

FÍSICA APLICADA: DOS SEMICONDUTORES A NANOTECNOLOGIA*Applied Physics: From Semiconductors To Nanotechnology***Henrique Domingues Hirsh** [henriquedhirsh@gmail.com]**Aline Guerra Dytz** [alinedytz@furg.br]*Universidade Federal do Rio Grande (FURG)**Av. Itália, Km 8, bairro Carreiros, em Rio Grande, RS CEP 96203-900**Recebido: 13/12/2025**Aceito: 06/04/2026***Resumo**

O ensino de Física na educação básica enfrenta desafios na abordagem de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea de forma contextualizada e articulada às tecnologias atuais. Nesse cenário, no âmbito do projeto INOVAEAD/CAPES, foram desenvolvidas oficinas com propostas investigativas voltadas à inserção desses temas no ensino. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a aplicação de uma oficina de Física Aplicada que aborda os conceitos de semicondutores e sua relação com a nanotecnologia, com foco na formação docente e na educação básica. A proposta foi estruturada a partir da análise de três produtos educacionais do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, integrando simuladores interativos, experimentação e discussões guiadas em um roteiro investigativo, e aplicada tanto em sua forma completa quanto como formação continuada de professores. Os resultados, analisados por meio de nuvens de palavras, questionários e observações qualitativas, indicam ampliação do repertório conceitual dos participantes, avaliação positiva da metodologia adotada e elevado potencial de aplicação da proposta em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: Semicondutores; LED; Junção PN.**Abstract**

Physics teaching in basic education faces challenges in addressing Modern and Contemporary Physics topics in a contextualized manner connected to current technologies. In this context, within the INOVAEAD/CAPES project, investigative workshops were developed to promote the inclusion of these themes in physics education. This paper presents the development and implementation of an Applied Physics workshop addressing semiconductor concepts and their relationship with nanotechnology, focusing on teacher education and basic education. The proposal was structured based on the analysis of three educational products from the Brazilian National Professional Master's Program in Physics Teaching, integrating interactive simulations, experimentation, and guided discussions within an investigative framework, and was applied both as a complete workshop and as a continuing teacher education activity. The results, analyzed through word clouds, questionnaires, and qualitative observations, indicate an expansion of participants' conceptual repertoire, a positive evaluation of the adopted methodology, and a high potential for application in different educational contexts.

Keywords: Semiconductors; LED; PN junction.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação básica ainda se apresenta, em grande medida, centrado em conteúdos pouco contextualizados e com reduzida articulação com as tecnologias contemporâneas e suas aplicações no cotidiano. Entre os desafios enfrentados pelos professores, destaca-se a abordagem de temas de Física Moderna e de Fronteira de forma conceitualmente acessível e pedagogicamente significativa, especialmente no contexto do ensino médio.

Nesse cenário, no âmbito do projeto INOVAEAD/CAPES, aprovado para ampliar as divulgações dos produtos educacionais (PE's) do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) no Brasil, foram desenvolvidas sete oficinas voltadas ao ensino de Física Moderna, de Fronteira e acessibilidade, com o objetivo de aproximar conteúdos científicos contemporâneos da realidade escolar. Este trabalho apresenta a oficina de Física Aplicada, que foi baseada em 3 produtos educacionais do mestrado e que aborda os temas de semicondutores e nanotecnologia por meio de uma metodologia investigativa, com o uso de simuladores interativos, experimentação e discussões guiadas, buscando articular fundamentos físicos e aplicações tecnológicas.

Os semicondutores constituem uma das bases tecnológicas da sociedade contemporânea, estando presentes em dispositivos amplamente utilizados, como lâmpadas LED, placas fotovoltaicas, transistores e circuitos integrados. Apesar de sua relevância, os conceitos físicos associados a esses materiais — como estrutura eletrônica, dopagem e junção PN — são, em geral, pouco explorados na educação básica, o que dificulta a compreensão crítica das tecnologias que permeiam o cotidiano dos estudantes. Assim, a abordagem dos semicondutores como tema contextualizado permite integrar conteúdos de Física Moderna e aplicada, favorecendo uma compreensão mais ampla das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Considerando as lacunas recorrentes na formação inicial e continuada de professores no que se refere à Física Moderna e Contemporânea, a oficina foi concebida não apenas como uma proposta didática para a educação básica, mas também como uma estratégia de formação docente. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é favorecer a inserção desses temas na sala de aula, promover a divulgação de trabalhos de produtos educacionais do MNPEF de forma simplificada e dinâmica e, simultaneamente, contribuir para a formação de professores vinculados ao MNPEF, ampliando seu repertório conceitual e metodológico.

