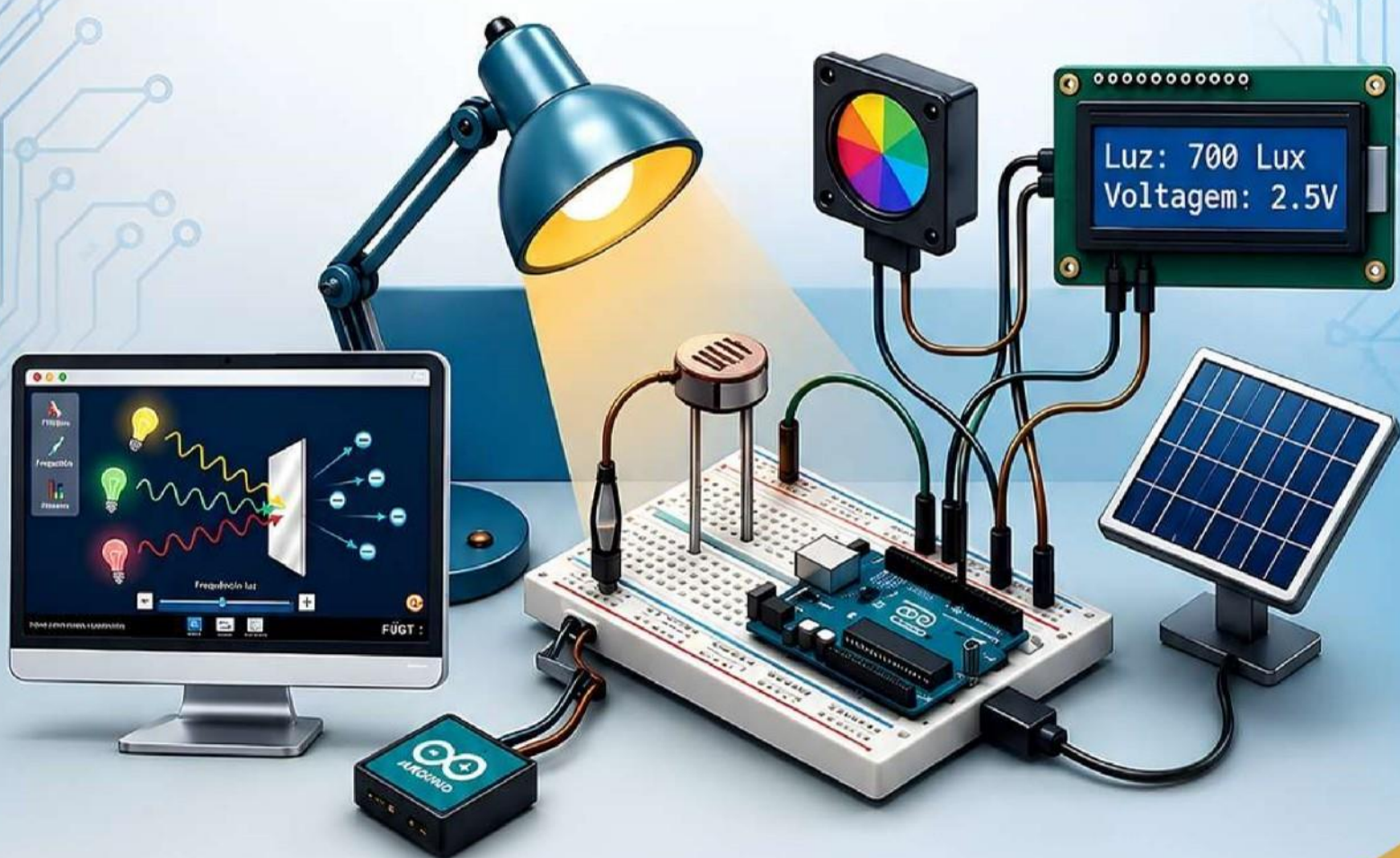


FÍSICA MODERNA NA ESCOLA

VOLUME 1: INVESTIGANDO O EFEITO ELÉTRICO
COM ARDUINO NO ENSINO FUNDAMENTAL

1ª EDIÇÃO



ROGÉRIO RODRIGES DE MACEDO
YSMAILYN SIQUEIRA COSTA

UNIVASF

**ROGÉRIO RODRIGUES DE MACEDO
YSMAILYN SIQUEIRA COSTA**

**FÍSICA MODERNA NA ESCOLA
Vol. 1: Investigando o Efeito Elétrico com Arduíno no Ensino Fundamental**

1ª Edição

**JUAZEIRO - BA
UNIVASF
2026**

Macedo, Rogério Rodrigues de
M141f Física moderna na escola: vol 1: investigando o efeito elétrico com
arduino no ensino fundamental / Rogério Rodrigues de Macedo, Ysmailyn
Siqueira Costa. – 1. ed. – Juazeiro - BA, 2026.
PDF
33 f. : il: color.

