ReGeo ISSN: 2177-3246

PROTAGONISMO ESTUDANTIL NO ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE SEMINÁRIOS EXPERIMENTAIS E APRENDIZAGEM ENTRE PARES

STUDENT AGENCY IN PHYSICS EDUCATION THROUGH EXPERIMENTAL SEMINARS AND PEER LEARNING

PROTAGONISMO ESTUDIANTIL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MEDIANTE SEMINARIOS EXPERIMENTALES Y APRENDIZAJE ENTRE PARES

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-217

Data de submissão: 29/09/2026 **Data de publicação:** 29/10/2026

Aloisio de Sousa Oliveira
Mestre em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: oliver.phisics@gmail.com

RESUMO

Este artigo analisa uma experiência pedagógica desenvolvida ao longo do ano letivo de 2024 nas aulas regulares de Física das sete turmas do ensino médio do turno vespertino de uma escola pública estadual do Espírito Santo. A proposta articulou estudo orientado, resumos individuais, discussões em carrossel e seminários experimentais, com participação dos estudantes na preparação, na apresentação e na avaliação das atividades. O artigo desenvolve uma análise descritiva e reflexiva da prática pedagógica, à luz da aprendizagem pelo ensino, da interação entre pares e da experimentação em Ciências. Os grupos elaboraram projetos, explicaram conteúdos aos colegas, apresentaram demonstrações e organizaram jogos e perguntas. Na apreciação do professor, o percurso favoreceu a participação, a autonomia e o interesse pela disciplina e por atividades científicas. A discussão relaciona esses resultados à continuidade entre preparação individual, explicação pública e questionamento, destacando a função da mediação docente. Conclui-se que os seminários experimentais constituem uma possibilidade de ampliar a responsabilidade intelectual dos estudantes e integrar comunicação, colaboração e experimentação ao desenvolvimento do currículo de Física na escola pública.

Palavras-chave: Ensino de Física. Protagonismo Estudantil. Seminários Experimentais. Aprendizagem entre Pares. Aprendizagem Ativa.

ABSTRACT

This article examines a pedagogical experience developed throughout the 2024 school year in regular physics classes across all seven afternoon high school classes at a public state school in Espírito Santo, Brazil. The approach combined guided study, individual summaries, carousel discussions, and experimental seminars, with students participating in the preparation, presentation, and assessment of classroom activities. This descriptive and reflective analysis of teaching practice draws on learning by teaching, peer interaction, and experimentation in science education. Groups prepared projects, explained content to classmates, presented demonstrations, and organized games and questions. In the teacher's appraisal, the sequence supported participation, autonomy, and interest in physics and scientific activities. The discussion relates these findings to the continuity between individual preparation, public explanation, and questioning, emphasizing teacher mediation. Experimental seminars are presented as an opportunity to strengthen students' intellectual responsibility and integrate communication, collaboration, and experimentation into the physics curriculum in public schools.

Keywords: Physics Education. Student Agency. Experimental Seminars. Peer Learning. Active Learning.

RESUMEN
Este artículo analiza una experiencia pedagógica desarrollada durante el año escolar de 2024 en las clases regulares de Física de los siete grupos de enseñanza secundaria del turno de la tarde de una escuela pública estatal de Espírito Santo, Brasil. La propuesta articuló estudio orientado, resúmenes individuales, discusiones en carrusel y seminarios experimentales, con participación estudiantil en la preparación, la presentación y la evaluación de las actividades. El artículo desarrolla un análisis descriptivo y reflexivo de la práctica pedagógica desde el aprendizaje mediante la enseñanza, la interacción entre pares y la experimentación en Ciencias. Los grupos elaboraron proyectos, explicaron contenidos a sus compañeros, presentaron demostraciones y organizaron juegos y preguntas. Desde la apreciación del profesor, el recorrido favoreció la participación, la autonomía y el interés por la asignatura y por las actividades científicas. La discusión relaciona estos resultados con la continuidad entre preparación individual, explicación pública y cuestionamiento, destacando la mediación docente. Se concluye que los seminarios experimentales ofrecen una posibilidad de ampliar la responsabilidad intelectual de los estudiantes e integrar comunicación, colaboración y experimentación al currículo de Física en la escuela pública.

Palabras clave: Enseñanza de la Física. Protagonismo Estudiantil. Seminarios Experimentales. Aprendizaje entre Pares. Aprendizaje Activo.

1 INTRODUÇÃO

Compreender Física exige relacionar conceitos, representações matemáticas e fenômenos, além de reconhecer em que condições uma explicação se aplica. No cotidiano escolar, essa articulação demanda situações em que os estudantes possam expor seu raciocínio, confrontar interpretações e justificar o que observam. Quando a participação se concentra em acompanhar exposições e reproduzir procedimentos, o professor dispõe de menos oportunidades para conhecer as relações conceituais construídas pela turma. Na escola pública, organizar práticas que tornem essas relações discutíveis e compartilhadas constitui um desafio pedagógico diretamente ligado ao acesso ao conhecimento científico.

As dificuldades na formação científica também aparecem nas avaliações educacionais. No PISA 2022, o Brasil obteve 403 pontos em Ciências, diante de 485 pontos na média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2023). Esse panorama amplia a relevância de práticas que ofereçam oportunidades de interpretar fenômenos e elaborar explicações. No desenvolvimento dos conteúdos regulares de Física, o desafio consiste em organizar a participação para que pesquisar, explicar, experimentar e questionar se tornem tarefas recorrentes dos estudantes, articuladas ao estudo conceitual e à mediação docente.

