as correntes teóricas trabalhadas e permitam desenhar sequências mais específicas ou direcionadas a determinados grupos de alunos.

A Unidade 1, focada em superfícies regulares e simétricas, é conduzida sob o viés procedimental e diretivo de Watson. O objetivo central aqui não é promover debates conceituais abstratos, mas sim garantir que os estudantes dominem o manuseio dos instrumentos e automatizem as sequências físico-motoras de traçado das retas medianas e localização do baricentro com a precisão

exigida, aproximando-se do treinamento técnico focado na coordenação corporal defendido por essa vertente. Essa etapa funciona também como nivelamento da turma: todos, a partir desta unidade, estarão conscientes na realização de atividades futuras referentes ao ponto de equilíbrio e centro de massa. Ao estabelecer esse hábito técnico de maneira rápida e sem ruídos conceituais, o aluno adquire uma base operacional sólida, fundamentada nos princípios de frequência e repetição descritos na teoria de Watson.

Quando a intervenção avança para a Unidade 2 e introduz a ruptura, o ponto de equilíbrio, antes sempre sobre a superfície do triângulo, agora precisa ser localizado na peça não regular, o foco muda inteiramente para a Aprendizagem Significativa de Ausubel. Como a mecânica do traçado já foi automatizada na etapa anterior, o desafio mental do estudante fica completamente direcionado a resolver o conflito cognitivo. Ele já vivenciou uma experiência concreta: o centro geométrico já faz parte do seu cotidiano e possui um significado estável. O espanto de ver as linhas de ação convergirem no espaço vazio desafia a estrutura cognitiva prévia do aprendiz, que é instigado a verbalizar suas hipóteses e a confrontar sua intuição material com a prática realizada, promovendo uma reconciliação integradora que transforma o significado lógico do ponto de equilíbrio em um novo conceito.

Na Unidade 3, projeta-se uma investigação utilizando as três dimensões da Pirâmide de Base Quadrada, momento em que a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud se torna o referencial ideal para conduzir a atividade. O estudante, que agora já domina a técnica instrumental e compreendeu o significado do conceito de centro de massa, é colocado em uma situação de confronto com seus invariantes operatórios diante da tarefa de encontrar o centro de massa de um sólido volumétrico. A análise em sala de aula passa a focar na evolução e na abstração dos conceitos e dos teoremas-em-ação dos alunos, que precisam mobilizar as ferramentas anteriores e as representações

simbólicas para deduzir onde se encontra esse ponto. Como o aluno não possui acesso ao interior da pirâmide, ele deve ser capaz de associar elementos da superfície e o deslocamento do centro de massa para chegar a essa localização.

Do ponto de vista da não uniformidade dentro do espaço escolar, alunos com diferentes interpretações sobre um mesmo assunto, essa abordagem mista otimiza didaticamente a redução da necessidade de revisões ou nivelamento da turma antes da atividade, oferecendo novos rumos para a organização do laboratório escolar. Em vez de usar o tempo com instruções repetitivas, os alunos vivenciam um avanço orgânico que respeita o amadurecimento em sala de aula, partindo do treino motor visível, evoluindo pela linguagem e atribuição de sentido, e culminando na formalização abstrata. Trata-se de uma estratégia que preserva o protagonismo do estudante ao mesmo tempo em que confere à sequência um formato viável, dinâmico e altamente adaptável ao calendário e à realidade das escolas brasileiras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração articulada de diferentes matrizes teóricas de aprendizagem demonstra que a atividade experimental em Física ganha novos contornos quando desenvolvida por um desenho metodológico intencional. Longe de se reduzir a um espaço de repetição mecânica passiva, a atividade de laboratório, quando submetida a uma progressão de situações de complexidade crescente, é capaz de guiar o estudante desde o refinamento de rotinas motoras e de precisão técnica até a elaboração cognitiva profunda.

A transição sistemática entre os princípios de Watson, Ausubel e Vergnaud não apenas otimiza o tempo didático em sala de aula, mas estabelece um percurso onde cada etapa constrói a base operacional e conceitual para a seguinte. O treinamento motor inicial, longe de ser um fim em si mesmo, fornece a fluência instrumental que libera o estudante para se concentrar no conflito

cognitivo da etapa seguinte; a negociação de significados, por sua vez, prepara o terreno para que a formalização abstrata da terceira unidade não seja recebida como uma imposição externa, mas como uma necessidade operacional sentida pelo próprio aprendiz. Aqui, o protagonismo do estudante se materializa não como abandono à descoberta espontânea, mas como engajamento ativo em uma sequência que respeita seu tempo de maturação, já previamente organizado pelo professor.

Nesse percurso, o erro deixa de ser um desvio a ser corrigido e se converte em indicador diagnóstico e motor da evolução cognitiva, revelando ao professor o momento exato em que a mediação deve intervir. O que antes era visto como falha — motora, conceitual ou operatória — passa a ser compreendido como a janela que expõe a lógica interna do raciocínio do aluno. Trata-se de uma estratégia que preserva a densidade conceitual do ensino de Física ao mesmo tempo em que confere à sequência didática um formato viável, dinâmico e adaptável à realidade das escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS

ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Montreal: Apeiron, 2008.

FERRARO, José Luís Schifino. Currículo, experimento e experiência: contribuições da Educação em Ciências. **Educação**, v. 40, n. 1, p. 106–114, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

05

O Uso de Práticas Experimentais no Ensino de Eletrostática à Luz de Guthrie, Ausubel e Vergnaud

Relato de Experiência no Ensino Médio

Eliane Cristina da Cunha Mota

Richardson Sousa Campos

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

**O USO DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE
ELETROSTÁTICA À LUZ DE GUTHRIE, AUSUBEL E VERGNAUD:
RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO**

*THE USE OF EXPERIMENTAL PRACTICES IN ELECTROSTATICS
TEACHING IN THE LIGHT OF GUTHRIE, AUSUBEL AND VERGNAUD: AN
EXPERIENCE REPORT IN HIGH SCHOOL*

Eliane Cristina da Cunha Mota

<https://lattes.cnpq.br/3094081068567407>

Richardson Sousa Campos

<https://lattes.cnpq.br/6825291432336000>

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

<http://lattes.cnpq.br/8585311639613120>

<https://orcid.org/0000-0002-2816-0941>

RESUMO

Este artigo apresenta um relato de experiência desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), envolvendo estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Santarém, Pará. A proposta teve como objetivo promover a aprendizagem dos conceitos de eletrostática por meio de práticas experimentais elaboradas com materiais de baixo custo e fundamentadas nos pressupostos teóricos de Edwin Guthrie, David Ausubel e Gérard Vergnaud. As atividades foram organizadas de forma investigativa, estimulando a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento científico. Inicialmente, realizou-se um levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes, seguido da execução de experimentos relacionados aos processos de eletrização e às interações entre cargas elétricas. Os resultados evidenciaram maior envolvimento dos estudantes durante as aulas, ampliação da compreensão conceitual e desenvolvimento de atitudes investigativas. Conclui-se que a articulação entre experimentação e referenciais teóricos da aprendizagem favorece a construção de conhecimentos mais significativos, contribuindo para tornar o ensino de Física mais contextualizado, participativo e próximo da realidade dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Eletrostática. Experimentação.

Aprendizagem Significativa. Relato de Experiência.

ABSTRACT

This article presents an experience report developed within the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation (PIBID), involving 3rd-year high school students from a state public school in the municipality of Santarém, Pará. The proposal aimed to promote the learning of electrostatics concepts through experimental practices developed with low-cost materials and based on the theoretical assumptions of Edwin Guthrie, David Ausubel, and Gérard Vergnaud. The activities were organized in an investigative manner, stimulating the active participation of students in the construction of scientific knowledge. Initially, a survey of the participants' prior knowledge was conducted, followed by the execution of experiments related to electrification processes and interactions between electric charges. The results showed greater student involvement during classes, broadening of conceptual understanding, and development of investigative attitudes. It is concluded that the articulation between experimentation and theoretical frameworks of learning favors the construction of more meaningful knowledge, contributing to making the teaching of Physics more contextualized, participatory, and closer to the students' reality.

Keywords: Physics teaching. Electrostatics. Experimentation. Meaningful learning. Experience report.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, o Ensino de Física tem enfrentado um distanciamento significativo por parte dos estudantes. Essa postura decorre, em grande medida, da percepção que eles possuem da disciplina: vista, muitas vezes, como um conjunto de exercícios desvinculados da realidade e do seu dia a dia, o que resulta em uma diminuição do interesse e do engajamento com os conteúdos. Diante desse cenário, tem-se tornado cada vez mais necessária a busca por abordagens metodológicas diferenciadas, capazes de promover uma aprendizagem significativa e despertar a curiosidade e a valorização das Ciências.

O presente trabalho tem como objetivos promover o ensino de Física por meio da aplicação de atividades experimentais desenvolvidas com materiais de baixo custo e ampla acessibilidade; fundamentar a prática experimental sob a perspectiva das teorias de aprendizagem propostas por Guthrie, Ausubel e Vergnaud, articulando os pressupostos teóricos ao desenvolvimento das atividades; estimular o engajamento, a curiosidade e o interesse dos discentes em relação à disciplina de Física e articular os conhecimentos prévios dos estudantes com os conceitos de eletrostática abordados, estabelecendo relações consistentes entre o saber científico e as situações vivenciadas no seu contexto cotidiano.

A relevância e a justificativa deste trabalho residem na proposta de implementação de atividades experimentais no âmbito das aulas de Física, elaboradas com materiais de baixo custo, fácil aquisição e manuseio. Busca-se, ainda, apresentar os resultados obtidos por meio de práticas nas quais os estudantes atuam como protagonistas, participando ativamente de todas as etapas — desde a montagem até a execução dos experimentos —, em oposição à abordagem tradicional, na qual o aluno ocupa apenas uma posição de observador das demonstrações realizadas exclusivamente pelo professor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Eletrostática sob o Viés de Edwin Guthrie.

A teoria da aprendizagem proposta por Edwin Guthrie fundamenta-se no princípio da contiguidade, segundo o qual a aprendizagem ocorre quando um determinado estímulo e uma resposta são associados em uma única experiência significativa. Para Guthrie, a repetição não fortalece necessariamente a associação entre estímulo e resposta; sua principal função consiste em proporcionar novas oportunidades para que diferentes estímulos presentes na situação sejam associados à resposta desejada. Assim, quando um conjunto de estímulos volta a ocorrer em condições semelhantes, tende a evocar o mesmo comportamento aprendido (GUTHRIE, 1935).

No contexto do ensino da Eletrostática, as atividades experimentais envolvendo processos de eletrização por atrito — como friccionar um canudo plástico ou um balão e aproximá-los de pequenos fragmentos de papel — constituem estímulos concretos que favorecem a associação entre a ação realizada e o fenômeno físico observado. Ao perceber, de forma direta, a atração ou a repulsão entre os corpos eletrizados, o estudante estabelece uma relação imediata entre o procedimento experimental e seus efeitos, fortalecendo a compreensão dos conceitos científicos por meio da experiência prática. Sob essa perspectiva, a abordagem experimental favorece a aprendizagem ao conectar estímulos perceptíveis às respostas cognitivas esperadas, aproximando a teoria dos fenômenos observáveis e promovendo uma aprendizagem significativa baseada na interação com o objeto de estudo.

Corroborando com essa perspectiva, Quirino e Lavarda destacam:

...procedimentos alternativos de ensino certamente são necessários para instigar a participação dos alunos e aumentar o interesse pelos conteúdos ministrados nas

aulas de física. Esses procedimentos devem ser dinâmicos, permitindo a participação interativa dos alunos. (QUIRINO e LAVARDA, 2001, p.117)

O posicionamento de Quirino e Lavarda (2001) reforça a concepção de que a aprendizagem é potencializada quando o aluno assume papel ativo no processo educativo. A utilização de procedimentos didáticos dinâmicos e interativos possibilita maior engajamento dos estudantes, estimulando a curiosidade, a investigação e a participação nas aulas. No ensino de Física, tais estratégias tornam-se particularmente relevantes por favorecerem a aproximação entre os conceitos teóricos e as situações práticas, contribuindo para a compreensão dos fenômenos físicos e para a construção de conhecimentos significativos.

Em *The Psychology of Learning* (1935), Guthrie defende que a aprendizagem consiste no estabelecimento de conexões entre estímulos e respostas observáveis, enfatizando a ação comportamental. Com isso, o processo de aprendizagem se consolida, sobretudo, por meio da realização de movimentos e ações práticas, e não apenas por meio de reflexões ou raciocínios abstratos isolados. Dessa forma, ao propor que o estudante manuseie os materiais e repita os procedimentos experimentais, promove-se o condicionamento motor necessário para que ele compreenda, de forma vivencial, como as cargas elétricas interagem, facilitando significativamente a apropriação dos conceitos.

Guthrie (1935) salienta que a aprendizagem pode ocorrer em uma única tentativa quando a associação entre estímulo e resposta é estabelecida de maneira clara e significativa. Além disso, o autor defende que hábitos inadequados podem ser substituídos por novos padrões de comportamento por meio da reorganização das condições de aprendizagem e da repetição de respostas desejáveis.

Para Lemos, Gusmão e Gibin (2024), o aprendizado colaborativo, que é um dos pilares da aprendizagem ativa, promove um ambiente de sala de aula

mais dinâmico e socialmente envolvente. Os educandos por meio da prática de colaboração trocam ideias e constroem o conhecimento de forma coletiva, o que enriquece a experiência de aprendizagem e permite a troca de diferentes perspectivas. Abaixo estão destacados os pontos principais da teoria de Edwin Guthrie.