Produto Educacional (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física) - Instituto Federal do Piauí, Campus Picos, 2026.

ISBN: 978-85-5322-392-3

1. Ensino de ciências. 2. Efeito fotoelétrico. 3. Física moderna. 4.
Arduino. I. Costa, Ysmailyn Siqueira. II. Título.

CDD - 530

Elaborado por Sílvia de Carvalho Gomes Coutinho – CRB3/1362

Esta versão reorganiza o produto educacional em formato de manual didático, com linguagem dirigida ao professor, seções de leitura, orientações de uso, roteiros de oficina, guia de montagem, instrumentos de avaliação e apêndices prontos para impressão.

Apresentação

Caro professor,

Este manual de apoio, intitulado “Investigando o Efeito Elétrico com Arduino no Ensino Fundamental”, foi elaborado por Rogério Rodrigues de Macedo, professor da Educação Básica, durante sua trajetória no Mestrado em Ensino de Física (MNPEF – Polo IFPI/Picos). O material apresenta uma proposta didático-experimental voltada ao ensino de conceitos da Física Moderna, especialmente o efeito fotoelétrico, por meio de atividades investigativas mediadas por tecnologias educacionais acessíveis.

A proposta foi pensada para auxiliar o professor na superação de práticas exclusivamente expositivas e abstratas, ainda muito presentes no ensino de Física na Educação Básica. Nesse sentido, o manual oferece caminhos para tornar o conteúdo mais concreto, participativo e próximo da realidade dos estudantes, favorecendo a experimentação, a interdisciplinaridade e o protagonismo discente.

Por meio da utilização da plataforma Arduino e do sensor LDR, os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental são convidados a observar, montar, testar e interpretar circuitos simples que demonstram como a luz pode produzir respostas elétricas. Dessa forma, conceitos como luz, energia, eletrônica básica, sensores e automação passam a ser trabalhados de maneira integrada, estabelecendo relações entre a teoria científica e aplicações presentes no cotidiano, como iluminação automática, sensores de presença, sistemas de segurança e painéis solares.

A organização deste manual dialoga com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere ao pensamento científico, à cultura digital, à experimentação, à resolução de problemas e ao trabalho colaborativo. Além das orientações teóricas e metodológicas, o material apresenta instrumentos de apoio ao professor, como roteiros de atividades, guia de montagem de circuitos, rubrica avaliativa, ficha de observação, diário de bordo e sugestões de atividades complementares.

A escolha do Arduino como recurso central justifica-se por seu baixo custo, flexibilidade e facilidade de adaptação ao contexto escolar. Trata-se de uma ferramenta que possibilita ao estudante atuar como investigador, construtor e intérprete do próprio experimento, ampliando sua participação no processo de aprendizagem.

Espera-se que este manual contribua para a democratização do acesso às práticas experimentais no ensino de Ciências, especialmente em escolas com poucos recursos laboratoriais. Ao propor atividades investigativas, acessíveis e contextualizadas, o material busca ampliar o repertório metodológico dos professores e despertar nos estudantes maior interesse pelos conteúdos científicos.

Assim, este manual pretende fortalecer o vínculo entre escola, tecnologia e aprendizagem significativa, demonstrando que a Física Moderna pode ser ensinada no Ensino Fundamental de forma concreta, dinâmica, contextualizada e estimulante.

Mensagem ao professor

Utilize este manual de apoio como um guia flexível. As oficinas podem ser aplicadas integralmente ou adaptadas à realidade da escola. O mais importante é garantir que os estudantes façam perguntas, formulem hipóteses, manipulem materiais, registrem observações e relacionem o experimento com situações concretas do cotidiano.