O desenvolvimento da oficina baseou-se na análise de três PE's do MNPEF selecionados pela equipe que desenhou a proposta. A escolha dos PE's para as oficinas ocorreu a partir de sugestões dos coordenadores de polo. O primeiro, de Fazolo (2023), aborda semicondutores a partir de propostas investigativas; o segundo, de Reis (2019), prioriza o uso de softwares educacionais e experimentos de baixo custo; e o terceiro, de Correia (2016), explora conceitos de Física Moderna por meio da nanociência e da nanotecnologia. A partir dessas referências, estruturou-se uma proposta didática em formato de roteiro investigativo, buscando integrar conceitos teóricos, aplicações tecnológicas e estratégias voltadas à formação docente.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A aplicação da oficina se deu em dois formatos distintos. Primeiramente, a oficina foi desenvolvida e aplicada como se os participantes fossem alunos da escola. Nesta modalidade, os participantes preenchiam os questionários investigativos e realizavam todas as atividades propostas para a aplicação na escola. Contudo, evidenciou-se a possibilidade e necessidade de uma aplicação mais dinâmica, como formação continuada, o que possibilitou um menor tempo de aplicação e um foco mais acentuado nas discussões guiadas e no compartilhamento das experiências docentes.

A proposta de elaboração da oficina deu-se na forma de construir uma sequência didática, para isso, fez-se o uso de uma sequência de ensino investigativa (SEI), pois esta proporciona aos alunos “condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico” (Carvalho, 2013, p. 09). No planejamento da SEI, torna-se relevante propor atividades que criem condições para a interação social entre os estudantes. Nesse sentido, a organização da proposta no formato de oficina favorece a mediação docente ao longo do desenvolvimento das atividades, permitindo ao professor acompanhar, orientar e problematizar as ações dos participantes de forma mais próxima e contextualizada.

A participação ativa dos estudantes, a necessidade da interação aluno-aluno para que reflitam, levantem e testem hipóteses com seus pares são fatores mencionados por Carvalho (2011) e que se tornam presentes na oficina. Numa oficina favorece-se o trabalho em grupo, proporcionando um ensino focado na construção do conhecimento pelos alunos (Carvalho, 2013). Dessa forma, os alunos têm a oportunidade de articular, debater e aprender com o colega, possibilitando um ambiente em que os estudantes não se sintam inibidos e não tenham medo de se expor.

1. APLICAÇÃO DA OFICINA NA ÍNTEGRA.

A oficina foi organizada em cinco momentos, estruturados de forma a compor uma sequência lógica investigativa. Integrando distintas abordagens, a oficina explora o tema através de roteiros investigativos, discussão guiada, simuladores, experimentação e conteúdo expositivo. Dessa forma, possui um tempo de aplicação de 4 horas, das quais, cerca de 2 horas são destinadas à investigação dos participantes através dos roteiros.

No primeiro momento, os participantes foram instigados pelo questionamento: “Por que as lâmpadas incandescentes foram substituídas pelas de LED?”. A partir de uma discussão guiada, construiu-se uma nuvem de palavras na qual cada participante registrou três termos associados às lâmpadas de LED, de modo a evidenciar seus conhecimentos prévios.

No segundo momento, foram retomados, de forma expositiva, os conceitos de corrente elétrica, resistência, resistividade e leis de Ohm. Em seguida, os participantes responderam a dois questionários investigativos sobre semicondutores, acompanhados de textos de apoio. O primeiro questionário consistiu em uma tabela para classificação de diferentes materiais a partir de valores de resistência e resistividade, o que levou à dificuldade de enquadramento do silício e do germânio nas categorias de condutores ou isolantes, favorecendo a identificação dos semicondutores como uma terceira classe de materiais.

O segundo questionário teve como objetivo investigar a estrutura atômica dos semicondutores e introduzir o conceito de dopagem, a partir da análise de diferentes composições da rede cristalina. Essa atividade buscou promover a compreensão das alterações nas propriedades elétricas dos materiais decorrentes do processo de dopagem, preparando os participantes para as etapas experimentais subsequentes.

Dessa forma, o terceiro momento consistiu na experimentação a partir de roteiros investigativos em dois simuladores PhET (PhET interactive simulation) um deles para testar a condutividade dos materiais e outro para testar as junções PN dos semicondutores. O simulador de condutividade, (PhET interactive simulations, Condutividade, 2025), conecta-se com o momento anterior ao explorar que alguns materiais podem produzir corrente elétrica a partir da irradiação de luz. No simulador, observa-se que o circuito com o material “fotocondutor” somente apresenta corrente elétrica quando irradiado com luz, que por sua vez excita os elétrons da camada de valência para as bandas de condução.