A literatura sobre aprendizagem ativa oferece elementos para enfrentar essa questão. Freeman *et al.* (2014), em metanálise de 225 estudos em cursos superiores de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, encontraram melhores resultados em avaliações e menores taxas de reprovação em propostas de aprendizagem ativa. Esses achados, produzidos em outro nível de ensino, reforçam o interesse por práticas que mobilizem o raciocínio dos estudantes. Sua contribuição para o ensino médio depende de examinar como os princípios pedagógicos se materializam nas condições das turmas e dos conteúdos trabalhados.

Uma dessas possibilidades consiste em atribuir aos estudantes a responsabilidade de explicar conteúdos aos colegas. Fiorella e Mayer (2013) investigaram os benefícios de preparar-se para ensinar e de efetivamente ensinar, identificando contribuições da produção de explicações para a aprendizagem. Essa perspectiva ajuda a compreender por que uma apresentação escolar pode ultrapassar a reprodução de informações: quando o estudante precisa selecionar ideias, estabelecer relações e torná-las compreensíveis para outra pessoa, a comunicação passa a integrar o próprio trabalho de aprender.

A interação entre colegas também ocupa posição central na Instrução por Pares. Crouch e Mazur (2001) apresentam resultados de sua aplicação em cursos introdutórios de Física e discutem o papel da preparação prévia e das discussões conceituais. Na prática escolar, esse princípio pode inspirar

diferentes arranjos de interação, desde que suas adaptações sejam explicitadas. Uma dinâmica de circulação entre grupos, por exemplo, oferece interlocutores diferentes para a apresentação de um mesmo tema e amplia o contato dos estudantes com explicações produzidas na turma.

A experimentação acrescenta outra dimensão a esse percurso. Borges (2002) defende que as atividades práticas envolvam interpretação de observações, discussão de ideias e avaliação de evidências. Desse ponto de vista, a montagem experimental adquire valor educativo quando se torna objeto de explicação e questionamento. Sua presença em um seminário permite aproximar o conteúdo estudado de um fenômeno compartilhado com os colegas, ao mesmo tempo que exige dos apresentadores a articulação entre o que afirmam e o que demonstram.

Nesse contexto, os seminários experimentais desenvolvidos em 2024 articularam preparação individual, discussões em carrossel e apresentações com demonstrações e participação dos ouvintes. O presente artigo analisa as contribuições desse percurso para o protagonismo estudantil e a aprendizagem entre pares nas aulas regulares de Física. Ao aproximar o relato da prática de pesquisas sobre explicação, interação e experimentação, busca compreender como a responsabilidade de ensinar um conteúdo aos colegas reorganiza as tarefas de estudo e amplia as formas de participação no currículo escolar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRENDER EXPLICANDO E INTERAGINDO

O princípio de aprender ao explicar oferece uma base para analisar a responsabilidade assumida pelos estudantes durante a preparação e a apresentação dos seminários. Fiorella e Mayer (2013) distinguem a expectativa de ensinar da realização da atividade de ensino e apresentam evidências favoráveis à combinação entre preparação e explicação. Para esta proposta, a distinção é relevante porque o estudo inicial não encerra a tarefa: os grupos precisam transformar o conteúdo pesquisado em uma apresentação destinada a interlocutores reais.

Na experiência, o procedimento de estudar, explicar com linguagem acessível, reconhecer dúvidas e retomar o conteúdo foi associado à chamada Técnica de Feynman. Esse procedimento se articula à literatura sobre aprendizagem pelo ensino, que permite discutir a contribuição da produção de explicações para a compreensão conceitual. O que se considera central é a necessidade de tornar explícitas as relações conceituais e reconhecer aquilo que ainda demanda estudo. Clareza da linguagem e rigor científico devem ser construídos conjuntamente.

A interatividade é uma dimensão relevante dessa perspectiva. Kobayashi (2019), em metanálise de 28 estudos, identificou benefícios da preparação para ensinar e do ensino subsequente, com efeitos

mais elevados quando a atividade envolvia interação. Para a proposta aqui analisada, esse resultado destaca a diferença entre preparar uma exposição e sustentá-la diante de perguntas reais. O interlocutor pode pedir esclarecimentos e tornar visíveis relações que o apresentador ainda precisa desenvolver. Assim, ouvir e responder integram o trabalho de organização da explicação.

A proposta dialoga também com a Instrução por Pares, especialmente pela preparação e pela discussão conceitual valorizadas por Crouch e Mazur (2001). A adaptação realizada organiza essas interações em carrossel e seminários experimentais. Seu vínculo com a referência está na explicitação e na discussão das ideias entre estudantes; o carrossel possui uma organização própria e não equivale ao ciclo de resposta individual, discussão e nova votação característico da Instrução por Pares. Essa distinção permite compreender a prática como uma composição pedagógica orientada por princípios de aprendizagem entre pares.

2.2 EXPERIMENTAÇÃO E PARTICIPAÇÃO NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA

A experimentação pode criar situações em que os estudantes relacionem uma explicação científica a observações compartilhadas. Entretanto, sua contribuição depende do modo como a atividade é organizada. Hofstein e Lunetta (2004) discutem o laboratório de Ciências em relação aos objetivos da aprendizagem, às concepções sobre construção do conhecimento e às interações de professores e estudantes. A leitura desse referencial permite situar a demonstração experimental dentro de um percurso pedagógico mais amplo, articulado ao estudo e à discussão.