Sumário

Apresentação	1
Como utilizar este manual de apoio	3
1 Introdução	4
2 Referencial Teórico	7
2.1 Ensino de Física com Arduino	7
2.2 A Radiação Infravermelha e sua relação com sensores	10
3 Metodologia do Ensino	12
3.1 Roteiros de oficinas para a sala de aula	13
3.2 Guia de montagem dos circuitos com Arduino	16
4. Encaminhamentos Metodológicos para aplicação da proposta	24
5 Contribuições esperadas	26
6 Recursos complementares para o professor	27
7 Glossário	28
8 Considerações finais	29
Referências	30
Apêndices	31

Como utilizar este manual de apoio

Este manual de apoio foi organizado para acompanhar o professor antes, durante e depois das oficinas. Antes da aplicação, recomenda-se a leitura das seções iniciais, que apresentam os fundamentos do efeito fotoelétrico, a justificativa pedagógica da proposta e a fundamentação teórica. Durante a aplicação, os roteiros podem ser utilizados como plano de condução das aulas. Após a aplicação, os instrumentos avaliativos ajudam a registrar avanços, dificuldades e possibilidades de aprimoramento.

Estrutura sugerida de uso

- Leia os capítulos conceituais para retomar os fundamentos de luz, fótons, sensores e Arduino.
- Escolha as oficinas que melhor se ajustam à carga horária disponível.
- Teste previamente os circuitos e os códigos antes de levá-los à turma.
- Organize os estudantes em grupos pequenos, favorecendo a colaboração.
- Use as perguntas problematizadoras para iniciar as discussões.
- Registre as observações dos estudantes durante a montagem, os testes e a socialização.
- Adapte os instrumentos de avaliação conforme o perfil da turma.

Público indicado

A proposta foi pensada para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, especialmente em Ciências da Natureza. Entretanto, os capítulos e atividades também podem apoiar professores de Física do Ensino Médio, clubes de ciências, projetos de robótica educacional e oficinas interdisciplinares envolvendo tecnologia, sustentabilidade e automação.

Organização rápida para o professor

Quando usar	O que consultar na publicação
Antes da aula	Apresentação, seção “Como utilizar este material”, Introdução, Referencial Teórico e Metodologia do Ensino.
No planejamento da sequência	Seção 3 – Metodologia do Ensino, especialmente a visão geral da sequência, a carga horária sugerida, as competências mobilizadas e as orientações “Antes de iniciar”.
Durante a aula	Seção 3.1 – Roteiros de oficinas para a sala de aula, com as oficinas, objetivos, desenvolvimento, perguntas de síntese, registros dos estudantes e momentos de socialização.
Na prática com Arduino	Seção 3.2 – Guia de montagem dos circuitos com Arduino, incluindo materiais básicos, instalação e configuração do Arduino IDE, uso do Monitor Serial, montagem na protoboard, códigos, testes e resolução de problemas.
Na avaliação	Seções voltadas à avaliação da aprendizagem e aos apêndices, com fichas de observação, rubricas, questionários, diário de bordo e instrumentos para acompanhar a participação, a compreensão conceitual e a execução dos experimentos.

1 Introdução

O ensino de Física na Educação Básica ainda enfrenta desafios relacionados à predominância de abordagens tradicionais, frequentemente centradas na exposição de conteúdos, na memorização de equações e na preparação para avaliações. Quando conduzida de forma excessivamente abstrata e distante da realidade dos estudantes, essa prática tende a dificultar a construção de sentidos para a aprendizagem e a enfraquecer o interesse pela disciplina. Conforme destaca Moreira (2021, p. 2),

é comum que o ensino de Física se inicie por situações pouco significativas para os alunos, muitas vezes em níveis de abstração superiores às suas possibilidades cognitivas, fazendo com que, desde os primeiros contatos, muitos passem a não gostar da Física.

Diante desse cenário, torna-se necessário pensar propostas de ensino que favoreçam a compreensão conceitual, o pensamento crítico e a aproximação entre os conhecimentos científicos e as experiências cotidianas dos estudantes. A Física está presente em diversas situações da vida diária, como no funcionamento de sensores, sistemas de iluminação automática, painéis solares, portas automáticas, dispositivos de segurança e equipamentos eletrônicos. Esses exemplos revelam que muitos conceitos físicos podem ser explorados de maneira concreta, investigativa e contextualizada.