No segundo roteiro e simulador, (PhET interactive simulations, Semicondutores. 2025), é explorado, justamente, o comportamento atômico dos semicondutores dopados quando sujeitos a uma diferença de potencial. Primeiramente, é investigado o comportamento do circuito com a presença de semicondutores dopados do tipo P e N. Posteriormente, utiliza-se dois dopantes, explorando os comportamentos da junção PN ao se inverter as polaridades da diferença de potencial.

Sem instruções prévias sobre o que causa tal comportamento dos materiais P e N, buscou-se estimular a formulação de hipóteses e levantar dúvidas sobre as propriedades dos materiais. Essas questões serviram de base para o quarto momento, no qual ocorreu a sistematização expositiva dos conceitos a partir das respostas e discussões dos participantes. Foram utilizados os exemplos de polarização direta e reversa da junção PN, compreendendo os comportamentos característicos a partir das repulsões elétricas geradas pela diferença de potencial.

No quinto momento, de caráter experimental, os participantes exploraram a interferência do sentido da corrente elétrica nas lâmpadas LED e incandescente, bem como a influência da inserção de resistores no circuito, **sendo a atividade guiada por um roteiro investigativo**. Os custos e os materiais do kit experimental podem ser vistos na Tabela 1. A proposta teve caráter comparativo, permitindo evidenciar diferenças fundamentais entre as tecnologias envolvidas, especialmente ao compreender a lâmpada LED como um dispositivo semicondutor do tipo diodo.

Tabela 1: Matérias e custos do kit experimental.

Matérias	Quantidade	Preço médio em 2025 (R\$)
LED	1	0,50
Mini Lâmpada incandescente E10 3V	1	4,20
soquete para lâmpada	1	5,80
pilha AA	2	6,00
Soquete duplo pilha AA	1	5,40
Resistor	1	0,30
Mini protoboard	1	10,00
jumpers	2	6,50

Em um primeiro momento a oficina foi aplicada para os alunos do mestrado do pólo 21, como um pré-teste para verificar junto aos mestrandos o tempo de aplicação da oficina, o interesse em aplicar a mesma nas escolas e operacionalidade das atividades propostas em adequação com conceitos. Após o pré-teste e alguns ajustes, a oficina foi aplicada a 16 professores da educação básica e de diferentes polos do MNPEF. A aplicação ocorreu durante o evento *Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2025*, possibilitando uma avaliação preliminar de sua viabilidade didática e dos desafios associados à sua implementação.

2. OFICINA COMO FORMAÇÃO CONTINUADA.

A partir da aplicação da oficina na íntegra, evidenciou-se a viabilidade de sua adaptação para um formato de formação continuada, considerando lacunas recorrentes na formação acadêmica em Física Moderna e Contemporânea. Nesse contexto, a proposta passou a assumir não apenas o papel de uma atividade passível de aplicação na educação básica, mas também de um espaço formativo voltado ao fortalecimento das discussões pedagógicas e à troca de experiências docentes.

A aplicação da oficina como formação continuada manteve a estrutura geral da versão anterior, porém com exclusões e adaptações nos materiais utilizados. Nesse formato, o foco esteve na reflexão pedagógica e na apropriação didática da proposta pelos docentes, de modo que os questionários não foram respondidos individualmente durante as atividades, sendo apresentados e discutidos coletivamente por meio de debates guiados, favorecendo maior interação e diálogo entre os participantes.

No primeiro momento, segue-se instigando os participantes pelo questionamento: “Por que as lâmpadas incandescentes foram substituídas pelas de LED?” levando a construção de uma nuvem de palavras com os três termos associados às lâmpadas de LED, de modo a evidenciar seus conhecimentos prévios. Contudo, no segundo momento se manteve o questionário sobre a classificação dos materiais, mas se excluiu o questionário sobre a dopagem dos semicondutores.

Dessa forma, o terceiro momento se inicia sem haver uma discussão prévia sobre as dopagens em semicondutores. Nesta etapa, utiliza-se o simulador (PhET interactive simulations, Condutividade, 2025) acompanhado do roteiro investigativo. Após a investigação do simulador e a discussão sobre o questionário é introduzida a dopagem em semicondutores de forma expositiva. Esta nova sequência eleva a investigação, tendo em vista que na sequência anterior os participantes eram levados a concluir que tais propriedades provinham da dopagem dos semicondutores.

A sequência apresentada proporciona uma melhor fluidez para o quarto momento, no qual é utilizado o simulador (PhET interactive simulations, Semicondutores, 2025) acompanhado de mais um roteiro investigativo. Novamente, explora-se os comportamentos dos materiais P e N em um circuito elétrico e da junção PN com diferentes polarizações. Por fim, discute-se de forma expositiva o comportamento da junção PN para diferentes polarizações, assim como apresenta-se sua relação com tecnologias como LED, placas fotovoltaicas, transistores e suas relações com a nanotecnologia.