Figura 1 – Principais conceitos da teoria da aprendizagem de Guthrie.



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio de inteligência artificial (ChatGPT/DALL·E), com base em Guthrie (1935).

A Figura 1 sintetiza os principais fundamentos da teoria da aprendizagem por contiguidade proposta por Guthrie (1935), evidenciando a centralidade da associação entre estímulos e respostas na aquisição de novos comportamentos. De acordo com essa perspectiva, a aprendizagem ocorre quando uma determinada resposta é emitida na presença de um estímulo específico, estabelecendo uma conexão que tende a ser reproduzida em situações semelhantes. Nesse sentido, o processo de aprendizagem é compreendido como resultado da experiência direta do indivíduo com o

ambiente, enfatizando a importância da ação e da prática na consolidação do comportamento aprendido.

Observa-se, ainda, que os princípios apresentados no quadro destacam a relevância da repetição, da transferência da aprendizagem e da observação objetiva do comportamento, características típicas da abordagem behaviorista. A ênfase nos fatos observáveis e nos métodos experimentais demonstra a preocupação de Guthrie em fundamentar cientificamente o estudo da aprendizagem, privilegiando evidências empíricas em detrimento de processos mentais não diretamente observáveis.

No contexto educacional, os pressupostos da teoria da contiguidade de Guthrie permitem compreender a relevância de estratégias didáticas que promovam a participação ativa dos estudantes, especialmente por meio de atividades práticas e experimentais. Considerando que a aprendizagem decorre da associação entre estímulos e respostas estabelecida durante a ação do indivíduo, experiências concretas favorecem a formação dessas associações, contribuindo para a assimilação e a posterior aplicação dos conhecimentos construídos.

Sob essa ótica, para que a experiência seja impactante, bem-sucedida e apresente resultados visualmente claros — como o fenômeno que, à primeira vista, assemelha-se a uma “mágica”, ao observar os pedaços de papel aderirem ao objeto atritado. Nesses casos, a conexão entre estímulo e resposta é estabelecida de imediato, consolidando-se na memória do aprendiz. Ademais, a teoria aborda a substituição de hábitos ou concepções prévias equivocadas: a repetição controlada de experimentos com diferentes tipos de atrito e materiais permite desconstruir ideias errôneas que os alunos trazem consigo, substituindo-as por interpretações fundamentadas em relações físicas reais e concretas, com foco naquilo que o estudante faz e vivencia, e não apenas no que ele é capaz de memorizar ou reproduzir verbalmente.

2.2. A Aprendizagem Significativa de David Ausubel no Ensino da Eletrostática

Um dos maiores desafios da educação contemporânea é superar o modelo de ensino puramente transmissivo, que ignora a bagagem cultural e intelectual do aluno. Contrapondo-se a essa visão mecânica, a literatura clássica da psicologia cognitiva estabelece um norte claro:

Se eu tivesse que reduzir toda a Psicologia Educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, tradução livre).

Essa máxima teórica impõe a necessidade de um diagnóstico pedagógico contínuo. Para que ocorra a ancoragem de novos conceitos, a ação docente deve ser estruturada a partir da investigação do que o estudante já sabe. A Figura 2 apresenta uma síntese dos principais conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel.

Figura 2 – Principais conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio de inteligência artificial, com base em Ausubel (1968).

Segundo Ausubel, a aprendizagem ocorre de forma significativa quando novas informações são relacionadas, de maneira não arbitrária e não literal, aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse processo, os conhecimentos prévios, denominados subsunçores,

desempenham papel fundamental, pois servem como pontos de ancoragem para a incorporação de novos conceitos.

Observa-se que a figura destaca a importância da estrutura cognitiva como um sistema organizado de conhecimentos, experiências e ideias previamente adquiridas. Quanto mais elaborada e organizada essa estrutura, maiores são as possibilidades de o indivíduo estabelecer relações significativas entre os conteúdos novos e aqueles já assimilados. Nesse contexto, a aprendizagem deixa de ser meramente mecânica ou baseada na memorização, passando a envolver compreensão, interpretação e atribuição de significado.

Outro aspecto evidenciado refere-se à organização e à sequência dos conteúdos de ensino. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1978), os conteúdos devem ser organizados de maneira lógica e hierarquizada, iniciando pelos conceitos mais gerais e inclusivos para, posteriormente, avançar para conceitos mais específicos. Esse princípio, denominado **diferenciação progressiva**, favorece a integração de novos conhecimentos à estrutura cognitiva do estudante. Complementarmente, Moreira (2006) destaca que essa organização possibilita a construção de relações significativas entre os conceitos, promovendo uma aprendizagem mais estável e duradoura. A figura também ressalta a necessidade de utilização de materiais potencialmente significativos, isto é, recursos e conteúdo que possuam sentido lógico e que sejam compatíveis com o nível de compreensão dos alunos. Nessa perspectiva, o professor assume a função de mediador da aprendizagem, sendo responsável por identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, organizar os conteúdos de maneira adequada e criar condições que favoreçam a construção de significados.

Por fim, a imagem evidencia o princípio central da Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo o qual a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando as novas informações são relacionadas, de maneira não arbitrária e substantiva, aos conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978). Nessa

perspectiva, o processo educativo deve priorizar estratégias pedagógicas que valorizem os conhecimentos prévios dos alunos e promovam a integração entre saberes já consolidados e novos conteúdos, favorecendo uma aprendizagem mais compreensiva, estável e duradoura (MOREIRA, 2006). Nesse processo, a experimentação assume o papel de uma âncora mental, responsável por interligar os conceitos científicos a serem aprendidos com as experiências e os saberes prévios que o estudante construiu ao longo da sua trajetória de vida.

No ensino de eletrostática, essa abordagem mostra-se particularmente relevante, uma vez que os fenômenos estudados estão presentes no dia a dia dos discentes, ainda que, em muitos casos, não sejam compreendidos como manifestações de carga elétrica: exemplos disso são os choques sentidos ao tocar uma maçaneta de metal ou a atração observada entre objetos após serem atritados. Sob a ótica ausubeliana, torna-se imprescindível, inicialmente, verificar e mapear quais são as subsunções dos estudantes, ou seja, o que eles já sabem ou imaginam sobre atração, repulsão, eletricidade e suas manifestações. A partir desse diagnóstico, as atividades experimentais funcionam como organizadores prévios, oferecendo modelos concretos que possibilitam a assimilação de teorias e fórmulas abstratas — como as de Campo Elétrico ou a Lei de Coulomb. Dessa forma, cria-se uma ponte sólida entre a dimensão teórica, a representação matemática e a realidade vivida.

Uma das principais vantagens dessa perspectiva é a ruptura com o modelo tradicional de ensino, marcado pela chamada aprendizagem mecânica, na qual o conhecimento é adquirido de forma descontextualizada, por meio de listas de exercícios e fórmulas, sem relação com os fenômenos físicos que elas descrevem. Ao aproximar o conteúdo da realidade e ao utilizar materiais simples e acessíveis — como canudos, balões e papel-alumínio —, desperta-se a motivação e a curiosidade dos alunos, permitindo que eles vivenciem o “fazer científico” e compreendam a ciência como algo presente e compreensível no seu próprio contexto.

Diante desta proposta, o ensino de física deixa de ser visto como algo mecânico baseado em memorização e passa a ser significativo, a partir dos conhecimentos dos próprios educandos e o professor promove a diferenciação progressiva. Posteriormente será apresentado a Perspectiva segundo a teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

2.3. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud na Perspectiva das Práticas Experimentais no Ensino da Eletrostática

A Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Gérard Vergnaud, constitui um importante referencial teórico e metodológico para compreender como os estudantes constroem conhecimentos científicos em diferentes situações de aprendizagem. Segundo o autor, a aquisição de conceitos não ocorre de forma imediata ou pela simples memorização de conteúdos, mas por meio da interação do sujeito com variados problemas, contextos e representações, ao longo do tempo (VERGNAUD, 1990; 2009).

Nessa perspectiva, as dificuldades encontradas pelos estudantes no Ensino de Física não podem ser entendidas apenas como lacunas de conteúdo, mas como resultado da complexidade dos conceitos científicos e das relações estabelecidas entre eles. A teoria permite analisar como os educandos mobilizam esquemas de pensamento, invariantes operatórios e diferentes formas de representação para compreender e resolver situações-problema (VERGNAUD, 1990).

No contexto do ensino de Ciências e Física, as práticas experimentais assumem papel relevante por favorecerem a investigação, a formulação de hipóteses e a resolução de problemas reais, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além disso, o erro pode ser compreendido como elemento constitutivo do processo de aprendizagem, pois

possibilita ao estudante revisar suas ideias e reconstruir conhecimentos, conforme discutem Jean Piaget e Jean-Pierre Astolfi (PIAGET, 1976; ASTOLFI, 1997).

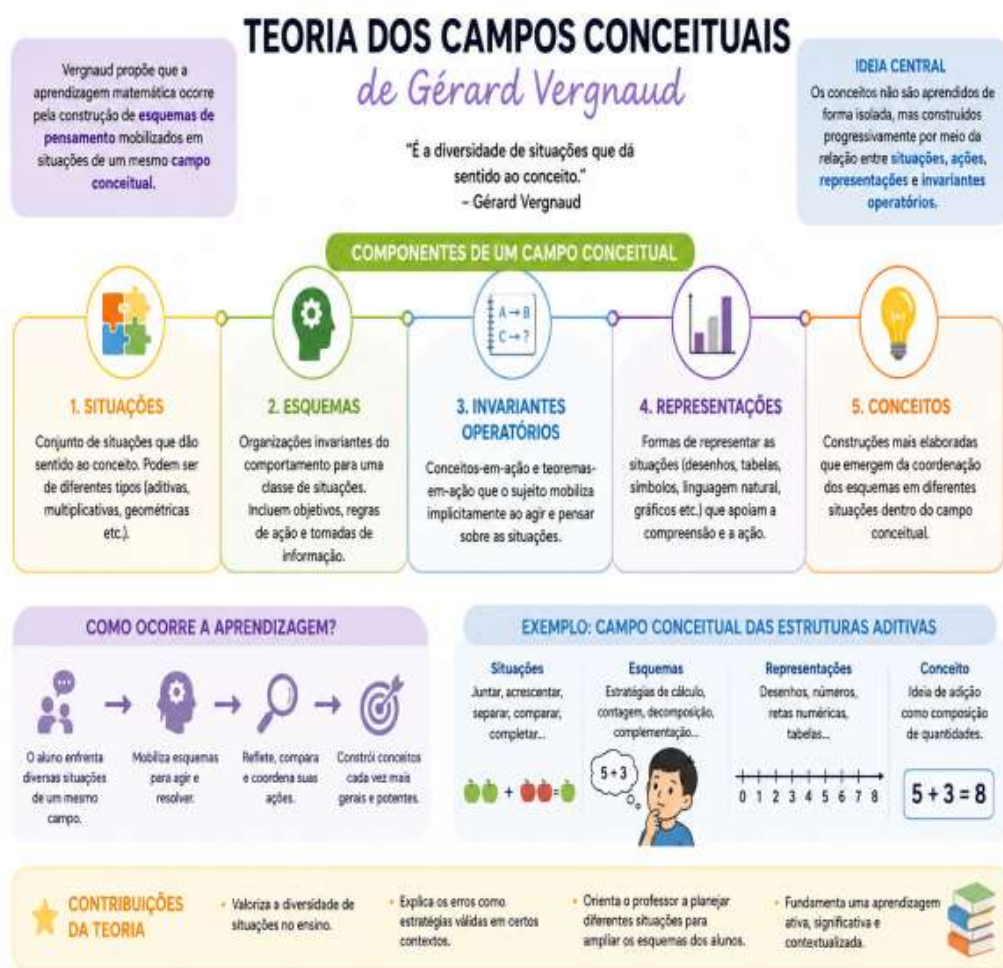
Assim, a Teoria dos Campos Conceituais contribui para compreender o desenvolvimento de conceitos complexos no Ensino de Física, enquanto a experimentação e a valorização do erro ampliam as possibilidades de construção do conhecimento e de participação ativa dos estudantes no processo educativo.

A Figura 3 refere-se aos principais fundamentos da Teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, tendo como ideia central a aprendizagem construída progressivamente por meio de situações, ações, representações e invariantes operatórias que estão mais explícitas na figura abaixo. Por isso, se não confrontamos as crianças com situações nas quais elas precisem desenvolver conceitos, ferramentas, limites, elas não têm razão para aprender.

Figura 3 – Síntese da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Fonte: Elaborada pela autora com base em VERGNAUD, Gérard. *La théorie des champs conceptuels*. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.

A Figura 3 apresenta uma síntese da **Teoria dos Campos Conceituais**, proposta por Gérard Vergnaud, evidenciando os principais elementos envolvidos no processo de construção do conhecimento. A **Teoria dos Campos Conceituais**, desenvolvida por Gérard Vergnaud, oferece um conjunto de ferramentas teóricas e metodológicas que permitem analisar, planejar e intervir



no processo de ensino de forma mais intencional, estruturada e eficaz. Essa

abordagem contribui para compreender que as dificuldades enfrentadas pelos estudantes não se resumem a lacunas de conteúdo, mas decorrem da complexidade dos conceitos científicos e das relações estabelecidas entre situações, esquemas de ação e representações, elementos fundamentais para a construção do conhecimento (VERGNAUD, 1990; VERGNAUD, 2009).