Borges (2002) contribui para esse entendimento ao deslocar a atenção da manipulação de equipamentos para o trabalho com ideias e interpretações. No seminário experimental, esse princípio implica considerar tanto o funcionamento da montagem quanto a explicação que os estudantes constroem a seu respeito. As perguntas dos ouvintes podem aproximar esses dois planos, ao solicitar que o grupo relacione conceitos e observações. Assim, o protagonismo estudantil é compreendido, neste trabalho, como participação em tarefas intelectuais e decisões pedagógicas orientadas: pesquisar, organizar, explicar, demonstrar e questionar, com mediação do professor.

3 METODOLOGIA

3.1 NATUREZA DO TRABALHO E CONTEXTO DA EXPERIÊNCIA

O artigo apresenta uma análise descritiva e reflexiva de uma prática pedagógica desenvolvida nas aulas regulares de Física do ensino médio, ao longo do ano letivo de 2024. A perspectiva adotada é qualitativa e toma como ponto de partida a descrição do percurso e a apreciação do professor responsável por sua realização. O objeto da análise é a organização dos seminários experimentais e

das formas de participação que articulam estudo, explicação entre colegas, demonstração e questionamento.

A experiência ocorreu em uma escola da rede estadual do Espírito Santo que oferecia ensino regular e técnico. A proposta envolveu todos os estudantes das sete turmas do ensino médio do turno vespertino e foi incorporada às aulas regulares de Física, mediante organização em grupos e acompanhamento docente.

A análise acompanha quatro dimensões do percurso: preparação individual e coletiva; explicação e circulação entre pares; articulação entre demonstração e conceitos físicos; e participação dos ouvintes por meio de perguntas e avaliação. Em cada dimensão, a descrição das tarefas é relacionada à literatura para discutir sua função pedagógica. As percepções sobre envolvimento e interesse são apresentadas como apreciações docentes. As fotografias ilustram práticas e recursos do acervo didático do autor, com sua relação temporal e contextual explicitada no texto e nas legendas.

3.2 ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS E PREPARAÇÃO DOS PROJETOS

O percurso teve início após a apresentação do tema pelo professor. A turma foi organizada em grupos de até cinco integrantes, e os temas e as datas dos seminários foram definidos por sorteio. A distribuição contemplou conteúdos de uma mesma área da Física, permitindo que cada grupo aprofundasse um assunto e que o conjunto das apresentações compusesse uma sequência curricular.

A organização exemplificada pela Física Térmica contemplou termômetros e escalas termométricas; equivalência entre trabalho e calor, associada ao experimento de Joule; processos de transferência de calor; calor específico e calor latente; e dilatação térmica. A divisão distribuiu conteúdos relacionados entre os grupos, de modo que o aprofundamento de cada tema contribuísse para o estudo da mesma unidade curricular. O experimento de Joule foi situado na relação entre trabalho, transferência de energia e variação da energia interna.

Os grupos dispuseram de aproximadamente um mês para preparar os projetos experimentais. O texto solicitado seguiu uma estrutura composta de introdução, justificativa, objetivos, referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e considerações finais. Na data estabelecida, cada grupo entregou uma versão impressa e outra digital, e cada integrante apresentou um resumo do tema registrado no caderno. A elaboração coletiva foi, assim, acompanhada de uma tarefa individual de preparação.

A preparação envolveu estudar o assunto e organizar os recursos necessários à comunicação e à demonstração experimental. Essa etapa se relaciona à aprendizagem pelo ensino porque os estudantes estudavam com a perspectiva de explicar o conteúdo a outras pessoas. O professor permaneceu como

responsável pela orientação do trabalho e pela mediação conceitual das atividades, articulando a autonomia dos grupos ao desenvolvimento curricular.

Quadro 1. Organização dos seminários experimentais

Etapa	Organização	Produção ou participação
Preparação	Cerca de um mês; grupos de até cinco integrantes	Projeto escrito coletivo e resumo individual
Carrossel	10 min de preparação; rodadas de 3 min; dois oradores fixos	Explicação do tema e circulação entre estações
Seminário	25 min de apresentação oral por grupo	Participação oral de todos os integrantes
Demonstração	Apresentação dos recursos e do fenômeno	Relação entre conceitos e observações
Interação e avaliação	Atividade interativa e duas perguntas por grupo ouvinte	Escuta, questionamento e respostas aos colegas

Fonte: elaboração do autor a partir da sequência descrita neste artigo.

3.3 DISCUSSÕES EM CARROSSEL

Na aula destinada ao carrossel, os grupos organizaram suas mesas nas laterais da sala, mantendo o centro livre para a circulação. Inicialmente, dispuseram de dez minutos para discutir o tema pesquisado, compartilhar os resumos individuais e organizar a explicação. Em seguida, dois integrantes de cada grupo assumiram a função de oradores e permaneceram em suas estações.

Os demais estudantes circularam entre as estações no sentido horário. Cada rodada teve duração de três minutos, controlados por cronômetro, durante os quais os oradores apresentaram e discutiram o tema com os visitantes. A circulação prosseguiu até que os participantes retornassem aos grupos de origem. Ao final, os oradores realizaram uma síntese para toda a turma, com três minutos destinados a cada grupo.