No quinto e último momento, é realizado o experimento comparativo entre a lâmpada incandescente e a lâmpada LED, utilizando um circuito simples com presença de resistores e amparado por mais um roteiro investigativo. De forma complementar, é recriado a nuvem de palavras do segundo momento, de forma a observar-se uma comparação entre os conceitos prévios dos participantes.

A oficina de formação continuada foi aplicada no VII Simpósio de pós-graduação em física da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na Turma do MNPEF da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e na turma do MNPEF da Universidade Estadual do Sul da Bahia (UESB). O material para aplicação da oficina foi disponibilizado para os participantes, de forma a viabilizar que os mestrandos possam aplicar essas oficinas em sala de aula. Após a aplicação foi solicitado que os participantes respondessem a uma pesquisa de opinião sobre a oficina, com a finalidade de avaliar o potencial de aplicação e a percepção docente. O questionário obteve um total de 25 respostas.

DISCUSSÕES E RESULTADOS OBTIDOS

1. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA OFICINA NA ÍNTEGRA

A aplicação da oficina possibilitou uma análise qualitativa de sua dinâmica didática e de seu potencial formativo, considerando a participação de professores da educação básica e mestrandos do MNPEF. De modo geral, observou-se elevado engajamento dos participantes ao longo das atividades, especialmente nos momentos investigativos, nos quais foram estimulados a levantar hipóteses, discutir coletivamente e relacionar conceitos físicos a dispositivos tecnológicos presentes em seu cotidiano.

Como estratégia inicial de levantamento dos conhecimentos prévios, foi construída uma nuvem de palavras (Figura 1) a partir da questão norteadora “Por que as lâmpadas incandescentes foram substituídas pelas de LED?”. As palavras mais recorrentes — *economia*, *eficiência*, *baixo consumo de energia*, *tecnologia* e *custo-benefício* — indicam que os participantes associavam predominantemente a tecnologia LED a aspectos de desempenho energético e inovação tecnológica. A presença menos frequente de termos como *semicondutor*, *diodo* e *física moderna* sugere que, embora houvesse algum contato prévio com os fundamentos físicos envolvidos, estes ainda não se apresentavam de forma consolidada no repertório conceitual dos participantes.



Figura 1: Nuvem de palavras resultante da aplicação das oficinas. Fonte: os autores

Ao longo do desenvolvimento da oficina, os participantes relataram perceber avanços nas compreensões, especialmente após as atividades mediadas por simuladores e os momentos de sistematização coletiva. Temas que inicialmente surgiam de forma genérica ou fragmentada passaram a ser discutidos com maior consistência, evidenciando uma ampliação do vocabulário científico e uma maior articulação entre conceitos e aplicações tecnológicas. Esse movimento foi favorecido pela sequência investigativa adotada, que permitiu aos participantes confrontar suas hipóteses iniciais com os resultados observados nas simulações e nos experimentos.

As simulações interativas mostraram-se particularmente relevantes nesse processo, ao possibilitar a visualização de fenômenos microscópicos e favorecer a construção de explicações para comportamentos não intuitivos dos materiais. De forma complementar, o experimento comparativo entre lâmpadas LED e incandescente, guiado por roteiro investigativo, contribuiu para a articulação entre teoria e prática, permitindo que os participantes relacionassem os conceitos discutidos às diferenças tecnológicas observadas no funcionamento dos dispositivos.

No que se refere à viabilidade da proposta, os participantes destacaram o potencial de aplicação da oficina no ensino médio, reconhecendo o caráter acessível dos recursos utilizados e a pertinência da abordagem investigativa. Ao mesmo tempo, foram apontados desafios relacionados ao tempo disponível para aprofundamento dos conteúdos e à extensão de algumas etapas, especialmente aquelas mediadas por questionários. Tais observações indicaram a necessidade de ajustes na organização da oficina, contribuindo diretamente para o redesenho da proposta em um formato mais adequado à formação continuada.

De modo geral, os resultados obtidos nessa aplicação inicial indicam que a oficina favorece a inserção de temas de Física Moderna no contexto da educação básica, ao articular investigação, recursos digitais e experimentação de baixo custo. As Figuras 2 e 3 ilustram momentos da aplicação

da oficina, evidenciando o envolvimento dos participantes nas atividades propostas e o caráter investigativo da dinâmica desenvolvida.