Nesse contexto, as práticas experimentais constituem estratégias pedagógicas relevantes, pois favorecem a mobilização de conhecimentos em diferentes situações-problema, permitindo que os estudantes desenvolvam competências para compreender e resolver problemas reais. A experimentação também incentiva a participação ativa do aluno, promovendo a reflexão sobre suas ações e a reconstrução do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018; ASTOLFI, 1997).

Assim, segundo Vergnaud (1990, 2009), a aprendizagem ocorre de forma progressiva, ao longo do tempo e em diferentes situações, não sendo resultado apenas da memorização ou da mecanização de conteúdo. Sua teoria contribui para compreender como os estudantes desenvolvem conceitos complexos no Ensino de Física, ao mobilizarem diferentes conhecimentos para interpretar e solucionar situações de aprendizagem.

A Figura 3 também ilustra o processo de aprendizagem defendido por Vergnaud, no qual o aluno enfrenta diferentes situações-problema, mobiliza esquemas de resolução, reflete sobre suas ações e, gradativamente, constrói conceitos mais amplos e generalizáveis. Nesse sentido, o conhecimento não é adquirido de forma imediata, mas desenvolvido progressivamente a partir da diversidade de experiências e contextos de aplicação.

Além disso, o exemplo apresentado no campo das estruturas aditivas demonstra como um mesmo conceito matemático pode ser compreendido por meio de diferentes situações, estratégias de resolução e formas de representação, reforçando a importância da contextualização e da variedade de experiências para a aprendizagem significativa.

Neste sentido, a eletrostática, enquanto campo conceitual, reúne um conjunto de noções interligadas: cargas elétricas, processos de eletrização, força elétrica, campo elétrico, potencial elétrico, indução eletrostática, condutores e isolantes, entre outros. Quando esses conceitos são trabalhados por meio da experimentação – e não apenas por meio de demonstrações feitas pelo professor –, cria-se um espaço propício para que surjam os chamados conceitos-em-ação, permitindo confrontar ideias prévias equivocadas e construir significados de forma gradativa e articulada. Para Vergnaud, a aprendizagem científica se desenvolve a partir de um percurso estruturado: ação → observação → reflexão → formalização → generalização” (VERGNAUD, 1996; MOREIRA, 2002).

Para que esse caminho seja percorrido com sucesso, é indispensável garantir a progressão conceitual: do simples ao complexo, do fenômeno visível ao modelo explicativo, sempre articulando teoria e prática (VERGNAUD, 1996; BRUNER, 1972). Recomenda-se, ainda, que o experimento seja utilizado antes, durante e depois da exposição teórica; que se parta das ideias que o aluno já tem para construir novos conhecimentos (AUSUBEL, 1980); que a atividade experimental seja compreendida como investigação, e não apenas como execução de roteiros prontos; e, finalmente, que se busque sempre interligar os diferentes conceitos, mostrando ao estudante como tudo se conecta dentro do campo da eletrostática (CARVALHO; PÉREZ, 2010; KRASILCHIK, 2016).”

A Tabela 1 evidencia os aspectos mais importantes dos teóricos, os quais baseiam-se as práticas experimentais aplicadas no 3º ano do ensino médio.

Tabela 1 – Comparação entre os autores.

Comparação entre os autores			
Aspectos	Guthrie	Ausubel	Vergnaud
Base teórica	Behaviorismo	Cognitivismo.	Construtivismo/Cognitivismo.
Foco da Aprendizagem	Associação estímulo-resposta.	Integração com conhecimentos prévios/Subsunções.	Construção de conceitos em diferentes situações.
Papel do aluno.	Reage ao estímulo.	Processa e relaciona informações.	Constrói esquemas conceituais.
Papel do professor.	Organizar estímulos.	Facilitar conexões significativas.	Propor situações/problemas.
Aplicação educacional.	Formação de hábitos.	Aprendizagem significativa.	Desenvolvimento conceitual.

Fonte: Campos, 2026.

A Tabela 1 acima destaca que as contribuições de Guthrie, Ausubel e Vergnaud representam diferentes perspectivas sobre a aprendizagem. Guthrie enfatiza os processos comportamentais e a formação de hábitos; Ausubel destaca a importância dos conhecimentos prévios para a aprendizagem significativa; e Vergnaud concentra-se na construção progressiva dos conceitos por meio da resolução de situações diversas. Em conjunto, essas teorias oferecem fundamentos importantes para o planejamento de práticas pedagógicas que promovam aprendizagem efetiva e desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

2.4. Relato de Experiência: Aplicação na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Romana Tavares Leal.

No primeiro semestre de 2025, foram desenvolvidas atividades experimentais e encontros do Clube de Ciências na Escola Estadual de Ensino

Fundamental e Médio Professora Romana Tavares Leal, envolvendo estudantes do Ensino Médio. As ações ocorreram semanalmente, às quintas e sextas-feiras, no laboratório de informática da instituição, tendo como principal estratégia pedagógica a realização de missões científicas conduzidas de forma colaborativa.

As atividades foram orientadas pela professora regente da escola e acompanhadas por oito bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O objetivo central da proposta consistiu em investigar e aplicar conceitos físicos presentes no cotidiano dos estudantes, por meio de uma metodologia fundamentada na aprendizagem por descoberta, na investigação científica e na cooperação entre os participantes.

A organização da turma ocorreu por meio da formação de equipes, sendo cada grupo acompanhado por um bolsista responsável pela mediação das atividades relacionadas a um dos temas selecionados: cinemática, energia potencial elástica, energia cinética, energia térmica e eletrostática. A etapa inicial do trabalho consistiu em pesquisas orientadas realizadas no próprio laboratório de informática, utilizando materiais didáticos, recursos digitais e vídeos educativos como fontes de consulta. Durante todo o processo, observou-se um ambiente de colaboração, no qual os estudantes compartilharam conhecimentos, dividiram responsabilidades e construíram aprendizagens de forma coletiva.

A professora regente e os licenciandos em formação assumiram, predominantemente, o papel de mediadores do processo de aprendizagem, em consonância com abordagens pedagógicas centradas no estudante. Dessa forma, procuraram incentivar o pensamento crítico, a argumentação fundamentada e a interação entre os pares, em detrimento de práticas pautadas exclusivamente na transmissão de conteúdo.

Entre as atividades desenvolvidas, destacam-se aquelas realizadas com a turma do 3º ano do Ensino Médio, voltadas ao estudo da eletrostática. Na

segunda etapa da intervenção, foram executadas práticas experimentais nas quais os estudantes, juntamente com os bolsistas, investigaram o comportamento de diferentes materiais em relação à condução elétrica e observaram fenômenos característicos, como a atração e a repulsão entre corpos eletrizados.

Os resultados obtidos transcenderam a simples apropriação dos conceitos científicos trabalhados. A experiência proporcionou a construção de um ambiente de aprendizagem colaborativa, no qual valores como respeito às diferentes opiniões, diálogo, solidariedade e cooperação foram estimulados e valorizados paralelamente ao desenvolvimento dos conhecimentos físicos.

2.5 O Processo de Aprendizagem: Percurso e Desafios

Ao longo da execução das atividades, tanto os estudantes quanto os bolsistas demonstraram significativa capacidade de adaptação e superação diante dos desafios encontrados. A realização do projeto em uma escola pública, frequentada majoritariamente por estudantes oriundos de contextos socioeconômicos menos favorecidos, associada às limitações de infraestrutura e de recursos materiais disponíveis, configurou um cenário desafiador para a implementação das ações pedagógicas propostas.

Além dessas dificuldades, observou-se que parte dos estudantes apresentava baixa confiança em suas próprias capacidades acadêmicas e em seu potencial para construir projetos de vida pautados na educação e na produção do conhecimento. Nesse contexto, a superação dos obstáculos sem comprometer a qualidade pedagógica das atividades exigiu comprometimento, planejamento e dedicação por parte de todos os envolvidos.

Verificou-se, ainda, que os bolsistas possuíam potencial para atuar como agentes promotores da aprendizagem, desde que recebessem o suporte

necessário para desenvolver autonomia na condução das atividades. A mediação realizada buscou apresentar os conteúdos de Física de maneira acessível, significativa e contextualizada, favorecendo a compreensão conceitual e minimizando práticas centradas exclusivamente na memorização de fórmulas e procedimentos.

Os momentos mais significativos do processo ocorreram quando os estudantes passaram a participar de forma mais ativa das atividades propostas, superando a timidez para expressar suas ideias e posicionamentos durante as discussões. Destaca-se, igualmente, a gradual desconstrução da percepção de incapacidade em relação à produção científica, evidenciada pela participação dos alunos na elaboração, execução e apresentação de experimentos, assumindo papel protagonista em seu próprio processo de aprendizagem.

As experiências desenvolvidas demonstraram que o ensino de Física pode tornar-se mais significativo quando associado à investigação, à experimentação e ao trabalho colaborativo. Nesse sentido, a aprendizagem deixou de ser percebida como um processo abstrato e distante da realidade dos estudantes, passando a constituir-se como uma experiência dinâmica, fundamentada na curiosidade, na reflexão e na construção coletiva do conhecimento. Dessa forma, os participantes puderam compreender que a ciência é produzida de maneira colaborativa e que cada descoberta contribui para a ampliação da compreensão dos fenômenos que permeiam o cotidiano.

3. PERCURSO METODOLÓGICO DA EXPERIÊNCIA

Este trabalho caracteriza-se como um relato de experiência de natureza qualitativa, desenvolvido no contexto das ações do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Segundo Mussi, Flores e Almeida (2021), o relato de experiência consiste em uma modalidade de produção científica que

descreve e analisa vivências pedagógicas, possibilitando a reflexão crítica sobre práticas educativas e seus resultados.

A experiência foi realizada durante o primeiro semestre de 2025 com uma turma do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Romana Tavares Leal, localizada no município de Santarém, Pará. Participaram da intervenção quatorze estudantes com idades entre 16 e 22 anos, acompanhados pela professora supervisora e por licenciandos bolsistas do PIBID.

A proposta pedagógica fundamentou-se nos pressupostos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), da Teoria da Contiguidade de Guthrie (1935) e da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990), utilizando atividades experimentais investigativas como estratégia para o ensino dos conceitos de eletrostática.

A aplicação dos referenciais teóricos ocorreu de forma transversal em todas as fases do trabalho, conforme descrito a seguir:

À luz da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: Antes do desenvolvimento de cada atividade prática, foi realizada uma etapa de sondagem diagnóstica, concebida para identificar, mapear e problematizar os conhecimentos prévios, as ideias espontâneas, as crenças e as principais dúvidas que os alunos já possuíam sobre temas como eletricidade, fenômenos de atrito, ocorrência de choques e interações entre corpos. Esses saberes, denominados conceitos subsunçores, foram tomados como ponto de partida indispensável para a introdução e a compreensão dos novos conceitos científicos, permitindo que o conteúdo de eletrostática fosse ancorado naquilo que o aprendiz já conhece ou pensa sobre o mundo físico. Assim ao ser questionado sobre a palavra “eletricidade”, o que vem primeiro à sua mente? 65% dos alunos tem só uma ideia bem básica sobre o assunto. Eles sabem que existe eletricidade, mas ligam ela apenas ao que veem no dia a dia, como quando tomamos choque ou usamos aparelhos elétricos. Não conseguem

explicar por que o fenômeno acontece nem quais são as regras que governam a eletrostática. Para Ausubel, isso significa que eles ainda não têm uma base organizada na cabeça — essas noções são muito simples e não servem como apoio firme para aprender os conceitos mais detalhados da matéria. No entanto 20% dos estudantes demonstram **concepções alternativas**, como a ideia de que somente metais podem ser eletrizados. Ausubel explica que essas ideias não são meros equívocos, mas estruturas construídas a partir da experiência, que atuam como referências iniciais, embora inadequadas, e exigem processos de **reconciliação integradora** para serem reestruturadas.

Apenas 10% dos participantes possuem compreensão básica e adequada dos conceitos científicos. Esse grupo já dispõe de subsunções claras e relevantes, condição essencial para que a aprendizagem avance de forma significativa. Por fim, 5% dos estudantes não souberam responder, o que indica ausência de referências cognitivas sobre o assunto; nesse caso, sem vínculos prévios, há maior risco de o conteúdo ser apenas memorizado, sem compreensão real.

Em conjunto, os dados confirmam o princípio central da teoria: a aprendizagem significativa depende do ponto de partida do aluno. Para o ensino de eletrostática, isso significa que é necessário partir dessas ideias iniciais, confrontá-las e reorganizar a estrutura cognitiva, transformando associações vagas e concepções equivocadas em conhecimentos consistentes e articulados.