A dinâmica criou uma etapa de comunicação anterior ao seminário experimental e ampliou o contato com os temas dos demais projetos. Sua relação com a aprendizagem pelo ensino está na necessidade de produzir explicações breves para interlocutores sucessivos, mobilizando o conteúdo previamente estudado (Fiorella; Mayer, 2013). Ao final, os estudantes foram orientados a elaborar resumos dos temas nos cadernos. Esses registros apoiaram a retomada dos conteúdos e a participação na avaliação dos seminários, conectando a circulação oral à sistematização individual.

3.4 SEMINÁRIOS EXPERIMENTAIS E INTERAÇÃO AVALIATIVA

Na etapa denominada Seminário Experimental, cada grupo dispôs de 25 minutos para a apresentação oral do tema, com participação de todos os integrantes. A exposição abordou os

fundamentos teóricos e o desenvolvimento do trabalho. Na sequência descrita, realizou-se a demonstração experimental, acompanhada de recursos produzidos ou selecionados pelos estudantes.

As apresentações incorporaram protótipos construídos com materiais recicláveis e de fácil acesso, além de recursos de robótica, softwares e aplicativos. Esses recursos integraram a comunicação dos conteúdos e a demonstração dos fenômenos estudados. Sua função pedagógica foi aproximar as explicações teóricas de situações que pudessem ser observadas e discutidas pela turma.

Após a demonstração, o grupo conduziu uma atividade interativa, que podia envolver Kahoot, bingo ou perguntas e respostas. A dinâmica possuía caráter competitivo e previa pequenas premiações, como balas e doces. Essa etapa buscou envolver os ouvintes e retomar os conteúdos apresentados em um ambiente de participação coletiva.

O encerramento envolveu perguntas formuladas pelos grupos ouvintes e registradas em formulário. Cada grupo elaborou duas questões para os apresentadores, resultando em aproximadamente dez perguntas, conforme a composição da turma. Os estudantes também participaram da avaliação dos colegas. Desse modo, a audiência assumiu tarefas de escuta, elaboração de questões e apreciação do seminário, enquanto os apresentadores precisaram responder aos questionamentos sobre o tema desenvolvido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENVOLVIMENTO COM A FÍSICA E TRABALHO COM OS CONCEITOS

Na apreciação do professor responsável, os seminários favoreceram o envolvimento dos estudantes nas atividades de estudo, explicação e demonstração. Essa leitura parte da vivência docente ao longo da proposta e se concentra nas formas de participação previstas no percurso: preparar materiais, comunicar o conteúdo e responder aos colegas. Os resultados são discutidos como uma reflexão sobre a prática pedagógica e suas possibilidades formativas.

A interpretação dessas observações exige considerar a organização das tarefas. Antes de apresentar, cada estudante deveria produzir um resumo; durante o carrossel, o grupo precisava comunicar o tema; no seminário, os conceitos eram retomados com a demonstração; e, ao final, as perguntas recolocavam o conteúdo em discussão. O mesmo assunto, portanto, era mobilizado em situações distintas de leitura, escrita, oralidade e observação. Essa continuidade oferece uma explicação pedagógica plausível para a articulação entre estudo e explicação, uma vez que o conteúdo retornava como problema de comunicação e compreensão ao longo do percurso.

A relação com Fiorella e Mayer (2013) está na passagem do estudo para a explicação dirigida a outra pessoa. No percurso desenvolvido, o resumo individual preparava o conteúdo que seria

comunicado, enquanto a apresentação exigia selecionar ideias e estabelecer relações compreensíveis aos colegas. Essa correspondência permite interpretar a função pedagógica das tarefas. A contribuição específica da proposta consiste em organizar a preparação e a explicação como etapas sucessivas de uma mesma unidade curricular.

4.2 RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E PROTAGONISMO NO TRABALHO COLETIVO

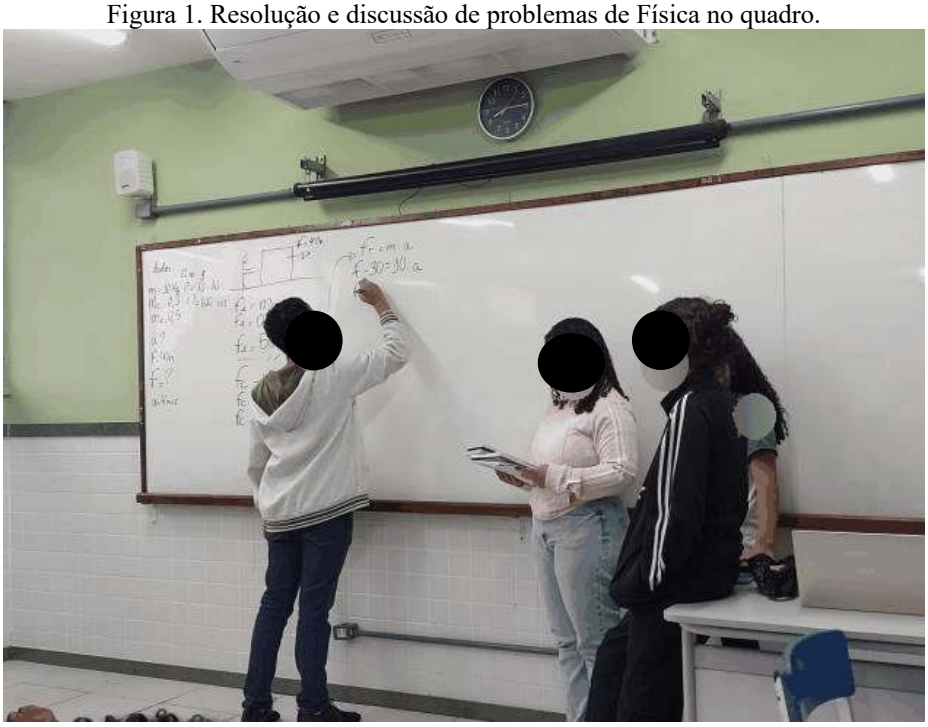
A participação e a autonomia são discutidas a partir das responsabilidades atribuídas aos grupos: elaborar o projeto, organizar os recursos, preparar a comunicação e conduzir uma atividade para os colegas. O protagonismo aparece, nesse contexto, na participação nas decisões necessárias para tornar um tema de Física compreensível à turma. O estudante passa a responder também pela forma como seleciona, organiza e comunica o conhecimento.