Figura 2: Aplicação da oficina na íntegra. Fonte: os autores

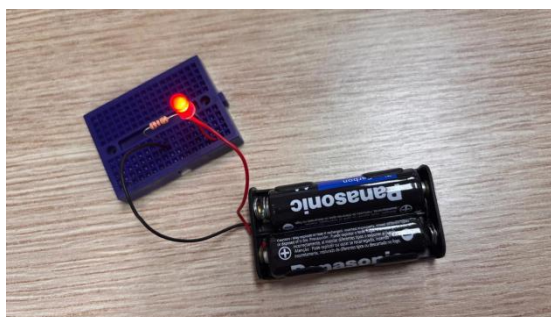


Figura 3: Montagem com led. Fonte: os autores

2. RESULTADOS DA OFICINA COMO FORMAÇÃO CONTINUADA

A aplicação da oficina no formato de formação continuada favoreceu uma participação mais ativa dos docentes nas discussões guiadas, uma vez que os questionários investigativos não foram respondidos individualmente, mas debatidos coletivamente ao longo das atividades. Essa dinâmica possibilitou uma análise qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos a partir do questionário aplicado ao final da oficina, bem como das interações observadas durante sua execução.

A Figura 4 ilustra um dos momentos de discussão coletiva, no qual os participantes debatiam possíveis respostas que poderiam ser esperadas dos estudantes da educação básica, bem como os potenciais didáticos dos materiais apresentados. De forma complementar, a Figura 5 apresenta o momento da prática experimental, em que voluntários realizaram a montagem do circuito elétrico enquanto as questões investigativas eram discutidas em conjunto, evidenciando a integração entre experimentação, diálogo e reflexão pedagógica.



Figura 4: Apresentação e debate sobre o tema. Fonte: os autores



Figura 5: Montagem com LED e lâmpada incandescente. Fonte: os autores

A Figura 6 apresenta a comparação entre as nuvens de palavras construídas no início (à esquerda) e ao final (à direita) da oficina de formação continuada, a partir do questionamento “Por que as lâmpadas incandescentes foram substituídas pelas de LED?”. Com o objetivo de analisar possíveis evoluções nas pré concepções dos participantes no que tange os semicondutores.

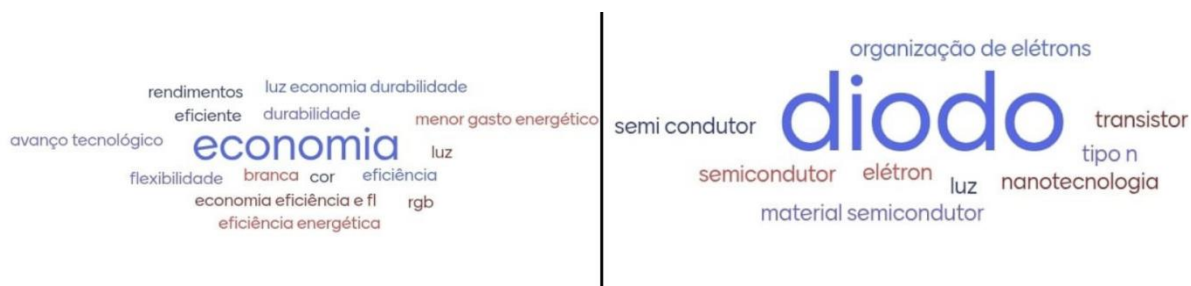


Figura 6: Nuvem de palavras antes/depois da aplicação da oficina. Fonte: os autores

Na nuvem inicial, observa-se a predominância de termos associados a aspectos práticos e utilitários, como *economia*, *eficiência*, *durabilidade*, *baixo consumo energético* e *menor gasto energético*. Esses termos indicam que, inicialmente, os participantes relacionavam majoritariamente as lâmpadas LED a benefícios tecnológicos e econômicos, com foco em desempenho e eficiência energética, sem recorrer de forma consistente aos fundamentos físicos envolvidos em seu funcionamento.

Em contraste, a nuvem de palavras construída ao final da oficina evidencia uma ampliação e ressignificação do repertório conceitual dos participantes. Destacam-se termos como *diodo*, *semicondutor*, *elétron*, *organização de elétrons*, *transistor*, *tipo N* e *nanotecnologia*, que remetem diretamente aos conceitos físicos e tecnológicos abordados ao longo da oficina. A presença recorrente desses termos indica uma maior apropriação dos fundamentos relacionados à Física Moderna e à Física do Estado Sólido, ainda que tratados em um nível conceitual e aplicado.

A comparação entre as duas nuvens sugere, portanto, uma evolução conceitual significativa, na qual os participantes passaram de uma compreensão predominantemente funcional e cotidiana das lâmpadas LED para uma visão mais estruturada, que incorpora elementos explicativos relacionados à natureza dos semicondutores e aos dispositivos eletrônicos. Esse resultado reforça o potencial da abordagem investigativa adotada na oficina, especialmente ao articular simuladores, experimentação e discussões guiadas como estratégias para promover a construção de significados em contextos de formação docente.