À luz da teoria da Conexão de Edwin Guthrie: Os experimentos foram elaborados e apresentados aos estudantes não como roteiros fechados, sequenciais e meramente demonstrativos, mas sim como desafios ou problemas investigativos a serem resolvidos — exemplificados por questões norteadoras como: *“De que forma podemos fazer um balão atrair pedacinhos de papel sem colar nada nele?”* ou *“Por que sentimos choque ao tocar em certos objetos em dias mais secos?”*. No que tange à primeira questão, observou-se uma divergência nas concepções dos estudantes: o primeiro participante atribuiu a atração à baixa massa do papel, afirmando que “o papel é muito leve e qualquer coisa consegue puxá-lo”; em contrapartida, o segundo sugeriu que o fenômeno é

decorrente do calor emanado pelas mãos; por fim, o terceiro discente propôs que o balão adquire propriedades análogas às de um ímã. Quanto à segunda indagação, as respostas também evidenciaram diferentes modelos explicativos. Um dos alunos associou o evento ao fato de que objetos metálicos produzem descargas elétricas ("dão choque"). Sob outra perspectiva, um segundo estudante demonstrou maior domínio conceitual ao explicar que o metal, por ser um material condutor, descarrega a carga acumulada no corpo humano. Adicionalmente, outra resposta obtida destacou a influência de variáveis climáticas, apontando que a ocorrência de fenômenos eletrostáticos é intensificada em dias frios e secos. As diferentes explicações apresentadas pelos estudantes para os fenômenos eletrostáticos observados podem ser compreendidas à luz da teoria da aprendizagem por contiguidade proposta por Guthrie. Para esse autor, "uma combinação de estímulos que acompanhou um movimento tenderá, ao se repetir, a ser seguida por esse mesmo movimento" (GUTHRIE, 1952, p. 23), o que significa que cada indivíduo interpreta novas situações com base nas associações já estabelecidas em suas experiências anteriores. Desse modo, o aluno que atribui a atração à leveza do papel, aquele que relaciona o efeito ao calor das mãos e o que compara o balão a um ímã não emite respostas arbitrárias: eles buscam dar sentido ao fenômeno valendo-se de conhecimentos e vivências que já lhes são familiares. Conforme reforça Guthrie (1959, p. 112), "o indivíduo interpreta o novo com base no que já foi associado em experiências anteriores; o sentido que ele atribui a um fenômeno reflete suas conexões estabelecidas". Nessa perspectiva, mesmo as explicações que não correspondem ao modelo científico aceito não devem ser vistas como meros erros, mas sim como manifestações do processo natural de construção de significados. Como destaca o autor, "as respostas que damos a uma situação não são erradas em si mesmas — são apenas o resultado das associações que construímos até então" (GUTHRIE, 1950, p. 78). A presença de explicações mais elaboradas, como a que menciona a condução de eletricidade e a descarga da carga acumulada, demonstra ainda que, quando novas relações são estabelecidas, o estudante reestrutura suas compreensões, substituindo

associações mais simples por outras mais consistentes e próximas ao conhecimento científico. Cada aluno constrói suas próprias relações com base no que já conhece e observou anteriormente. O fato de alguns atribuírem a atração ao peso do papel ou ao calor, por exemplo, mostra que eles estão associando o fenômeno a causas que já lhes são familiares, mesmo que não sejam cientificamente corretas.

Essa estratégia teve como objetivo principal estimular a autonomia, a curiosidade e o engajamento dos estudantes, ao mesmo tempo em que promoveu a associação direta entre a ação praticada (o estímulo) e o resultado observado (a resposta), consolidando a aprendizagem por meio da experiência sensorial e motora, conforme defende o autor.

À luz da Teoria dos Campos Conceituais, proposta por Gérard Vergnaud, a aprendizagem científica não ocorre de forma isolada ou instantânea, mas sim por meio de um processo contínuo e organizado, que evolui das ações e ideias iniciais do aluno para a compreensão formal e estruturada dos conceitos. Para o autor, o desenvolvimento do conhecimento se dá justamente quando o estudante consegue articular diferentes situações, estabelecer relações entre as propriedades dos fenômenos e transformar seus conceitos-em-ação — saberes utilizados intuitivamente para resolver problemas — em conceitos teóricos, mais amplos e consistentes.

Nesse sentido, a sequência pedagógica adotada, organizada em etapas de formulação do problema, investigação prática, discussão coletiva, sistematização, construção do modelo teórico e aplicação, mostrou-se coerente com os princípios defendidos por Vergnaud. Ao iniciar com a experimentação e a observação, criou-se um espaço onde os alunos puderam mobilizar seus saberes prévios e agir sobre o fenômeno, o que corresponde ao primeiro nível de compreensão: o uso de conceitos-em-ação. Esse momento é fundamental, pois é por meio da ação que o estudante começa a perceber regularidades e características do que está estudando, mesmo que ainda não consiga explicá-las com termos científicos.

A etapa de discussão coletiva e posterior sistematização funcionou como o elo necessário para avançar nesse percurso. Vergnaud ressalta que um campo conceitual — como é o caso da Eletrostática — não se reduz a uma única ideia, mas reúne um conjunto de noções interligadas: carga elétrica, processos de eletrização, força e campo elétrico, entre outras. Ao articular teoria e prática ao longo de todas as atividades, foi possível evitar que esses conceitos fossem apresentados de forma fragmentada ou desconexa. Dessa forma, os alunos deixaram de associar o fenômeno apenas a explicações isoladas ou baseadas em experiências sensoriais, e passaram a construir relações mais elaboradas entre as variáveis envolvidas.

Os dados revelam, portanto, que a estrutura adotada favoreceu a evolução cognitiva esperada: as ideias iniciais, muitas vezes limitadas ou alternativas, foram confrontadas e reorganizadas, permitindo que os conceitos-em-ação se transformassem em explicações mais formalizadas e com maior poder de generalização. Conforme defende Vergnaud, só é possível dizer que houve real compreensão quando o aluno consegue aplicar o conhecimento construído em situações novas e diferentes daquelas em que ele foi aprendido — o que foi possibilitado pela etapa final de aplicação proposta.

Em conclusão, os resultados confirmam que trabalhar a Eletrostática como um campo conceitual articulado, por meio de uma sequência que parte da ação e chega à teoria, cria condições favoráveis para que o conhecimento não seja apenas memorizado, mas sim construído de forma sólida, permitindo ao estudante dominar os esquemas de pensamento necessários para interpretar e explicar os fenômenos eletrostáticos.

Como recurso experimental principal, e de forma a atender à necessidade de representação visual de conceitos abstratos, foi construído, conjuntamente com os alunos, um modelo didático simplificado. Esse material permitiu demonstrar que um corpo é considerado eletricamente neutro quando apresenta quantidades iguais de prótons (cargas de sinal positivo) e elétrons (cargas de sinal negativo), e que o fenômeno da eletrização corresponde

justamente à quebra desse equilíbrio, gerada pelo ganho ou pela perda de elétrons. A partir dessa compreensão, foram trabalhados detalhadamente os três processos fundamentais de eletrização: por atrito, por contato e por indução. Essa intervenção ocorreu em um momento pedagógico oportuno, no qual a professora regente já havia iniciado a exposição teórica do conteúdo de eletrostática em sala, o que possibilitou articular imediatamente os conhecimentos abordados na prática com aqueles já apresentados teoricamente, favorecendo significativamente o processo de consolidação e fixação da aprendizagem.

A estrutura do trabalho, desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), organizou-se em três momentos principais, interligados e complementares:

1. **Revisão bibliográfica e elaboração da sequência didática:** Etapa de natureza teórica e de planejamento coletivo, realizada por meio de reuniões periódicas envolvendo a professora regente da escola, o coordenador da área do PIBID e os licenciandos bolsistas participantes. Nesse espaço, foram definidos os objetivos educacionais, selecionados os conteúdos específicos, definidos os materiais necessários, elaborados os roteiros das atividades e estabelecida a ordem e a dinâmica de execução de cada etapa da intervenção.
2. **Aplicação da sequência e realização das atividades experimentais:** Momento de intervenção direta em sala de aula, no qual os alunos foram convidados a participar ativamente de todo o processo: desde a montagem dos aparatos experimentais, passando pela execução dos procedimentos, até a observação, descrição e interpretação dos fenômenos físicos verificados. Os estudantes foram acompanhados e orientados continuamente pelos bolsistas e pela professora, que atuaram como mediadores da aprendizagem. Foram abordados os princípios básicos da eletrostática, os mecanismos de eletrização, e as relações envolvendo força e campo elétrico. Ao final das atividades práticas, foi

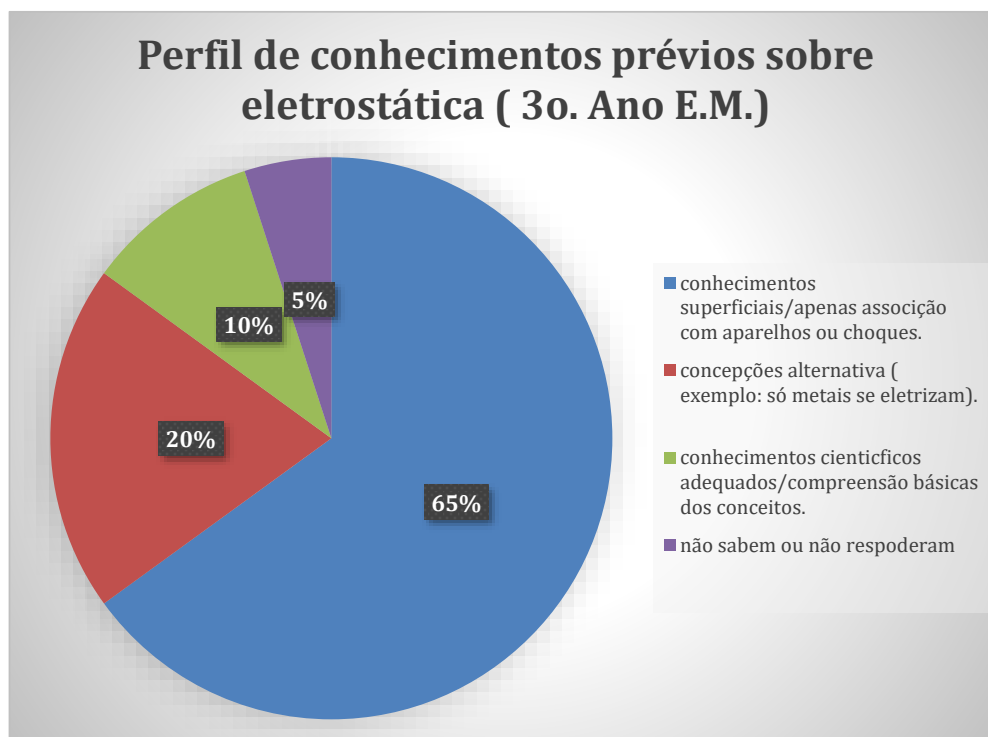
realizada uma apresentação dinâmica, com o intuito de relacionar os conteúdos investigados a fenômenos corriqueiros do dia a dia — como o aumento da ocorrência de eletricidade estática em períodos de estiagem — e a tecnologias presentes no universo dos jovens, como o princípio de funcionamento das telas sensíveis ao toque de celulares e tablets.

3. **Análise dos dados coletados:** Como estratégia central de investigação e de reflexão sobre a própria aprendizagem, os alunos foram orientados a classificar os materiais utilizados quanto às suas propriedades elétricas (condutoras ou isolantes) antes da realização dos testes práticos; após a experimentação, foram instigados a verificar empiricamente se essas classificações se confirmavam ou se precisavam ser reavaliadas e reelaboradas com base nos resultados observados. Ao final da intervenção, foi aplicado um novo instrumento de pesquisa, visando identificar a percepção dos alunos sobre a relevância e a contribuição da experimentação como método de ensino de Física, bem como verificar o nível de compreensão, a apropriação e a capacidade de explicação dos conteúdos de eletrostática trabalhados ao longo de toda a pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos questionários diagnósticos aplicados antes da intervenção revelou que a maioria dos estudantes possuía conhecimentos superficiais sobre os conceitos de eletrostática. Muitos associavam a eletricidade apenas ao funcionamento de aparelhos eletrônicos ou à ocorrência de choques elétricos, sem compreender adequadamente conceitos como carga elétrica, eletrização e interação entre corpos eletrizados. Também foram identificadas concepções alternativas, como a ideia de que apenas objetos metálicos podem ser eletrizados. Como pode ser observado no gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Perfil de conhecimentos prévios sobre eletrostática (3º. Ano E.M.)



Fonte: Campos, 2026.

Os resultados do diagnóstico inicial evidenciaram que os estudantes possuíam conhecimentos fragmentados sobre os fenômenos eletrostáticos, frequentemente associados apenas a choques elétricos e equipamentos eletrônicos. Essa constatação reforçou a necessidade de desenvolver atividades que permitissem estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios dos alunos e os conceitos científicos abordados, conforme proposto por Ausubel (1968).

Durante a realização das práticas experimentais, observou-se um aumento significativo da participação dos estudantes. Os questionamentos formulados pelos grupos, as hipóteses levantadas e as discussões realizadas durante as atividades indicaram um processo de aprendizagem mais ativo e investigativo.

Sob a perspectiva de Guthrie (1935), a manipulação dos materiais e a observação direta dos fenômenos favoreceram a associação entre estímulos e

respostas, permitindo que os alunos compreendessem os efeitos da eletrização de maneira concreta e contextualizada.

Em consonância com Vergnaud (1990), verificou-se que os estudantes passaram a mobilizar diferentes esquemas de ação para interpretar os fenômenos observados, relacionando conceitos como atração, repulsão, carga elétrica e eletrização em diferentes situações experimentais.

Outro aspecto relevante foi o desenvolvimento da cooperação entre os participantes. As atividades favoreceram a troca de conhecimentos entre os estudantes, estimulando a argumentação, a resolução coletiva de problemas e a construção compartilhada do conhecimento científico.

Como pode ser observado pelos registros fotográficos das atividades propostas.

Figura 4 – Experimentação com material (alumínio).



Fonte: Mota, 2025

Figura 5 – Experimentação com diferentes materiais (plástico, papel e



alumínio).