A exigência de resumos individuais constituiu um componente importante dessa organização. O projeto escrito era coletivo, mas cada integrante deveria chegar à discussão com um registro próprio do tema. Nos dez minutos iniciais do carrossel, esses registros integravam a preparação da exposição. Essa combinação conferiu à contribuição individual um lugar no trabalho do grupo e ofereceu condições para que a colaboração tivesse um conteúdo conceitual. A participação oral de todos no seminário ampliou essa responsabilidade para a apresentação final.

A relação com Crouch e Mazur (2001) encontra-se na preparação e na discussão das ideias entre estudantes. No carrossel, entretanto, os temas eram apresentados em estações, sem reproduzir o ciclo de votação individual, discussão conceitual e nova votação da Instrução por Pares. A proposta utiliza esse referencial para compreender o papel do diálogo e da mediação docente em uma organização própria. Nesse arranjo, a autonomia corresponde ao exercício de decisões sobre a preparação e a comunicação dentro de uma sequência orientada pelo professor.

A Figura 1 apresenta uma situação de resolução compartilhada de problemas no quadro: um estudante registra a solução, enquanto colegas acompanham a explicação com seus materiais. O registro, de 2023, ilustra uma prática docente anterior ao recorte deste artigo. Seu interesse está na articulação entre expressão oral, representação matemática e acompanhamento pelos pares, que também orienta a organização dos seminários aqui discutidos.

Figura 1. Resolução e discussão de problemas de Física no quadro.



Rostos anonimizados por desfoque e hachura leve.
Fonte: acervo do autor, 2023.

4.3 O CARROSSEL E AS PERGUNTAS COMO SITUAÇÕES DE ELABORAÇÃO CONCEITUAL

O carrossel introduziu uma particularidade no percurso dos seminários: a primeira comunicação do tema ocorreu antes da apresentação experimental final. Dois oradores permaneceram em cada estação, enquanto os demais integrantes circularam entre grupos em rodadas de três minutos. A mesma explicação foi, assim, dirigida a interlocutores diferentes. Esse formato exigia selecionar ideias essenciais e organizar uma exposição compatível com o tempo disponível, seguida por uma síntese para toda a turma.

O potencial formativo dessa repetição depende da interlocução. Kobayashi (2019) identifica benefícios associados à preparação para ensinar e ao ensino subsequente, com resultados mais favoráveis em atividades interativas. No carrossel, a presença de novos ouvintes oferece oportunidades para esclarecer dúvidas e reorganizar a explicação. A duração de três minutos exige, por sua vez, selecionar o essencial; a síntese final e os resumos posteriores complementam esse contato breve. A discussão permite compreender a função intermediária do carrossel entre o estudo inicial e o seminário experimental.

Para os estudantes visitantes, a circulação ampliou o contato com os conteúdos distribuídos entre os grupos. Os resumos elaborados posteriormente nos cadernos ofereceram uma tarefa de sistematização desse contato e apoiaram a participação nos seminários. A organização reuniu, portanto, duas responsabilidades complementares: aprofundar o próprio tema e acompanhar as explicações dos

colegas. A diversidade de temas permaneceu vinculada à mesma unidade curricular, favorecendo relações entre os trabalhos.

Na etapa final, a elaboração de duas perguntas por grupo ouvinte deu à audiência uma tarefa explícita. Para formular uma questão pertinente, o estudante precisava acompanhar a apresentação e selecionar um aspecto a esclarecer; para responder, o grupo apresentador precisava retomar o conteúdo diante de uma demanda que vinha dos colegas. A avaliação entre estudantes passou a incluir escuta e questionamento. À luz da aprendizagem pelo ensino, esse movimento amplia o valor formativo da comunicação, pois a compreensão do interlocutor passa a fazer parte da tarefa de quem explica.

4.4 DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS E RELAÇÕES ENTRE CONCEITOS DE FÍSICA

A demonstração experimental foi descrita pelo professor como a etapa mais aguardada dos seminários. As apresentações incluíram protótipos construídos com materiais recicláveis e de fácil acesso, além de recursos de robótica, softwares e aplicativos. Essa diversidade ampliou as formas de apresentar os conteúdos e ofereceu à turma situações observáveis para acompanhar a explicação. O resultado pedagógico a destacar é a integração desses recursos ao estudo e à comunicação organizados anteriormente.