Houve questionamentos relevantes por parte dos participantes ao longo da oficina. Um deles dizia respeito à necessidade de aplicação no contraturno escolar, considerando a carga horária total de quatro horas. Em resposta, destacou-se que a organização da oficina em cinco momentos possibilita sua distribuição em cinco aulas de 50 minutos, favorecendo sua adaptação à rotina escolar. Outro questionamento referiu-se ao nível de conhecimento prévio dos alunos, o que poderia restringir a aplicação da oficina ao terceiro ano do ensino médio. Nesse sentido, discutiu-se que a proposta pode ser utilizada tanto como atividade introdutória no ensino fundamental — conforme observado em uma das aplicações dos PE's originais — quanto de forma modular no ensino médio, permitindo ao professor aplicar inicialmente os primeiros momentos da oficina para motivação e contextualização, dar continuidade aos conteúdos regulares e, posteriormente, retomar os momentos finais após a consolidação da base teórica.

O questionário aplicado ao final da oficina foi composto por cinco questões objetivas e quatro discursivas. A Figura 7 apresenta as respostas ao questionamento “*Os conteúdos abordados foram relevantes para minha prática docente?*”. Observa-se que 60% dos participantes concordaram totalmente e 32% concordaram parcialmente, totalizando 92% de concordância. Apenas 8% indicaram não saber opinar. Esses resultados evidenciam a percepção positiva dos docentes em relação à relevância dos conteúdos abordados, especialmente no que se refere à Física Moderna e Contemporânea, apontando para uma demanda formativa associada a lacunas na formação inicial e continuada nessa área.

A Figura 8 refere-se ao questionamento “*A metodologia da oficina foi adequada?*”, no qual 68% dos participantes concordaram totalmente, 28% concordaram parcialmente e apenas 4% não souberam opinar. Nota-se uma redução no percentual de indecisão em relação à questão anterior, o que sugere maior clareza dos participantes quanto à adequação metodológica da proposta. Esse resultado indica que o uso de múltiplos recursos didáticos — como simuladores, roteiros investigativos, experimentação e discussões guiadas — contribuiu para a aceitação da metodologia adotada, reforçando seu potencial como estratégia para o ensino de temas contemporâneos da Física.

Os conteúdos abordados foram relevantes para minha prática docente

25 respostas

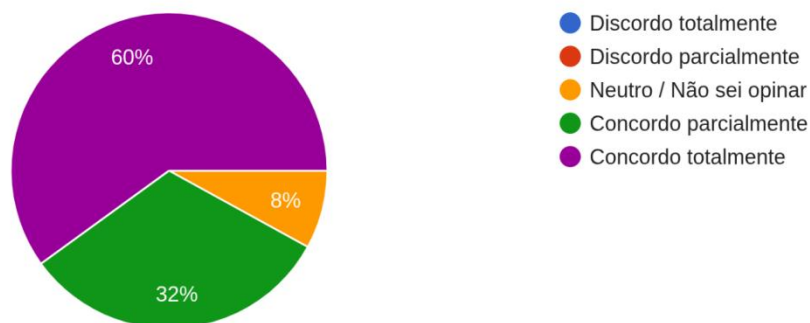


Figura 7: Respostas ao questionamento “*Os conteúdos abordados foram relevantes para minha prática docente?*”. Fonte: os autores

A metodologia da oficina (simulações, experimentos, leitura investigativa e discussão) foi adequada.

25 respostas

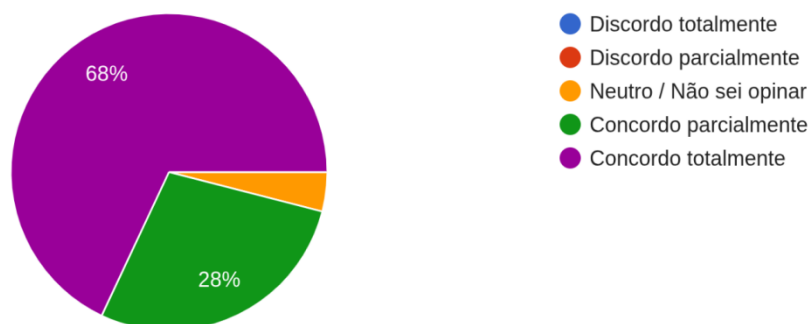


Figura 8: Questionamento “*A metodologia da oficina foi adequada?*”. Fonte: os autores

A análise da Figura 9, que apresenta o questionamento “*Os temas de semicondutores e LEDs foram apresentados de forma clara e acessível?*”, reforça essa interpretação. Nesse caso, 72% dos participantes concordaram totalmente e 28% concordaram parcialmente, não havendo registros de discordância ou indecisão. A concordância unânime indica que a abordagem investigativa, aliada ao uso de diferentes recursos educacionais, favoreceu a compreensão de conteúdos tradicionalmente considerados abstratos ou complexos no contexto do ensino médio.