Fonte: Mota, 2025

Os resultados também indicaram que a abordagem investigativa favoreceu o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico dos alunos. Ao invés de apenas seguir instruções prontas, os estudantes participaram ativamente da construção das explicações para os fenômenos observados, formulando e testando hipóteses durante as atividades práticas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relato de experiência possibilitou evidenciar as potencialidades das práticas experimentais como estratégia pedagógica para o ensino dos conceitos de eletrostática no Ensino Médio. A utilização de materiais de baixo custo, associada a uma abordagem investigativa fundamentada nas contribuições teóricas de Guthrie, Ausubel e Vergnaud, favoreceu a

participação ativa dos estudantes e promoveu um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e significativo.

As atividades desenvolvidas permitiram observar que a experimentação contribui para aproximar os conteúdos científicos da realidade dos alunos, tornando os conceitos físicos mais acessíveis e compreensíveis. Além disso, verificou-se que a articulação entre teoria e prática estimulou a curiosidade, a formulação de hipóteses, a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Os resultados observados indicam que a abordagem adotada favoreceu a construção de conhecimentos mais consistentes sobre os fenômenos eletrostáticos, possibilitando que os estudantes relacionassem os conceitos científicos às situações presentes em seu cotidiano. A experiência também evidenciou a importância do papel mediador do professor e dos licenciandos na condução das atividades investigativas e na promoção de espaços de diálogo e reflexão.

Por fim, considera-se que experiências dessa natureza contribuem significativamente para a melhoria do ensino de Física, especialmente em contextos escolares com limitações de infraestrutura e recursos didáticos. Recomenda-se a realização de novas intervenções que ampliem o uso da experimentação em outros conteúdos da Física, bem como investigações futuras que avaliem de forma mais sistemática os impactos dessas práticas na aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI, Jean-Pierre. *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris: ESF Éditeur, 1997.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Educational Psychology: A Cognitive View*. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BRUNER, J. S. *O processo da educação*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972.

CARVALHO, A. M. P.; PÉREZ, D. G. *Ensino de Física*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

GUTHRIE, Edwin Ray. *The psychology of learning*. New York: Harper & Brothers, 1935.

GUTHRIE, E. R. *The Psychology of Learning*. Nova York: Harper & Brothers, 1950.

GUTHRIE, E. R. *Condicionamento como princípio da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1952.

GUTHRIE, E. R. *Psicologia da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Zahar, 1959.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia e física*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2016.

LEMO, B.T. A.; GUSMÃO, M. S. S.; GIBIN, G. B. Reflexão sobre a prática docente: Contribuição de atividades experimentais investigativas e científicas

MORAES, A. M. e MORAES, I. J. (2000). "A avaliação conceitual de força e movimento". *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 22 (2): 232-246.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2006.

MUSSI, R. F. F; FLORES, F.F; ALMEIDA, C. B. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. *Práxis Educacional*, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

PIAGET, Jean. A equilibração das estruturas cognitivas. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

QUIRINO, W. G; LAVARDA, F. C. Comunicações: Projeto "Experimentos de física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia". Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 117-122, jan. 2001. ISSN 2175-7941.

Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6695/6162>. Acesso em: 29 mai. 2026. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/6695>.

mediadas por tecnologias. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 23, n. 1, 2024.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: BRUN, J. (Org.). *Didática das matemáticas*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 155-191.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, Gérard. The Theory of Conceptual Fields. *Human Development*, v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar queremos enaltecer ao ser supremo nosso Senhor Deus por auxiliar com sabedoria e discernimento para vencer cada etapa desse desafio, ao nosso professor orientador Ednilson Ramalho, pelos puxões de orelhas, pela paciência, ensinamentos valiosos e pela condução exemplar que tornaram a realização deste artigo. Agradeço a minha família pelo apoio incondicional, paciência e compreensão nos momentos de ausência dedicados à pesquisa.

APÊNDICES

Parte 1: Conhecimentos gerais sobre eletricidade.

1 - Quando você ouve a palavra “eletricidade”, o que vem primeiro à sua mente?

- ☐ Apenas o funcionamento de aparelhos como celulares, lâmpadas ou geladeiras
- ☐ Choques elétricos e raios
- ☐ Cargas, forças e propriedades dos materiais
- ☐ Não sei responder

2 - Qual das alternativas abaixo melhor explica o que é eletricidade, na sua visão?

- ☐ É uma energia que faz os aparelhos funcionarem

- ☐ É algo que causa choques quando tocamos certos objetos
 - ☐ Está relacionada a propriedades e interações entre as partes que formam todos os corpos
 - ☐ Não sei responder
-

Parte 2: Conceitos fundamentais de eletrostática.

3 - O que você entende por **carga elétrica**?

- ☐ É a quantidade de energia que um aparelho usa para funcionar
- ☐ É uma propriedade presente em todas as coisas, que pode causar atração ou repulsão
- ☐ É algo que existe apenas em fios e tomadas
- ☐ Nunca ouvi falar / Não sei explicar

4 - O que significa dizer que um corpo está **eletrizado**?

- ☐ Ele está ligado a uma tomada ou fonte de energia
- ☐ Ele ganhou ou perdeu uma parte das suas cargas, e por isso pode atrair ou repelir outros objetos
- ☐ Ele é feito de metal e conduz eletricidade
- ☐ Não sei responder

5 - Sobre a **interação entre corpos eletrizados**, você acha que:

- ☐ Eles sempre se atraem, independentemente de como foram eletrizados
- ☐ Eles podem se atrair ou se repelir, dependendo do tipo de carga que possuem

- ☐ Eles não interagem de forma alguma
 - ☐ Não sei responder
-

Parte 3: Concepções sobre eletrização dos materiais

6 - Quais tipos de materiais podem ficar eletrizados?

- ☐ Apenas metais, como ferro, cobre ou alumínio
- ☐ Apenas materiais que não são metais, como plástico, vidro ou madeira
- ☐ Tanto metais quanto materiais não metálicos podem ficar eletrizados
- ☐ Não sei responder

7 - É possível eletrizar um objeto de madeira ou plástico?

- ☐ Não, porque só metais podem ser eletrizados
 - ☐ Sim, mas só se estiver ligado a uma tomada
 - ☐ Sim, por exemplo, quando atritamos o objeto em outro material
 - ☐ Não sei responder
-

Parte 4: Associação de ideias

8 - Você relaciona os conceitos de eletrostática com quais situações? (pode marcar mais de uma)

- ☐ Funcionamento de aparelhos eletrônicos
- ☐ Choques elétricos que sentimos em certos momentos
- ☐ Fenômenos como raios e faíscas

- () Propriedades e comportamento de todos os materiais
- () Não relaciono a nada disso

06

Filmes e Mídias no Ensino de Física Conceitual

Uma Análise Teórica em Contexto Amazônico

Maclean Vieira Pereira

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

FILMES E MÍDIAS NO ENSINO DE FÍSICA CONCEITUAL: UMA ANÁLISE TEÓRICA EM CONTEXTO AMAZÔNICO

FILMS AND MEDIA IN CONCEPTUAL PHYSICS TEACHING: A THEORETICAL ANALYSIS IN THE AMAZONIAN CONTEXT

Maclean Vieira Pereira

<http://lattes.cnpq.br/8525599013504075>

Ednilson Sergio Ramalho de Souza (Orientador)

<http://lattes.cnpq.br/8585311639613120>

<https://orcid.org/0000-0002-2816-0941>

RESUMO

Este artigo analisa as contribuições das teorias de Skinner, Ausubel, Vergnaud, Moran e Freire para o ensino de Física mediado por filmes e mídias. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e descritivo-analítica. Os referenciais teóricos indicam que os recursos audiovisuais favorecem a contextualização dos conteúdos, a aprendizagem significativa e a participação ativa e crítica dos estudantes, apontando potencial para contribuir com a educação científica, especialmente em contextos da Amazônia rural contemporânea.

Palavras-chave: Ensino de Física; Mídias Audiovisuais; Teorias de Aprendizagem; Amazônia Rural.

ABSTRACT

This article analyzes the contributions of the theories of Skinner, Ausubel, Vergnaud, Moran, and Freire to Physics teaching mediated by films and media. It is a bibliographical, qualitative, and descriptive-analytical research. The literature consulted indicates that audiovisual resources favor the contextualization of contents, meaningful learning, and the active and critical participation of students, boosting scientific education, especially in the context of contemporary rural Amazon.

Keywords: Physics Teaching; Audiovisual Media; Learning Theories; Rural Amazon.

1 INTRODUÇÃO

Moreira (2017) argumenta que um dos grandes desafios do ensino de Física contemporâneo consiste em superar práticas centradas na memorização de fórmulas, favorecendo abordagens que priorizem a compreensão conceitual dos fenômenos físicos. Nesse contexto, a utilização de filmes e mídias audiovisuais pode constituir uma estratégia pedagógica capaz de aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes e promover aprendizagens mais significativas.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) argumentam que a superação desses desafios exige a adoção de práticas pedagógicas que promovam a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento científico. Nessa mesma direção, Carvalho (2013) afirma que o ensino por investigação favorece a contextualização dos conteúdos científicos ao aproximá-los das experiências vivenciadas pelos educandos, estimulando a observação, a formulação de hipóteses, a argumentação e a resolução de problemas. Sob essa perspectiva, o ensino de Física deixa de restringir-se à transmissão de conteúdos para assumir um caráter investigativo e formativo.

Ao discutir os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, Ausubel (2003) defende que novos conhecimentos somente adquirem significado quando podem ser relacionados, de maneira substantiva e não arbitrária, aos conhecimentos previamente presentes na estrutura cognitiva do estudante. Para o autor, a aprendizagem significativa depende da valorização dos conhecimentos prévios e da organização de situações didáticas que favoreçam a construção de novos significados. No ensino de Física, essa perspectiva contribui para minimizar a aprendizagem mecânica frequentemente observada em conteúdos caracterizados por elevado nível de abstração.

Complementando essa abordagem, Vergnaud (1996) afirma que a aprendizagem conceitual não se limita à assimilação de novos conhecimentos, mas envolve a mobilização de conceitos, esquemas e diferentes formas de representação diante de variadas situações-problema. Segundo sua Teoria dos Campos Conceituais, a compreensão dos conceitos científicos ocorre à medida que os estudantes conseguem aplicar seus conhecimentos em contextos distintos, articulando representações matemáticas, gráficas, experimentais e conceituais. Dessa forma, a teoria de Vergnaud amplia a perspectiva de Ausubel ao enfatizar que a aprendizagem significativa também depende da utilização dos conhecimentos em diferentes situações de aprendizagem.

Enquanto Ausubel e Vergnaud enfatizam os aspectos cognitivos da aprendizagem, Freire (1996) compreende a educação como um processo dialógico fundamentado na problematização da realidade e na construção coletiva do conhecimento. Para o autor, ensinar não significa transferir conhecimentos prontos, mas criar condições para que os estudantes desenvolvam uma postura crítica diante do mundo em que vivem. Nessa perspectiva, a contextualização dos conteúdos científicos torna-se elemento essencial para aproximar o conhecimento escolar das experiências socioculturais dos educandos.

Em consonância com essa perspectiva, Moran (2018) destaca que as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem ao integrar diferentes linguagens e favorecer metodologias mais participativas. Para o autor, o potencial pedagógico das mídias não está apenas na utilização de recursos tecnológicos, mas na forma como esses recursos são incorporados ao planejamento docente, promovendo interação, investigação, colaboração e construção do conhecimento. Assim, filmes e mídias audiovisuais podem constituir importantes instrumentos de mediação pedagógica ao favorecerem a contextualização dos conteúdos científicos e a aproximação entre os conceitos físicos e a realidade dos estudantes.

Sob uma perspectiva complementar, Skinner (1972) argumenta que o comportamento de aprendizagem é influenciado pelas contingências presentes no ambiente educativo. Embora fundamentada em pressupostos distintos das abordagens cognitivistas e dialógicas, a teoria behaviorista contribui para compreender que recursos audiovisuais podem atuar como estímulos capazes de favorecer a atenção, o interesse e o engajamento dos estudantes nas atividades de aprendizagem, desde que utilizados de forma planejada e articulados aos objetivos educacionais.

A articulação entre os referenciais de Skinner (1972), Ausubel (2003), Vergnaud (1996), Freire (1996) e Moran (2018) permite compreender que o uso de filmes e mídias no ensino de Física não se limita à diversificação dos recursos didáticos. Sob diferentes perspectivas teóricas, esses referenciais convergem ao reconhecer a importância de estratégias pedagógicas que favoreçam a contextualização dos conteúdos, a construção de significados, a mobilização de conceitos, a participação ativa dos estudantes e o desenvolvimento de uma educação científica crítica e socialmente contextualizada.

Diante desse contexto, o presente artigo busca responder à seguinte questão norteadora: de que maneira os referenciais teóricos de Skinner, Ausubel, Vergnaud, Freire e Moran permitem compreender as contribuições do uso de filmes e mídias como estratégia pedagógica para o ensino de Física Conceitual, especialmente no contexto da Amazônia rural?

Com base nessa problemática, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar as contribuições das teorias da aprendizagem para o ensino de Física mediado pelo uso de filmes e mídias. Especificamente, busca-se discutir as contribuições do behaviorismo de Skinner para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem; examinar os fundamentos da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud para a construção de conceitos físicos; refletir sobre as contribuições de Freire e Moran para o uso crítico das mídias educacionais; e evidenciar o potencial pedagógico dos recursos audiovisuais para a contextualização dos conteúdos científicos e para o ensino de Física em escolas da Amazônia rural.