A unidade de Física Térmica exemplifica as relações conceituais envolvidas nessa integração. Termometria, transferência de calor, calor específico, calor latente e dilatação pertencem a um campo comum, mas envolvem grandezas e processos distintos. Analisar o planejamento à luz desses temas permite identificar demandas explicativas relevantes: distinguir calor e temperatura, relacionar transferência de energia e mudança de estado e reconhecer que a resposta térmica depende do material e das condições do processo. Essas relações explicitam o conteúdo físico do percurso e sua articulação com as tarefas de comunicação.

A Figura 2 reúne três montagens que permitem relacionar a observação dos fenômenos à discussão entre pares. À esquerda, a lata reutilizada e o alto-falante compõem um recurso para explorar vibrações e ondas sonoras. Ao centro, o aparato com tubos permite discutir o comportamento de fluidos e a interpretação das diferenças de nível. À direita, o gerador eletrostático oferece uma demonstração de eletrização e descarga elétrica. Durante os seminários, cada montagem pode ser apresentada a partir de perguntas sobre a função dos componentes, as condições de funcionamento e as previsões dos colegas. As imagens das Figuras 2 e 3 pertencem ao acervo didático do autor e ilustram recursos para articular conceitos, montagem e comunicação experimental.

Figura 2. Experimentos de ondas sonoras, fluidos e eletrostática, da esquerda para a direita.

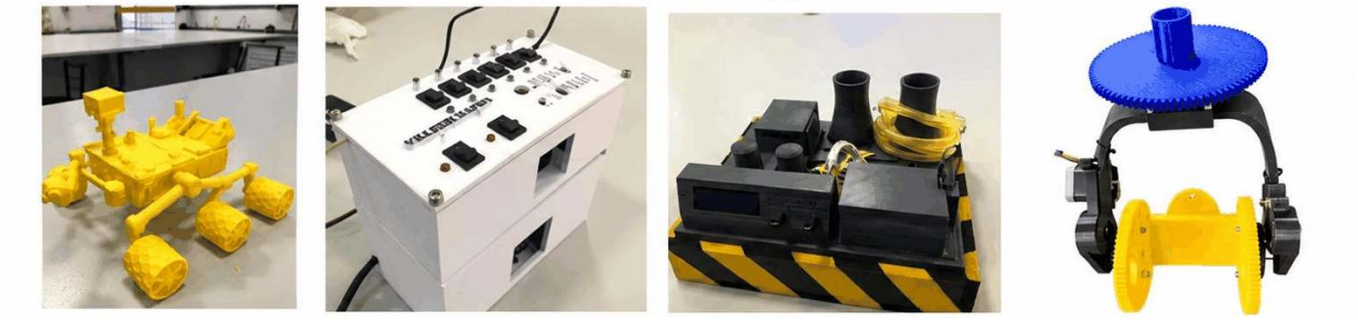


Registros fotográficos de atividades experimentais.
Fonte: acervo do autor.

O tema do experimento de Joule acrescenta a discussão sobre o trabalho e a variação da energia interna. Sua inclusão no conjunto dos seminários oferece uma oportunidade de relacionar diferentes modos de transferência de energia. Nessa organização, os temas dos grupos podem ser compreendidos como partes de uma explicação mais ampla dos fenômenos térmicos. O papel da mediação docente é sustentar essas conexões e orientar o emprego dos conceitos durante a comunicação e o questionamento.

A Figura 3 amplia essa perspectiva ao reunir modelos produzidos em impressão 3D e dispositivos com componentes mecânicos e painéis de controle. A diversidade dos recursos permite discutir como uma representação material seleciona e torna visíveis aspectos de um sistema físico. No modelo com engrenagens, por exemplo, a explicação pode explorar a transmissão de movimento e a relação entre os elementos do mecanismo. Nos dispositivos com comandos, os estudantes podem descrever a função das entradas e relacioná-las às respostas esperadas do sistema. Esses recursos adquirem valor pedagógico quando a apresentação explicita o princípio físico representado e dá aos colegas condições de formular perguntas sobre seu funcionamento.

Figura 3. Modelos e dispositivos educacionais do acervo de experimentação e tecnologia.