Complementarmente à análise quantitativa, as respostas às questões discursivas fornecem indícios relevantes sobre a percepção dos participantes. Ao serem questionados “*O que mais chamou sua atenção na oficina?*”, destacam-se respostas como “Métodos de investigação utilizando o PhET”, “As sequências didáticas trabalhadas” e “Conseguir transpor esse conteúdo para o ensino médio sem abordar conceitos de física do estado sólido”. Tais manifestações evidenciam a valorização de estratégias que possibilitam a abordagem de conteúdos aplicados sem a necessidade de aprofundamento formal em conceitos matemáticos ou teóricos avançados.

Os temas de semicondutores e LEDs foram apresentados de forma clara e acessível.
25 respostas

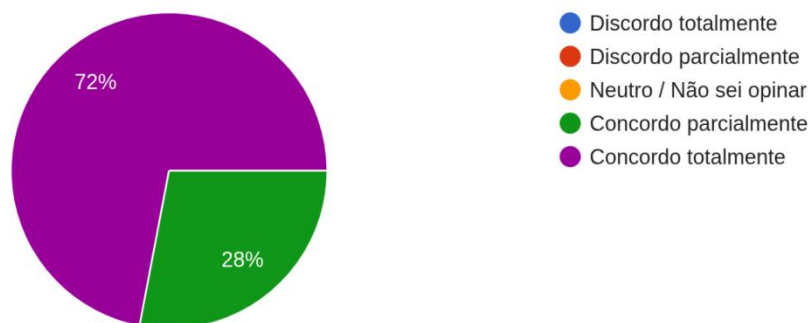


Figura 9: Questionamento “*Os temas de semicondutores e LEDs foram apresentados de forma clara e acessível?*”. Fonte: os autores

De modo semelhante, ao questionamento “*Que parte da oficina você considera mais aplicável à sua realidade escolar?*”, os participantes enfatizaram aspectos como o uso de simuladores em contextos com poucos recursos, a utilização de materiais elétricos e eletrônicos e a montagem de circuitos associada à contextualização conceitual. Essas respostas reforçam o caráter adaptável e replicável da proposta em diferentes realidades escolares.

A Figura 10 apresenta os resultados do questionamento “*Sinto-me mais preparado(a) para abordar esse conteúdo com meus alunos.*”. Observa-se que 52% dos participantes concordaram totalmente e 36% concordaram parcialmente, totalizando 88% de concordância. Por outro lado, 4% não souberam opinar e 8% discordaram parcialmente. Esses dados indicam que, embora a maioria dos docentes tenha se sentido mais segura após a oficina, ainda há percepções de complexidade associadas ao tema, o que reforça a necessidade de ações contínuas de formação docente.

Sinto-me mais preparado(a) para abordar esse conteúdo com meus alunos.
25 respostas

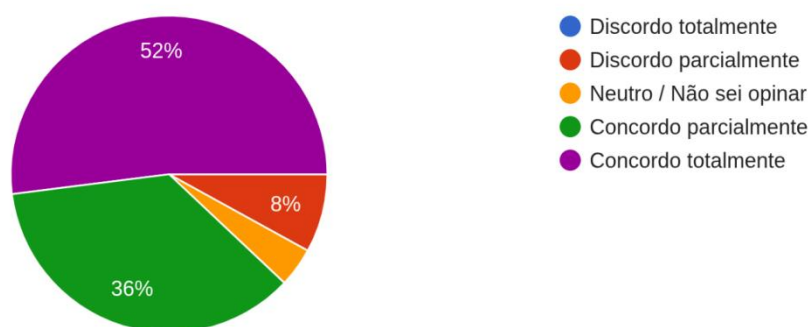


Figura 10: Questionamento “*Sinto-me mais preparado(a) para abordar esse conteúdo com meus alunos.*”. Fonte: os autores

Na Figura 11, referente ao questionamento “*Pretendo aplicar, total ou parcialmente, esta oficina em sala de aula.*”, 40% dos participantes concordaram totalmente e 40% concordaram parcialmente, somando 80% de intenção de aplicação. Os demais participantes distribuíram-se entre

12% que não souberam opinar e 8% que discordaram parcialmente. Esses resultados sugerem que a oficina apresenta elevado potencial de aplicação, ainda que adaptações sejam consideradas necessárias em função das especificidades de cada contexto escolar.

Pretendo aplicar, total ou parcialmente, esta oficina em sala de aula.