Por sua natureza teórica, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza descritivo-analítica, fundamentada na articulação de referenciais discutidos na disciplina Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), complementados por obras reconhecidas na área de Ensino de Física e pela experiência docente do autor na educação básica amazônica. A partir dessa perspectiva, busca-se compreender como diferentes teorias da aprendizagem podem subsidiar o uso pedagógico de filmes e mídias no ensino de Física Conceitual, contribuindo para práticas educativas mais contextualizadas, participativas e significativas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A teoria behaviorista de Skinner e sua aplicação ao ensino de Física

Skinner (1972) desenvolveu a teoria do condicionamento operante com o propósito de explicar como o comportamento humano é influenciado pelas contingências presentes no ambiente. Diferentemente das abordagens que atribuem a aprendizagem predominantemente a processos internos, o autor defende que o comportamento é moldado pelas consequências produzidas pelas ações do indivíduo. Segundo essa perspectiva, respostas seguidas por reforços positivos tendem a ser fortalecidas, enquanto comportamentos que não recebem reforço apresentam menor probabilidade de serem repetidos. Assim, a aprendizagem é compreendida como resultado da interação contínua entre o estudante e o ambiente em que está inserido.

Ao aplicar esses pressupostos ao contexto educacional, Skinner (1972) argumenta que o ensino deve ser organizado de modo a criar condições favoráveis para a ocorrência da aprendizagem. Para o autor, a organização das atividades, a sequência dos conteúdos, o acompanhamento sistemático do desempenho dos estudantes e o fornecimento de reforços adequados constituem elementos capazes de favorecer o desenvolvimento de novos comportamentos relacionados ao aprender. Nessa perspectiva, o professor assume papel ativo na organização das contingências de ensino, planejando situações que estimulem a participação e favoreçam o progresso contínuo da aprendizagem.

Sob essa perspectiva, Libâneo (2013) afirma que o planejamento didático representa uma dimensão essencial da prática docente, uma vez que envolve a definição articulada dos objetivos educacionais, dos conteúdos, dos métodos, dos recursos didáticos e dos procedimentos de avaliação. Embora fundamentado em pressupostos pedagógicos distintos daqueles defendidos por Skinner, Libâneo destaca que a aprendizagem depende de uma organização consciente do processo de ensino, atribuindo ao professor a responsabilidade de selecionar estratégias metodológicas coerentes com as finalidades educativas e com as características dos estudantes.

No ensino de Física, os pressupostos behavioristas permitem compreender que diferentes recursos didáticos podem atuar como elementos capazes de favorecer o envolvimento dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, filmes e mídias audiovisuais podem ser utilizados como recursos de mediação pedagógica, despertando a atenção, favorecendo o interesse pelos fenômenos físicos e contribuindo para a organização de situações de ensino mais dinâmicas e contextualizadas. Entretanto, seu potencial educativo não reside simplesmente na utilização da tecnologia, mas na forma como esses recursos são integrados ao planejamento pedagógico e articulados aos objetivos de aprendizagem estabelecidos pelo professor.

Embora a teoria behaviorista ofereça importantes contribuições para compreender a influência do ambiente e das estratégias de ensino sobre o comportamento dos estudantes, sua ênfase nas relações entre estímulos, respostas e reforços não contempla plenamente os processos cognitivos envolvidos na construção dos conhecimentos científicos. A aprendizagem de conceitos físicos exige que os estudantes atribuam significados aos novos conhecimentos e estabeleçam relações entre diferentes formas de representação dos fenômenos naturais. Essa ampliação da compreensão sobre o processo de aprendizagem será apresentada na seção seguinte, por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (2003).

2.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e suas contribuições para o ensino de Física

Ausubel (2003) desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa com o propósito de explicar como novos conhecimentos são incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes. Diferentemente da perspectiva behaviorista, que atribui maior ênfase às contingências externas do ambiente, o autor defende que a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando

novas informações estabelecem relações substantivas e não arbitrárias com os conhecimentos previamente existentes. Nessa perspectiva, aprender significa construir significados, atribuindo sentido aos novos conceitos a partir das experiências e conhecimentos já adquiridos pelo estudante.

Ao fundamentar sua teoria, **Ausubel (2003)** destaca que os conhecimentos prévios constituem o fator mais importante para a aprendizagem, pois servem como base para a assimilação de novos conteúdos. Segundo o autor, o professor deve identificar aquilo que o estudante já sabe e organizar o processo de ensino de forma que os novos conhecimentos possam ser progressivamente relacionados à estrutura cognitiva existente. Esse processo favorece a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos, promovendo uma aprendizagem mais estável, duradoura e significativa.

Entre os principais elementos da teoria, **Ausubel (2003)** atribui especial importância aos organizadores prévios, compreendidos como recursos introdutórios capazes de estabelecer uma ponte entre os conhecimentos já consolidados e os novos conteúdos que serão estudados. Esses organizadores facilitam a compreensão de conceitos complexos ao oferecer uma visão inicial do tema, preparando cognitivamente o estudante para integrar novas informações à sua estrutura de conhecimentos.

No ensino de Física, a Teoria da Aprendizagem Significativa apresenta grande relevância devido ao elevado nível de abstração característico de muitos conceitos científicos. Fenômenos relacionados à Mecânica, ao Eletromagnetismo, à Termodinâmica ou à Física Moderna frequentemente exigem que os estudantes estabeleçam relações entre modelos teóricos, representações matemáticas e situações observadas no cotidiano. Sob essa perspectiva, a utilização de recursos didáticos que favoreçam a contextualização dos conteúdos torna-se elemento fundamental para aproximar os conceitos físicos da realidade dos estudantes.

Nessa direção, filmes e mídias audiovisuais podem desempenhar importante papel como organizadores prévios, favorecendo a contextualização dos conteúdos científicos e estimulando a construção de relações entre os conhecimentos cotidianos e os conceitos físicos abordados em sala de aula. Quando integrados ao planejamento pedagógico, esses recursos contribuem para despertar o interesse dos estudantes, facilitar a compreensão de fenômenos abstratos e promover condições favoráveis para a construção de aprendizagens significativas, em consonância com os pressupostos defendidos por **Ausubel (2003)**.

Embora a Teoria da Aprendizagem Significativa explique de forma consistente a construção de significados durante o processo educativo, sua ênfase recai predominantemente sobre a estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem de conceitos científicos, entretanto, também exige que esses conhecimentos sejam mobilizados em diferentes situações, representações e contextos de resolução de problemas. Essa ampliação da compreensão sobre a formação dos conceitos será desenvolvida na seção seguinte, por meio da Teoria dos Campos Conceituais proposta por **Vergnaud (1996)**.

2.3 A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e a construção dos conceitos físicos

Vergnaud (1996) desenvolveu a Teoria dos Campos Conceituais com o objetivo de compreender como os indivíduos constroem, organizam e mobilizam conhecimentos diante de diferentes situações de aprendizagem. Ampliando a perspectiva cognitivista apresentada por Ausubel (2003), o autor argumenta que a aprendizagem não se limita à assimilação de novos conhecimentos, mas envolve a utilização de conceitos, procedimentos e representações para interpretar e resolver problemas em contextos variados. Dessa forma, o desenvolvimento conceitual ocorre de maneira progressiva, à

medida que o estudante amplia sua capacidade de estabelecer relações entre diferentes situações e significados.

Segundo Vergnaud (1996), um conceito não pode ser compreendido de forma isolada, pois sua construção depende da articulação entre três elementos fundamentais: as situações que dão significado ao conceito, os invariantes operatórios que orientam a ação do sujeito e as diferentes representações simbólicas utilizadas para expressar esse conhecimento. Esses componentes constituem o chamado campo conceitual, no qual diferentes conceitos se relacionam e se desenvolvem simultaneamente durante o processo de aprendizagem.

Ao discutir o ensino de Ciências, Vergnaud (1996) destaca que a aprendizagem conceitual exige que os estudantes enfrentem situações diversificadas, capazes de mobilizar conhecimentos anteriormente construídos e favorecer novas formas de interpretação dos fenômenos. Assim, o papel do professor consiste em organizar situações didáticas que estimulem a resolução de problemas, a argumentação, a formulação de hipóteses e a utilização de diferentes formas de representação, possibilitando que os estudantes ampliem progressivamente sua compreensão dos conceitos científicos.

No ensino de Física, essa perspectiva apresenta especial relevância, uma vez que a compreensão dos fenômenos naturais exige a articulação entre conceitos teóricos, modelos matemáticos, representações gráficas, experimentações e observações da realidade. Conceitos como força, energia, campo elétrico, indução eletromagnética ou dualidade onda-partícula somente adquirem significado quando mobilizados em diferentes contextos e situações-problema, permitindo ao estudante compreender suas aplicações para além da memorização de definições e equações.

Sob essa perspectiva, filmes e mídias audiovisuais constituem recursos pedagógicos capazes de ampliar os contextos de aprendizagem ao apresentar fenômenos físicos em diferentes situações, aproximando os conceitos

científicos das experiências vivenciadas pelos estudantes. Quando utilizados de forma planejada e articulados às atividades de investigação, esses recursos favorecem a construção de diferentes representações dos fenômenos estudados, estimulam a argumentação científica e possibilitam que os estudantes mobilizem conhecimentos em situações variadas, aspecto central da Teoria dos Campos Conceituais.

Embora a teoria de Vergnaud (1996) amplie significativamente a compreensão dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, sua principal contribuição concentra-se na formação e mobilização dos conceitos científicos. Entretanto, a aprendizagem também envolve dimensões sociais, culturais e dialógicas que extrapolam os aspectos cognitivos. Essa perspectiva será aprofundada na seção seguinte por meio das contribuições de Paulo Freire (1996), cuja concepção de educação enfatiza o diálogo, a problematização da realidade e a construção coletiva do conhecimento.

2.4 A perspectiva dialógica de Paulo Freire e a contextualização do ensino de Física

Freire (1996) compreende a educação como um processo dialógico, crítico e transformador, no qual o conhecimento é construído por meio da interação entre educador, estudante e realidade social. Em oposição às práticas centradas na simples transmissão de informações, o autor defende que ensinar significa criar condições para que os estudantes construam o conhecimento de forma ativa, relacionando os conteúdos escolares às experiências vividas e aos desafios presentes em seu contexto sociocultural. Nessa perspectiva, a aprendizagem ultrapassa a memorização de conceitos, tornando-se um processo de compreensão crítica da realidade.

Ao discutir a prática educativa, Freire (1996) destaca que o diálogo constitui um dos principais instrumentos do processo de ensino e aprendizagem, pois possibilita o desenvolvimento da autonomia intelectual, da

reflexão crítica e da participação dos estudantes na construção do conhecimento. Para o autor, o professor assume o papel de mediador da aprendizagem, promovendo situações em que os educandos possam questionar, interpretar e reconstruir os conhecimentos científicos a partir de suas experiências e saberes.

Sob essa perspectiva, a contextualização dos conteúdos escolares representa um princípio fundamental da prática pedagógica. Freire (1996) afirma que o conhecimento torna-se mais significativo quando estabelece relações com a realidade dos estudantes, valorizando seus conhecimentos prévios, sua cultura e as condições sociais em que estão inseridos. No ensino de Física, essa concepção favorece a aproximação entre os conceitos científicos e os fenômenos observados no cotidiano, possibilitando que a aprendizagem contribua para a compreensão crítica do mundo e para a formação cidadã.

Considerando as especificidades da educação desenvolvida na Amazônia rural, essa perspectiva adquire especial relevância. Hage (2014) destaca que o processo educativo em escolas do campo deve reconhecer os saberes locais, a diversidade cultural e as características sociais das comunidades amazônicas como elementos constitutivos do currículo escolar. Dessa forma, o ensino de Física pode incorporar situações relacionadas à navegação, aos fenômenos ambientais, à geração de energia, aos processos térmicos, aos sons da natureza e a outras experiências presentes no cotidiano dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa.

À luz dessas contribuições, filmes e mídias audiovisuais podem constituir importantes instrumentos de mediação pedagógica ao possibilitar a problematização de situações próximas da realidade dos estudantes e estimular o diálogo sobre fenômenos científicos presentes em diferentes contextos sociais e culturais. Quando selecionados de forma criteriosa e articulados ao planejamento docente, esses recursos favorecem a contextualização dos conteúdos físicos, estimulam a argumentação, promovem a participação dos

estudantes e contribuem para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, em consonância com os princípios defendidos por Freire (1996).

Embora a perspectiva freireana enfatize as dimensões sociais, culturais e dialógicas da aprendizagem, a incorporação de recursos tecnológicos ao processo educativo exige também uma reflexão específica sobre o papel das mídias digitais e das tecnologias na organização das práticas pedagógicas. Essa discussão será aprofundada na seção seguinte por meio das contribuições de Moran (2018), cujas reflexões ampliam o debate sobre a integração das tecnologias educacionais ao ensino de Física.

2.5 As contribuições de Moran para o uso das tecnologias educacionais no ensino de Física

Moran (2018) destaca que as transformações promovidas pelas tecnologias digitais modificaram significativamente as formas de acesso, produção e compartilhamento do conhecimento, exigindo novas práticas pedagógicas capazes de integrar diferentes linguagens ao processo educativo. Para o autor, a utilização das tecnologias na educação não deve limitar-se à incorporação de equipamentos ou recursos digitais em sala de aula, mas constituir uma estratégia pedagógica orientada por objetivos de aprendizagem claramente definidos e pela mediação consciente do professor.