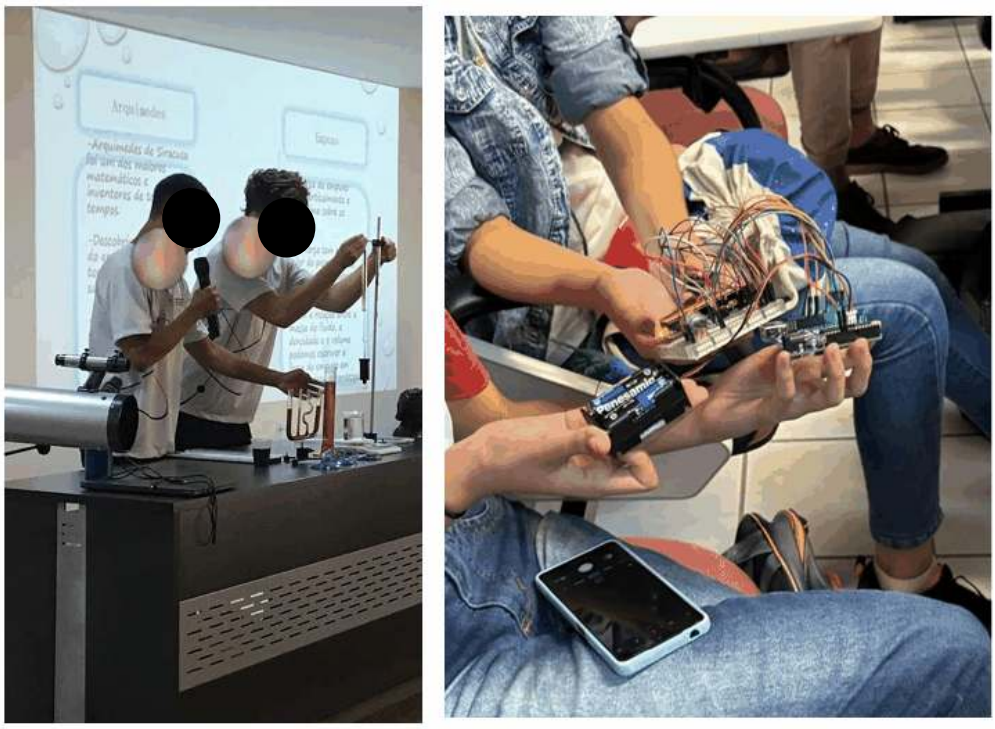
Modelos e dispositivos apresentados na documentação da experiência.
Fonte: acervo do autor.

Borges (2002) oferece um critério para analisar essas montagens: o trabalho experimental ganha densidade quando mobiliza interpretações sobre os fenômenos, além da manipulação dos materiais. No percurso dos seminários, a demonstração cria uma referência observável para a explicação, e as perguntas dos colegas abrem espaço para relacioná-la ao conceito estudado. A diversidade dos aparatos, por si só, não define sua função educativa; essa função depende das questões que orientam a apresentação. Hofstein e Lunetta (2004) permitem compreender essa articulação entre objetivos de aprendizagem, atividade experimental e interação em sala.

O uso de recursos acessíveis também tem significado para a organização do ensino na escola pública. A proposta reuniu materiais de diferentes níveis de complexidade em uma mesma finalidade pedagógica: comunicar e discutir um fenômeno. A escolha do recurso precisa considerar sua relação com o conceito estudado e as condições de realização da atividade. A tecnologia adquire função educativa nessa articulação, ao ampliar possibilidades de representação, demonstração e participação dos estudantes.

A Figura 4 aproxima a discussão dos momentos de manipulação e apresentação dos materiais. À esquerda, observa-se uma demonstração com aparatos de laboratório; à direita, uma montagem eletrônica em protoboard, com conexões e alimentação elétrica. As duas cenas permitem discutir responsabilidades complementares: organizar os componentes, compreender as ligações e comunicar a função do dispositivo. Em atividades dessa natureza, a explicação entre colegas pode orientar a revisão da montagem e a identificação de problemas, articulando o trabalho manual ao raciocínio sobre o sistema físico.

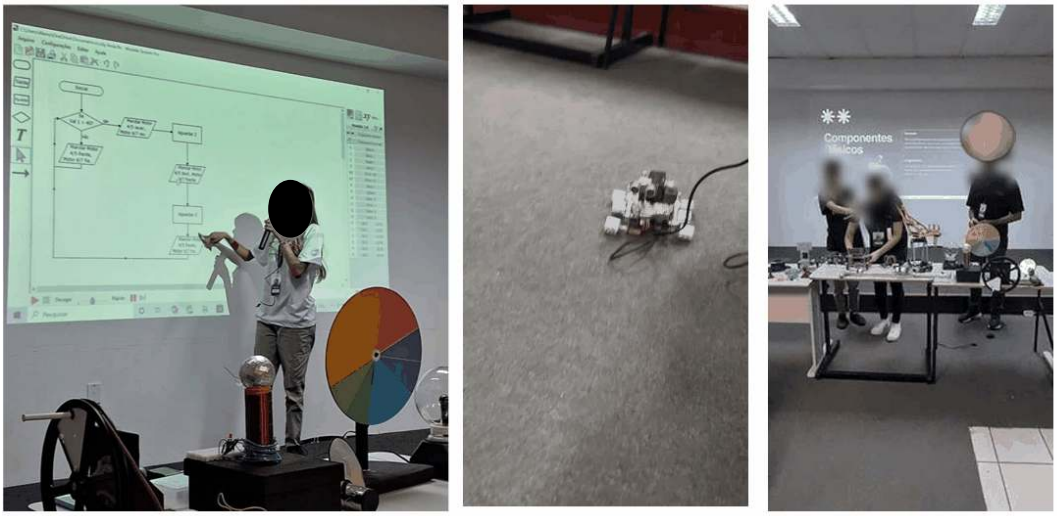
Figura 4. Demonstração com aparatos de laboratório e montagem de circuitos eletrônicos.



Recortes de registros apresentados na documentação da experiência.
Fonte: acervo do autor.