25 respostas

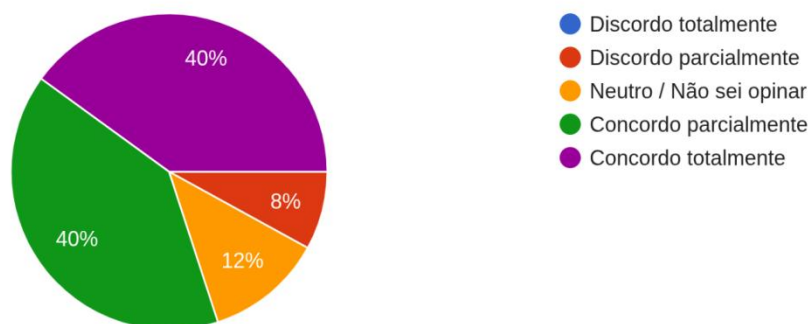


Figura 11: Questionamento “*Pretendo aplicar, total ou parcialmente, esta oficina em sala de aula.*”. Fonte: os autores

As duas questões discursivas finais aprofundam essa análise. Quando questionados “*Você pretende adaptar e aplicar essa oficina com seus estudantes? Por quê?*”, emergem respostas favoráveis, como “São temas e conteúdos utilizados no dia a dia do ensino de física na educação básica” e “É mais do que necessário integrarmos as tecnologias digitais no cotidiano do ensino”, ao lado de posicionamentos mais cautelosos, como “Achei complexa a parte dos semicondutores”. Já no campo “*Sugestões de melhoria ou comentários adicionais*”, destacam-se contribuições relacionadas à ampliação do uso de simuladores, à adequação da proposta para contextos com acesso limitado a tecnologias digitais e ao reconhecimento de que ajustes são necessários conforme a realidade de cada escola.

De forma geral, os resultados indicam que a oficina, no formato de formação continuada, apresenta forte potencial formativo, ao promover reflexões pedagógicas, ampliar a segurança docente para abordar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea e estimular a adoção de metodologias investigativas apoiadas por múltiplos recursos educacionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e a aplicação de uma oficina de Física Aplicada voltada aos temas de semicondutores e nanotecnologia, com foco tanto na inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio quanto na formação continuada de professores. A proposta, fundamentada em metodologias investigativas e no uso articulado de simuladores, experimentação e discussões guiadas, mostrou-se adequada para promover o engajamento dos participantes e favorecer a construção de significados associados a tecnologias amplamente presentes no cotidiano.

Os resultados obtidos indicam que a abordagem adotada contribuiu para ampliar o repertório conceitual dos docentes, evidenciado pela evolução dos termos associados aos LEDs ao longo da oficina, bem como pela percepção positiva quanto à clareza dos conteúdos, à adequação metodológica e ao sentimento de maior preparo para abordar o tema em sala de aula. Além disso, a elevada intenção

de aplicação da oficina, ainda que de forma adaptada, reforça seu potencial como recurso didático para diferentes contextos escolares e formativos.

A aplicação da oficina no formato de formação continuada revelou-se particularmente relevante, ao favorecer a reflexão pedagógica coletiva e a troca de experiências docentes, aspectos apontados pelos participantes como fundamentais para a apropriação didática da proposta. As sugestões levantadas, como a necessidade de ajustes no número de questionários e a consideração de diferentes realidades de infraestrutura escolar, constituem elementos importantes para o aperfeiçoamento da oficina e indicam a flexibilidade necessária para sua implementação em distintos contextos educacionais.

Por fim, destaca-se que a oficina não se configura como uma proposta fechada, mas como um material em constante aprimoramento, cuja continuidade de aplicações e adaptações poderá contribuir para sua consolidação como uma estratégia pedagógica replicável. Nesse sentido, o trabalho reforça a importância de ações formativas que articulem Física Moderna, tecnologias contemporâneas e metodologias ativas, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem no contexto da educação básica e da formação docente.

O presente trabalho conta com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, A. M. P. (2011). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa. (Org.) Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de Ciências por investigação: condições para que a aprendizagem ocorra*. São Paulo: Cengage Learning.

Correia, J. C. (2016). *Nanociência e nanotecnologia no ensino médio: uma proposta utilizando unidades de ensino potencialmente significativas*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Rio de Janeiro: UFRJ.

Fazolo, A. (2023). *Semicondutores e sua aplicação tecnológica: uma sequência de ensino investigativa para o ensino médio*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Ji-Paraná: UNIR.

Phet interactive simulations. (2025). *Condutividade*. University of Colorado Boulder. Acesso em 29 dez., 2025, https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/conductivity.

Phet interactive simulations. (2025). *Semicondutores*. University of Colorado Boulder. Acesso em 29 dez., 2025, https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/semiconductors.

Reis, L. P. (2019). *Uma proposta para o ensino de física moderna e contemporânea através do estudo de semicondutores e dispositivos optoeletrônicos*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Ipatinga: IFMG.