Nesse contexto, a incorporação de recursos tecnológicos ao ensino de Ciências apresenta-se como uma possibilidade relevante para ampliar a participação dos estudantes e tornar a aprendizagem mais significativa. Rabelo (2016) destaca que a Robótica Educacional, quando utilizada como ferramenta pedagógica no ensino de Física, possibilita ao aluno construir conhecimentos por meio da imaginação, da criatividade e do raciocínio. Essa perspectiva contribui para que a sala de aula deixe de ser apenas um espaço de recepção de informações e se torne um ambiente de investigação, experimentação e construção coletiva.

Embora a Física seja tradicionalmente associada ao Ensino Médio, Santos e Moura (2019) defendem que seus conceitos também podem ser estudados, debatidos e compreendidos no Ensino Fundamental, desde que sejam abordados de forma adequada à etapa escolar. Isso significa que temas da Física Moderna podem ser introduzidos por meio de experiências acessíveis, linguagem apropriada e situações próximas do cotidiano dos estudantes, sem a necessidade de antecipar formalismos matemáticos complexos.

Entre os temas possíveis, o efeito fotoelétrico destaca-se por sua relevância científica, histórica e tecnológica. Trata-se de um fenômeno que permite discutir a interação entre luz e matéria, ao mesmo tempo em que possibilita estabelecer relações com tecnologias contemporâneas, como sensores fotossensíveis, células solares, sistemas de automação e dispositivos de segurança. Ao ser trabalhado com o apoio da plataforma Arduino e de sensores LDR, esse conteúdo deixa de ser apresentado apenas como conceito teórico e passa a ser investigado por meio da montagem, observação e interpretação de circuitos simples.

Do ponto de vista histórico, o efeito fotoelétrico foi observado inicialmente em 1886 pelo físico alemão Heinrich Hertz, ao perceber que a incidência de luz ultravioleta sobre superfícies metálicas facilitava a emissão de faíscas. A explicação teórica do fenômeno foi apresentada por Albert Einstein em 1905, a partir das ideias quânticas de Max Planck. Essa interpretação contribuiu para consolidar bases importantes da Física Moderna e abriu caminho para o desenvolvimento de tecnologias que hoje fazem parte da vida cotidiana.

No ambiente escolar, o estudo do efeito fotoelétrico permite introduzir conceitos como luz, energia, fótons, sensores e resposta elétrica de forma mais concreta e interativa. A utilização do Arduino como plataforma de experimentação possibilita que os estudantes construam e manipulem circuitos, observando como a variação da luminosidade pode produzir respostas elétricas. Assim,

estabelece-se uma relação direta entre teoria e prática, favorecendo a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.

O uso de tecnologias acessíveis, como o Arduino e o sensor LDR, também contribui para democratizar o acesso à experimentação científica, especialmente em escolas com poucos recursos laboratoriais. Essa abordagem dialoga com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao valorizar o pensamento científico, a cultura digital, a investigação, a resolução de problemas, a criatividade e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Os fenômenos relacionados ao efeito fotoelétrico, como a sensibilidade à luz e a transformação de energia luminosa em resposta elétrica, apresentam aplicações significativas em diferentes dispositivos tecnológicos. Silveira e Girardi (2017) destacam a importância desses fenômenos em sistemas automáticos e em tecnologias associadas à geração de energia limpa. Dessa forma, abordar esse conteúdo na escola permite relacionar a aprendizagem científica a temas contemporâneos, como sustentabilidade energética, inovação tecnológica e uso consciente da energia.

Esta publicação tem como objetivo apresentar uma proposta didático-experimental para o ensino do efeito fotoelétrico no 9º ano do Ensino Fundamental, articulando conceitos da Física Moderna a práticas experimentais com Arduino. A proposta busca favorecer o pensamento científico, a aprendizagem significativa e o uso contextualizado da tecnologia no ensino de Ciências.

De modo específico, pretende-se introduzir os fundamentos do efeito fotoelétrico em linguagem acessível aos estudantes; orientar a realização de oficinas experimentais com Arduino e sensor LDR; tornar mais compreensíveis os conceitos de luz, energia e resposta elétrica; desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, colaboração e comunicação; e aproximar os conteúdos científicos de aplicações tecnológicas presentes no cotidiano, como iluminação automatizada, sensores de presença, sistemas de segurança e painéis solares.

Além disso, a proposta busca contribuir para a inclusão e a equidade no ensino de Ciências, ao utilizar materiais de baixo custo e estratégias metodológicas que favorecem a participação dos estudantes. A aprendizagem poderá ser acompanhada por meio de instrumentos diagnósticos, registros observacionais, produções dos alunos, fichas de acompanhamento, relatos de experiência e apresentações em grupo, permitindo ao professor observar a evolução conceitual e prática da turma ao longo das atividades.