A comunicação dos procedimentos também pode empregar representações distintas da fotografia ou do próprio aparato. Na Figura 5, a explicação de um fluxograma é apresentada ao lado do registro de um robô e de uma exposição de componentes mecânicos. O fluxograma torna explícita uma sequência de ações e decisões; o protótipo permite observar a materialização dessa sequência; e a apresentação oral exige relacionar o funcionamento aos componentes utilizados. Essas cenas, provenientes de ações de comunicação científica do acervo do autor, ilustram possibilidades de integrar linguagem gráfica, demonstração e argumentação na preparação dos seminários.

Figura 5. Explicação de fluxograma, protótipo robótico e apresentação de componentes mecânicos.



Recortes de ações de comunicação científica; rostos anonimizados.
Fonte: acervo do autor.

4.5 INTERESSE CIENTÍFICO E CONTRIBUIÇÃO PARA O CURRÍCULO REGULAR

Na percepção do professor, o período de realização da proposta foi acompanhado de interesse por competições científicas, como a Olimpíada Brasileira de Física e a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, além de observações astronômicas e ações de divulgação científica. Esses desdobramentos ampliam a leitura do envolvimento com a disciplina: o contato com a Física passou a se relacionar com oportunidades de participação científica além das tarefas imediatas das aulas. Essas experiências integram a reflexão docente sobre as relações entre o currículo regular e outras oportunidades de contato com a ciência.

Os jogos e as atividades de perguntas e respostas integraram esse ambiente participativo. Kahoot, bingo e pequenas premiações foram utilizados para envolver os ouvintes e retomar os conteúdos. Seu papel na sequência pode ser compreendido pela ligação entre mobilização da atenção e revisão do que havia sido apresentado. A tarefa do professor é manter essa ligação, para que as respostas e suas justificativas possam alimentar a discussão conceitual.

Freeman *et al.* (2014) oferecem um contexto para a valorização da participação intelectual em Ciências, com resultados provenientes de cursos superiores. A contribuição deste artigo situa-se na organização pedagógica das aulas regulares do ensino médio: distribuir o estudo entre momentos individuais e coletivos, inserir uma etapa de comunicação anterior ao seminário e atribuir aos ouvintes tarefas de questionamento e avaliação. O diálogo com a literatura esclarece as escolhas didáticas e as possibilidades formativas dessa combinação.

A principal contribuição da experiência está na continuidade entre as etapas. O resumo apoiou a discussão; o carrossel antecedeu a apresentação; a demonstração ofereceu um fenômeno para a

explicação; e as perguntas retomaram o conteúdo apresentado. A apreciação docente encontra nessa organização o principal fundamento de sua leitura favorável da experiência. Para a escola pública, o percurso mostra uma possibilidade de ampliar, dentro das próprias aulas, o acesso a práticas de estudo, comunicação e discussão do conhecimento científico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de seminários experimentais desenvolvida em 2024 articulou estudo individual, trabalho coletivo, explicação entre colegas e demonstração de fenômenos nas aulas regulares de Física. Na apreciação do professor, a proposta ofereceu oportunidades de participação, exercício da autonomia e aproximação com a disciplina, compondo um percurso favorável ao ensino participativo.

A análise indica que a contribuição da proposta reside na relação entre suas etapas. Preparar uma explicação conferiu uma finalidade ao estudo; o carrossel introduziu interlocutores antes do seminário final; a experimentação aproximou a discussão dos fenômenos; e as perguntas atribuíram aos ouvintes uma responsabilidade sobre o conteúdo. O protagonismo estudantil assumiu, assim, a forma de responsabilidade intelectual compartilhada, exercida com orientação do professor e vinculada ao currículo.

O diálogo com a literatura permitiu compreender essas relações como oportunidades de aprendizagem pela explicação, pela interação e pela interpretação dos fenômenos. A contribuição para o trabalho docente está em uma organização que pode ser adaptada a diferentes conteúdos e condições materiais, mantendo o vínculo entre o que se estuda, o que se apresenta e o que se discute. Em novas aplicações, acompanhar de modo sistemático as explicações e as perguntas dos estudantes poderá aprofundar a compreensão dos processos de aprendizagem envolvidos.

Na escola pública, ampliar o espaço para que estudantes expliquem e discutam Física significa ampliar sua participação na cultura científica. Ao assumir a tarefa de tornar um fenômeno compreensível aos colegas, o estudante encontra uma posição de autoria no próprio aprendizado. Os seminários experimentais mostram um caminho para que essa autoria seja construída no cotidiano das aulas, com rigor conceitual, colaboração e acesso compartilhado ao conhecimento.

REFERÊNCIAS

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607. Acesso em: 20 out. 2026.

CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer Instruction: ten years of experience and results. American Journal of Physics, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001. DOI: https://doi.org/10.1119/1.1374249.

FIORELLA, Logan; MAYER, Richard E. The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy. Contemporary Educational Psychology, v. 38, n. 4, p. 281–288, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.06.001.

FREEMAN, Scott; EDDY, Sarah L.; MCDONOUGH, Miles; SMITH, Michelle K.; OKOROAFOR, Nnadozie; JORDT, Hannah; WENDEROTH, Mary Pat. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. Science Education, v. 88, n. 1, p. 28–54, 2004. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.10106.

KOBAYASHI, Keiichi. Learning by preparing-to-teach and teaching: a meta-analysis. Japanese Psychological Research, v. 61, n. 3, p. 192–203, 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/jpr.12221.

OECD. PISA 2022 Results (Volume I and II) — Country Notes: Brazil. Paris: OECD, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/brazil_61690648-en.html. Acesso em: 20 out. 2026.