Ao discutir a integração das tecnologias ao ensino, Moran (2018) argumenta que o potencial educativo das mídias está relacionado à possibilidade de favorecer metodologias mais participativas, colaborativas e investigativas, nas quais os estudantes assumem papel ativo na construção do conhecimento. Nessa perspectiva, os recursos tecnológicos ampliam as oportunidades de interação, estimulam a autonomia dos educandos e possibilitam diferentes formas de representação dos conteúdos científicos, contribuindo para a construção de aprendizagens mais significativas.

As reflexões propostas por Moran (2018) dialogam diretamente com os referenciais discutidos nas seções anteriores. Enquanto Skinner (1972) evidencia a importância da organização do ambiente de aprendizagem, Ausubel (2003) destaca a necessidade de relacionar novos conhecimentos aos saberes prévios dos estudantes, Vergnaud (1996) enfatiza a mobilização dos conceitos em diferentes situações e Freire (1996) defende uma educação contextualizada, dialógica e crítica. Sob essa perspectiva, as tecnologias educacionais constituem instrumentos de mediação capazes de integrar essas diferentes contribuições teóricas em práticas pedagógicas voltadas à aprendizagem ativa.

No ensino de Física, a utilização de tecnologias educacionais amplia significativamente as possibilidades de contextualização dos conteúdos científicos. Simulações computacionais, animações, experimentos virtuais, plataformas digitais, filmes e mídias audiovisuais permitem representar fenômenos muitas vezes inacessíveis à observação direta, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos e aproximando os conteúdos escolares das experiências vivenciadas pelos estudantes. Quando articulados ao planejamento docente, esses recursos contribuem para tornar o ensino mais investigativo, participativo e significativo.

Considerando as especificidades das escolas situadas na Amazônia rural, as tecnologias educacionais assumem papel ainda mais relevante ao possibilitar o acesso a diferentes fontes de informação e ampliar as oportunidades de contextualização do conhecimento científico. Filmes, documentários e outros recursos audiovisuais podem apresentar fenômenos físicos relacionados ao cotidiano amazônico, favorecendo discussões sobre navegação, geração de energia, fenômenos atmosféricos, acústica ambiental e demais situações presentes na realidade dos estudantes. Dessa forma, as mídias deixam de representar apenas recursos tecnológicos para constituírem instrumentos de mediação pedagógica comprometidos com a construção do conhecimento científico e com a valorização dos contextos socioculturais locais.

Embora as tecnologias educacionais ampliem significativamente as possibilidades de ensino e aprendizagem, sua utilização não substitui o papel do professor nem garante, por si só, a construção do conhecimento. Conforme destaca Moran (2018), a qualidade da aprendizagem depende da intencionalidade pedagógica, da organização das atividades e da mediação docente durante todo o processo educativo. Partindo dessa compreensão, torna-se necessário discutir como esses referenciais convergem para a constituição da Física Conceitual como abordagem capaz de integrar diferentes teorias da aprendizagem e favorecer a compreensão dos fenômenos científicos, aspecto que será desenvolvido na seção seguinte.

2.6 A Física Conceitual como abordagem para a aprendizagem significativa

Moreira (2017) destaca que um dos principais desafios do ensino de Física consiste em favorecer a compreensão conceitual dos fenômenos físicos, superando práticas centradas na memorização de definições e procedimentos matemáticos. Segundo o autor, a aprendizagem torna-se mais consistente quando os estudantes compreendem o significado físico dos conceitos antes de sua formalização matemática.

Ao privilegiar a compreensão conceitual, Moreira (2011) aproxima-se dos pressupostos da Aprendizagem Significativa propostos por Ausubel (2003), uma vez que a construção do conhecimento científico depende da relação entre os novos conteúdos e os conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Dessa forma, a Física Conceitual favorece a atribuição de significados aos conceitos físicos, reduzindo a aprendizagem mecânica baseada exclusivamente na memorização de definições e fórmulas matemáticas.

Essa perspectiva também dialoga com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), ao reconhecer que a compreensão dos conceitos científicos exige sua mobilização em diferentes situações, representações e contextos de

aprendizagem. No ensino de Física, isso significa que a construção do conhecimento ocorre quando os estudantes conseguem interpretar fenômenos, resolver problemas, utilizar diferentes linguagens científicas e estabelecer relações entre teoria e prática.

Sob a perspectiva pedagógica, a Física Conceitual também se aproxima das contribuições de Freire (1996) ao valorizar a contextualização do conhecimento e a problematização da realidade como elementos essenciais para a aprendizagem. Ao relacionar os conteúdos científicos às experiências vivenciadas pelos estudantes, essa abordagem favorece uma educação mais crítica, participativa e comprometida com a compreensão dos fenômenos presentes no cotidiano.

De forma complementar, Moran (2018) evidencia que as tecnologias educacionais ampliam as possibilidades de desenvolvimento da Física Conceitual ao integrar diferentes linguagens, recursos audiovisuais e metodologias ativas ao processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, filmes, animações, simulações computacionais e demais recursos digitais tornam-se instrumentos capazes de favorecer a visualização de fenômenos abstratos, estimular a investigação científica e promover maior interação entre estudantes, professor e conhecimento.

Considerando a articulação entre os referenciais discutidos neste estudo, a Física Conceitual constitui uma abordagem capaz de integrar as contribuições do behaviorismo de Skinner (1972), da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), da perspectiva dialógica de Freire (1996) e das tecnologias educacionais propostas por Moran (2018). Embora fundamentadas em pressupostos distintos, essas teorias convergem ao reconhecer a importância de práticas pedagógicas que promovam a participação ativa dos estudantes, a contextualização dos conteúdos científicos e a construção de aprendizagens significativas.

A partir dessa compreensão, torna-se pertinente analisar de maneira mais específica as contribuições dos filmes e das mídias audiovisuais para o ensino de Física. Esses recursos constituem um dos principais instrumentos de mediação pedagógica capazes de integrar os referenciais discutidos até o momento, aspecto que será aprofundado na seção seguinte.

2.7 Filmes e mídias como instrumentos de mediação pedagógica no ensino de Física

Moran (2018) destaca que a utilização de tecnologias digitais no contexto educacional amplia as possibilidades de construção do conhecimento ao integrar diferentes linguagens, recursos audiovisuais e metodologias participativas ao processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, filmes e mídias deixam de constituir apenas instrumentos de apoio às aulas para assumirem função pedagógica, favorecendo a contextualização dos conteúdos científicos, a interação entre estudantes e professores e o desenvolvimento de práticas educativas mais dinâmicas e investigativas.

Ao analisar o potencial educativo desses recursos, Freire (1996) afirma que a aprendizagem torna-se mais significativa quando os conteúdos escolares dialogam com a realidade vivenciada pelos estudantes. Sob essa perspectiva, filmes e mídias audiovisuais possibilitam a problematização de situações presentes no cotidiano, estimulando a reflexão crítica, o diálogo e a construção coletiva do conhecimento. Dessa forma, esses recursos favorecem a aproximação entre os conceitos científicos e as experiências socioculturais dos educandos, atribuindo maior significado ao processo de aprendizagem.

Essa compreensão também encontra sustentação na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), segundo a qual novos conhecimentos são assimilados de maneira mais consistente quando estabelecem relações com os conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Nesse contexto, filmes e mídias podem

desempenhar a função de organizadores prévios, despertando o interesse pelos conteúdos e criando condições para que os novos conceitos físicos sejam relacionados às experiências anteriormente vivenciadas pelos estudantes.

Sob a perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais, Vergnaud (1996) argumenta que a aprendizagem científica exige a mobilização dos conceitos em diferentes situações e formas de representação. Ao apresentar fenômenos físicos em variados contextos, filmes, documentários, animações e demais recursos audiovisuais ampliam as possibilidades de representação dos conceitos científicos, favorecendo a interpretação, a argumentação e a resolução de problemas relacionados ao ensino de Física.

Embora fundamentado em pressupostos distintos, o behaviorismo de Skinner (1972) também oferece contribuições para compreender o uso pedagógico das mídias. Ao reconhecer que o comportamento é influenciado pelas contingências presentes no ambiente, o autor permite interpretar os recursos audiovisuais como elementos capazes de favorecer a atenção, o interesse e o engajamento dos estudantes durante as atividades escolares. Entretanto, seu potencial educativo depende da organização do ambiente de aprendizagem e da mediação realizada pelo professor, não da tecnologia utilizada de forma isolada.

No contexto da Física Conceitual, Moreira (2011) destaca que a compreensão dos fenômenos físicos deve anteceder a formalização matemática, favorecendo a construção de significados e a interpretação crítica da realidade. Sob essa perspectiva, filmes e mídias audiovisuais constituem recursos capazes de representar fenômenos de difícil observação, aproximar os conceitos científicos das experiências cotidianas e favorecer a compreensão de temas complexos, como eletricidade, eletromagnetismo, termodinâmica e Física Moderna.

A articulação entre os referenciais discutidos neste estudo evidencia que o potencial pedagógico dos filmes e das mídias não decorre exclusivamente da

utilização de recursos tecnológicos, mas da forma como esses instrumentos são integrados ao planejamento didático e mediados pelo professor. Quando utilizados de maneira intencional, esses recursos favorecem a contextualização dos conteúdos, a aprendizagem significativa, a mobilização dos conceitos científicos, o diálogo, a investigação e a participação ativa dos estudantes, constituindo importante estratégia para o ensino de Física Conceitual.

Considerando essas contribuições, torna-se necessário analisar como tais pressupostos podem ser aplicados às especificidades do ensino de Física desenvolvido em escolas situadas na Amazônia rural, contexto marcado por grande diversidade cultural, social e ambiental. Essa discussão será desenvolvida na próxima seção.

2.8 O ensino de Física no contexto amazônico: possibilidades pedagógicas para o uso de filmes e mídias

Hage (2014) destaca que a educação desenvolvida nas escolas do campo e em comunidades amazônicas deve reconhecer as especificidades culturais, sociais e ambientais que caracterizam esses territórios. Para o autor, a organização das práticas pedagógicas precisa considerar os conhecimentos construídos pelas comunidades locais, valorizando os saberes tradicionais e estabelecendo relações entre os conteúdos escolares e a realidade vivenciada pelos estudantes. Nessa perspectiva, o ensino de Ciências e de Física assume papel relevante na compreensão dos fenômenos naturais presentes no cotidiano amazônico, contribuindo para uma formação científica contextualizada e socialmente significativa.

Ao considerar essas especificidades, o ensino de Física deixa de restringir-se à apresentação de conceitos abstratos e passa a incorporar situações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, como a navegação fluvial, os processos de geração e utilização da energia elétrica, os fenômenos atmosféricos, a propagação do som na floresta, os processos térmicos característicos da região, os movimentos observados nos rios e outros fenômenos que fazem parte da realidade amazônica. Essa contextualização aproxima o conhecimento científico das experiências dos educandos, favorecendo maior compreensão dos conceitos físicos e atribuindo significado às aprendizagens construídas em sala de aula.

As contribuições de Freire (1996) reforçam essa perspectiva ao defender que a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa quando os conteúdos escolares dialogam com a realidade dos estudantes. Da mesma forma, Ausubel (2003) evidencia que a construção de novos conhecimentos depende da relação estabelecida entre os conceitos científicos e os conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva dos educandos. Complementando essa compreensão, Vergnaud (1996) demonstra que a formação dos conceitos científicos exige sua mobilização em diferentes situações e contextos, permitindo que os estudantes interpretem e expliquem fenômenos observados em seu cotidiano.

No contexto amazônico, filmes, documentários e mídias audiovisuais apresentam elevado potencial pedagógico por possibilitarem a representação de fenômenos físicos presentes na região, favorecendo a observação, a problematização e a investigação científica. Registros audiovisuais relacionados aos rios amazônicos, à biodiversidade, aos sistemas de transporte fluvial, à geração de energia, aos fenômenos climáticos e às manifestações culturais podem constituir importantes recursos para o desenvolvimento da Física Conceitual, aproximando os conteúdos científicos das experiências vividas pelos estudantes e fortalecendo a contextualização do processo educativo.

Sob essa perspectiva, Moran (2018) destaca que as tecnologias educacionais ampliam as possibilidades de construção do conhecimento quando utilizadas de forma integrada ao planejamento pedagógico. Ao mesmo tempo, Moreira (2011) evidencia que a aprendizagem da Física torna-se mais significativa quando prioriza a compreensão dos fenômenos antes da formalização matemática. Em conjunto, esses referenciais permitem compreender que o uso de filmes e mídias no ensino de Física não representa apenas uma inovação tecnológica, mas uma estratégia pedagógica capaz de integrar diferentes teorias da aprendizagem em favor de uma educação científica contextualizada, crítica e significativa.

Dessa forma, o contexto amazônico constitui um espaço privilegiado para a aplicação dos referenciais teóricos discutidos neste estudo, possibilitando que o ensino de Física seja desenvolvido de maneira mais próxima da realidade dos estudantes e contribuindo para a formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente os fenômenos naturais presentes em seu cotidiano. A articulação entre as teorias da aprendizagem, a Física Conceitual e o uso de filmes e mídias evidencia que a contextualização dos conteúdos científicos representa um dos caminhos mais promissores para fortalecer o ensino de Física em escolas da Amazônia rural.

3 METODOLOGIA

Gil (2008) caracteriza a pesquisa bibliográfica como aquela desenvolvida a partir de materiais já elaborados, constituídos principalmente por livros e

artigos científicos, permitindo ao pesquisador analisar criticamente diferentes referenciais teóricos sobre determinado fenômeno. Considerando essa perspectiva, o presente estudo fundamenta-se em uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza descritivo-analítica, voltada à compreensão das contribuições das teorias da aprendizagem para o uso de filmes e mídias no ensino de Física Conceitual.