A questão norteadora que orienta esta obra é: como ensinar Física a partir do tema efeito fotoelétrico utilizando o Arduino? A partir dessa pergunta, são organizadas discussões teóricas, orientações metodológicas e atividades experimentais que buscam integrar fundamentação científica, prática pedagógica e recursos tecnológicos acessíveis.

A estrutura da publicação foi organizada de modo a articular teoria e prática. Inicialmente, apresenta-se a contextualização do ensino de Física e a justificativa para a escolha do efeito fotoelétrico como tema central. Em seguida, são discutidos os fundamentos teóricos da proposta, com destaque para a perspectiva epistemológica e metodológica de Mario Bunge e para estudos relacionados ao uso do Arduino no ensino de Física. Na sequência, são descritos os encaminhamentos metodológicos, os resultados esperados, os materiais sugeridos e as orientações práticas para aplicação das atividades em sala de aula.

Com essa organização, busca-se oferecer aos professores de Ciências e Física um material de referência que contribua para tornar o ensino da Física Moderna mais concreto, investigativo e conectado à realidade dos estudantes, sem perder de vista o rigor conceitual, a intencionalidade pedagógica e a relevância social da aprendizagem científica.

O ensino de Física ainda é frequentemente associado à memorização de fórmulas e à resolução mecânica de exercícios. Essa abordagem, quando descolada do cotidiano dos estudantes, pode dificultar a construção de sentidos para a aprendizagem. Moreira (2021) destaca que muitos

alunos começam a se afastar da Física quando são apresentados a situações abstratas, pouco significativas e acima de suas possibilidades de compreensão naquele momento escolar.

Ensinar Física Moderna no Ensino Fundamental não significa antecipar conteúdos de forma excessivamente matemática. Significa criar oportunidades para que os estudantes reconheçam que fenômenos como luz, energia, sensores, painéis solares e automação fazem parte da ciência contemporânea e estão presentes em objetos que utilizam todos os dias.

O efeito fotoelétrico é um tema potente para essa aproximação, pois permite discutir como a luz interage com a matéria e como essa interação pode gerar respostas elétricas. Quando articulado ao Arduino e ao sensor LDR, o tema deixa de ser apenas uma explicação histórica e passa a ser observado em um circuito construído pelos próprios estudantes.

2 Referencial Teórico

A fundamentação teórica desta proposta apoia-se, inicialmente, na perspectiva epistemológica e metodológica de Mario Bunge (1919–2020), filósofo e físico argentino reconhecido por suas contribuições à filosofia da ciência. Sua obra destaca a importância de compreender a ciência como uma construção sistemática, articulada entre teoria, experimentação e aplicação prática. Em textos como *Teoria e Realidade* e *Filosofia da Física*, Bunge defende uma concepção de ciência baseada na elaboração de modelos capazes de representar, explicar e interpretar fenômenos da realidade.

A escolha desse referencial justifica-se pela própria natureza da proposta aqui apresentada, que busca aproximar conceitos da Física Moderna de situações experimentais acessíveis ao contexto escolar. Ao tratar do efeito fotoelétrico por meio de sensores e da plataforma Arduino, estabelece-se uma relação entre formulação teórica, observação empírica, modelagem e aplicação tecnológica, aspecto coerente com a visão bungeana de ciência.

De acordo com Bunge, os modelos científicos desempenham papel central na produção do conhecimento, pois permitem simplificar fenômenos complexos sem perder de vista sua estrutura explicativa. Para o autor, “a formação de cada modelo começa por simplificações, mas a sucessão histórica dos modelos é um progresso de complexidade” (Bunge, 1974, p. 13). Essa compreensão é especialmente relevante no ensino de Ciências, uma vez que o professor precisa mediar a passagem entre fenômenos observáveis e conceitos científicos mais elaborados.

Na mesma direção, Bunge compreende a ciência contemporânea como resultado da integração entre teoria e experiência planejada. Segundo ele, “a ciência contemporânea não é apenas experiência, porém teoria mais experiência planejada, executada e entendida à luz de teorias” (Bunge, 1974, p. 9). Essa afirmação contribui para sustentar práticas pedagógicas que não se limitem à demonstração de fenômenos, mas que estimulem os estudantes a observar, registrar, comparar, interpretar e relacionar os resultados obtidos com explicações científicas.