Ao discutir a pesquisa qualitativa, Minayo (2014) destaca que esse tipo de investigação busca compreender significados, interpretações e relações construídas em torno dos fenômenos estudados, priorizando a análise crítica dos referenciais teóricos em detrimento da mensuração quantitativa dos dados. Nessa perspectiva, este estudo procura interpretar as contribuições das diferentes teorias da aprendizagem para a compreensão do uso pedagógico dos filmes e das mídias no ensino de Física, especialmente em contextos educacionais da Amazônia rural.

Os referenciais teóricos analisados foram selecionados a partir das discussões e leituras desenvolvidas na disciplina Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, integrante da matriz curricular do (MNPEF). Ao longo da disciplina, foram estudadas diferentes teorias da aprendizagem e suas implicações para o ensino de Ciências e de Física, destacando-se as contribuições de Skinner (1972), Ausubel (2003), Vergnaud (1996), Freire (1996) e Moran (2018). Para o presente estudo, esses referenciais foram selecionados por sua pertinência ao problema de pesquisa, sendo complementados por autores da área de Ensino de Física e Educação, como Moreira (2011), Carvalho (2013), Carvalho e Gil-Pérez (2011), Libâneo (2013) e Hage (2014).

A análise fundamentou-se na leitura crítica e interpretativa das obras selecionadas, buscando identificar convergências, complementaridades e possibilidades de articulação entre os diferentes referenciais teóricos. O processo analítico concentrou-se na compreensão das contribuições de cada teoria para o ensino de Física, considerando aspectos relacionados à aprendizagem significativa, à construção dos conceitos científicos, à

contextualização dos conteúdos, ao uso pedagógico das tecnologias educacionais e às especificidades do contexto amazônico.

Além da fundamentação teórica desenvolvida no âmbito do MNPEF, a construção deste artigo foi enriquecida pela experiência docente do autor na educação básica, especialmente em escolas localizadas na região amazônica. Essa experiência possibilitou estabelecer aproximações entre os referenciais estudados e situações observadas na prática pedagógica, favorecendo uma reflexão crítica acerca das potencialidades do uso de filmes e mídias como recursos didáticos no ensino de Física Conceitual.

Dessa forma, a presente investigação não teve como finalidade validar empiricamente uma proposta de intervenção pedagógica, mas desenvolver uma reflexão teórica fundamentada na articulação entre diferentes referenciais da aprendizagem e do ensino de Física, buscando oferecer subsídios para futuras práticas educativas e pesquisas relacionadas ao uso de filmes e mídias em contextos escolares, particularmente na realidade da Amazônia rural.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos referenciais teóricos permitiu identificar diferentes contribuições para a compreensão do uso de filmes e mídias como estratégia pedagógica no ensino de Física Conceitual. Embora fundamentadas em perspectivas distintas, as teorias discutidas ao longo deste estudo apresentam elementos convergentes que evidenciam a importância da mediação pedagógica, da contextualização dos conteúdos científicos, da participação ativa dos estudantes e da construção de aprendizagens significativas. A articulação desses referenciais possibilitou elaborar uma síntese analítica apresentada no Quadro 1, que organiza as principais contribuições de cada autor em relação ao objeto deste estudo.

O Quadro 1 sintetiza os referenciais analisados e evidencia que cada teoria oferece contribuições específicas para compreender o potencial pedagógico dos filmes e das mídias no ensino de Física. Mais do que apresentar conceitos isolados, a síntese demonstra que esses referenciais são complementares e podem ser articulados na construção de práticas pedagógicas voltadas à aprendizagem conceitual, especialmente em contextos educacionais da Amazônia rural.

A síntese das contribuições teóricas examinadas neste estudo é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Contribuições teóricas para o uso de filmes e mídias no ensino de Física Conceitual		
Autor	Contribuição teórica	Papel dos filmes e das mídias no ensino de Física
Skinner (1972)	A aprendizagem é influenciada pelos estímulos e reforços presentes no ambiente.	Favorecem a atenção, a motivação e o engajamento dos estudantes nas atividades de aprendizagem.
Ausubel (2003)	A aprendizagem ocorre de forma significativa quando novos conhecimentos relacionam-se aos conhecimentos prévios.	Possibilitam a contextualização dos conteúdos e a atribuição de significados aos conceitos científicos.
Vergnaud (1996)	A construção conceitual depende da mobilização de conhecimentos em diferentes situações e representações.	Permitem a apresentação de fenômenos físicos em múltiplos contextos, favorecendo a construção de conceitos.
Freire (1996)	A educação deve promover o diálogo, a problematização e a leitura crítica da realidade.	Favorecem a reflexão crítica sobre questões científicas, sociais e ambientais presentes no cotidiano.
Moran (2018)	As tecnologias educacionais ampliam as possibilidades de interação e metodologias ativas.	Contribuem para práticas pedagógicas mais participativas, interativas e contextualizadas.
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).		

A análise do quadro evidencia, inicialmente, que a mediação pedagógica constitui um dos elementos centrais do processo de ensino e aprendizagem. Sob essa perspectiva, Skinner (1972) demonstra que a organização do ambiente de aprendizagem influencia diretamente o comportamento dos estudantes, enquanto Libâneo (2013) ressalta que o planejamento didático deve articular objetivos, conteúdos, métodos, recursos e avaliação de forma coerente. Complementando essa compreensão, Moran (2018) enfatiza que as tecnologias educacionais somente produzem resultados significativos quando integradas a práticas pedagógicas planejadas e mediadas pelo professor. Em conjunto, esses referenciais evidenciam que filmes e mídias não devem ser utilizados como recursos ilustrativos, mas como instrumentos de mediação pedagógica inseridos em uma proposta didática intencional.

Outro aspecto evidenciado pela análise refere-se à construção dos conhecimentos científicos. Ausubel (2003) demonstra que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando novos conhecimentos estabelecem relações com os conhecimentos prévios dos estudantes, enquanto Vergnaud (1996) amplia essa compreensão ao afirmar que os conceitos científicos são consolidados por meio de sua mobilização em diferentes situações e formas de representação. Essa articulação encontra respaldo na proposta de Moreira (2017), ao defender a Física Conceitual como abordagem que prioriza a compreensão dos fenômenos físicos antes da formalização matemática. Dessa forma, filmes e mídias audiovisuais podem favorecer a aprendizagem ao aproximar conceitos abstratos de situações observáveis e significativas para os estudantes.

A contextualização dos conteúdos constitui outro resultado relevante identificado nesta investigação. Freire (1996) defende que o processo educativo deve estabelecer diálogo permanente com a realidade vivenciada pelos educandos, favorecendo a reflexão crítica e a construção coletiva do conhecimento. Em consonância com essa perspectiva, Hage (2014) destaca que o ensino desenvolvido em escolas da Amazônia deve reconhecer os saberes locais e valorizar as experiências socioculturais das comunidades amazônicas. A análise realizada evidencia que filmes e mídias audiovisuais apresentam elevado potencial para aproximar os conteúdos da Física das experiências cotidianas dos estudantes, promovendo maior significado à aprendizagem e fortalecendo a contextualização do ensino.

A integração dos referenciais analisados demonstra que o potencial pedagógico dos filmes e das mídias decorre da convergência entre diferentes teorias da aprendizagem. Enquanto Skinner (1972) contribui para compreender a importância da organização do ambiente educativo, Ausubel (2003) e Vergnaud (1996) explicam os processos cognitivos envolvidos na construção dos conceitos científicos; Freire (1996) enfatiza a dimensão dialógica e contextualizada da aprendizagem; Moran (2018) evidencia o papel das tecnologias educacionais; e Moreira (2011) integra essas contribuições à perspectiva da Física Conceitual. Essa articulação constitui o principal resultado deste estudo, ao demonstrar que o uso pedagógico de filmes e mídias encontra sólido respaldo em diferentes referenciais teóricos quando orientado por objetivos educacionais claramente definidos.

Esses resultados indicam que a utilização de filmes e mídias no ensino de Física Conceitual apresenta potencial para favorecer práticas pedagógicas mais contextualizadas, participativas e investigativas, especialmente em escolas situadas na Amazônia rural. Entretanto, a efetividade dessa proposta depende da atuação do professor como mediador do processo educativo, da seleção criteriosa dos recursos audiovisuais e de sua integração ao planejamento didático, evitando que esses materiais sejam utilizados apenas como recursos ilustrativos ou de entretenimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as contribuições das teorias da aprendizagem para o uso de filmes e mídias como estratégia

pedagógica no ensino de Física Conceitual, buscando compreender de que maneira esses referenciais podem subsidiar práticas educativas mais contextualizadas, participativas e significativas, especialmente em escolas situadas na Amazônia rural. A análise desenvolvida ao longo deste trabalho permitiu responder à questão norteadora proposta, evidenciando que diferentes teorias da aprendizagem oferecem fundamentos complementares para compreender o potencial pedagógico dos recursos audiovisuais no ensino de Física.

Os resultados obtidos demonstram que, embora fundamentadas em pressupostos distintos, as contribuições de Skinner (1972), Ausubel (2003), Vergnaud (1996), Freire (1996) e Moran (2018) convergem ao reconhecer a importância da mediação pedagógica, da contextualização dos conteúdos científicos, da participação ativa dos estudantes e da construção de aprendizagens significativas. A articulação desses referenciais evidenciou que filmes e mídias audiovisuais não devem ser compreendidos apenas como recursos tecnológicos, mas como instrumentos de mediação pedagógica capazes de favorecer a compreensão dos fenômenos físicos, estimular a investigação científica e aproximar os conteúdos escolares da realidade vivenciada pelos estudantes.

A análise também evidenciou que a perspectiva da Física Conceitual, fundamentada nas contribuições de Moreira (2017), constitui importante eixo integrador entre as diferentes teorias discutidas neste estudo. Ao priorizar a compreensão dos fenômenos antes da formalização matemática, essa abordagem favorece práticas pedagógicas que valorizam a construção de significados, a mobilização dos conceitos científicos e a contextualização do conhecimento, aspectos essenciais para o ensino de Física em contextos educacionais marcados pela diversidade sociocultural, como ocorre na Amazônia rural.

No contexto amazônico, a utilização de filmes e mídias apresenta potencial para aproximar os conteúdos científicos das experiências cotidianas

dos estudantes, favorecendo a contextualização do ensino e valorizando os saberes construídos nas comunidades locais. Essa perspectiva encontra respaldo nas reflexões de Hage (2014) sobre a educação do campo, reforçando a necessidade de práticas pedagógicas que reconheçam as especificidades culturais e ambientais da região e promovam uma educação científica socialmente contextualizada.

É importante destacar que este estudo possui natureza eminentemente teórica, fundamentando-se na análise crítica de referenciais discutidos na disciplina Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, do (MNPEF), complementados por obras da área de Ensino de Física e pela experiência docente do autor. Dessa forma, os resultados apresentados não têm a finalidade de validar empiricamente uma proposta de intervenção pedagógica, mas de oferecer fundamentos teóricos capazes de subsidiar futuras práticas educativas e novas investigações sobre o uso de filmes e mídias no ensino de Física.

Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos de natureza empírica que investiguem a aplicação de sequências didáticas fundamentadas nos referenciais discutidos neste trabalho, analisando seus impactos na aprendizagem dos estudantes e na construção dos conceitos físicos em escolas da Amazônia rural. Espera-se, assim, que este estudo contribua para ampliar as discussões sobre o ensino de Física mediado por filmes e mídias e incentive a elaboração de práticas pedagógicas comprometidas com uma educação científica crítica, contextualizada e socialmente significativa.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAGE, Salomão Antônio Mufarrej. **Educação do Campo na Amazônia: retratos de realidade das escolas multisseriadas no Pará**. Belém: Gráfica e Editora Gutenberg, 2014.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

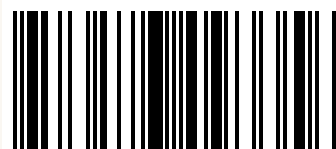
SKINNER, Burrhus Frederic. **Tecnologia do ensino**. São Paulo: EPU, 1972.

VERGNAUD, Gérard. **A teoria dos campos conceituais**. In: BRUN, Jean (org.). **Didáctica das matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 155-191.

TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE FÍSICA

Esta coletânea reúne seis artigos produzidos no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), sob orientação do professor Ednilson Sergio Ramalho de Souza. Os trabalhos nasceram de um mesmo problema pedagógico enfrentado nas escolas públicas do oeste paraense: a defasagem de aprendizagens em Física agravada no período pós-pandêmico, e de uma mesma aposta metodológica - a de que teorias clássicas e contemporâneas da aprendizagem, quando articuladas de forma criteriosa ao contexto amazônico, oferecem caminhos concretos para a recomposição de saberes e para a renovação das práticas docentes. O livro está organizado em seis capítulos que dialogam entre si sem se repetir. Os três primeiros capítulos formam um bloco teórico dedicado a discutir, cada qual à luz de um referencial próprio, propostas de recomposição de aprendizagens para o primeiro ano do Ensino Médio: o Condicionamento Operante de B. F. Skinner, a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Tomados em conjunto, esses capítulos evidenciam como perspectivas comportamentais e cognitivistas, muitas vezes tratadas como excludentes, podem ser lidas de forma complementar diante de um mesmo desafio de sala de aula.

ISBN



9-786-58309-3356