Embora Bunge não tenha elaborado uma metodologia específica para o ensino de Física, sua concepção de ciência oferece base consistente para pensar práticas educativas que articulem rigor conceitual, experimentação e contextualização tecnológica. Assim, sua perspectiva contribui para orientar o desenvolvimento de atividades em que os estudantes possam compreender o efeito fotoelétrico e suas aplicações em dispositivos técnicos, relacionando o conhecimento científico a situações concretas do cotidiano.

Nesse sentido, a abordagem proposta valoriza a construção ativa do conhecimento, favorecendo a investigação, o raciocínio científico e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. A utilização do Arduino e de sensores fotossensíveis permite transformar conceitos abstratos em experiências observáveis, contribuindo para que os estudantes estabeleçam conexões entre os fundamentos da Física Moderna e o funcionamento de tecnologias presentes em sua realidade.

2.1 Ensino de Física com Arduino

A produção acadêmica nacional apresenta diferentes estudos que investigam o uso do Arduino no ensino de Física, especialmente em atividades voltadas à integração entre teoria e prática. Essa plataforma tem sido utilizada como recurso didático em propostas que envolvem eletricidade, óptica, sensores, automação e conceitos da Física Moderna, incluindo o efeito fotoelétrico.

O Arduino caracteriza-se como uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo, flexível e de ampla aplicação educacional. Por permitir a montagem de circuitos simples, a leitura de dados por sensores e o controle de componentes como LEDs, buzzers e displays, torna-se um recurso adequado para práticas investigativas no ensino de Ciências. Sua utilização possibilita que os

estudantes não apenas observem fenômenos, mas também participem da construção dos experimentos, testem hipóteses e interpretem os resultados obtidos.

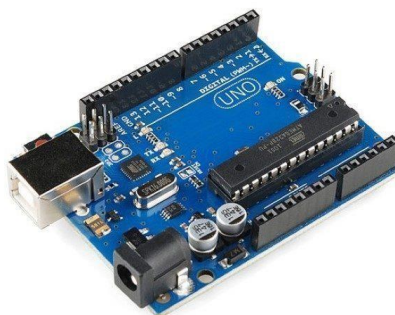


Figura 1 - Arduino. Fonte: autor, 2025.

Silveira e Girardi (2017) desenvolveram um kit experimental de baixo custo para a demonstração do efeito fotoelétrico, utilizando o Arduino como instrumento de controle e interface com o computador. O sistema proposto inclui um picoamperímetro com amplificador operacional de alto ganho e uma interface gráfica para monitoramento em tempo real. Os autores destacam que o uso do Arduino favorece a construção de experimentos acessíveis, ampliando as possibilidades de compreensão prática do fenômeno estudado.

Almeida (2019), em uma proposta de ensino investigativo, desenvolveu uma atividade experimental associando sensores LDR ao Arduino para simular aplicações relacionadas ao efeito fotoelétrico, como sistemas de iluminação automática. A atividade foi aplicada em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, permitindo uma abordagem introdutória da Física Moderna a partir de fenômenos observáveis e contextualizados. Os resultados apontaram maior interesse dos estudantes, especialmente pela possibilidade de manipular dispositivos eletrônicos e acompanhar diretamente as respostas do circuito.

Assunção e Turuda (2020), vinculados à Universidade Federal Rural de Pernambuco, propuseram um dispositivo experimental para o ensino do efeito fotoelétrico no Ensino Médio, utilizando minipainéis solares e resistores dependentes da luz controlados por Arduino. A proposta foi organizada em uma sequência didática que incentivou os estudantes a explorarem conceitos relacionados à interação entre luz e matéria, conectando o aprendizado teórico às suas aplicações tecnológicas.



Figura 2 - Arduino. Fonte: autor, 2025.

Silva et al. (2020), por meio de uma abordagem interdisciplinar, utilizaram sensores de luminosidade LDR e microcontroladores Arduino para introduzir conceitos de eletricidade e óptica no Ensino Fundamental. A sequência didática contemplou experimentos simples, como o acionamento de LEDs a partir da variação da luz ambiente, estabelecendo relações entre a prática experimental e situações do cotidiano dos estudantes. Os autores indicam que o uso de tecnologias acessíveis pode favorecer a motivação e o desenvolvimento do pensamento científico desde as etapas iniciais da escolarização.



Figura 3 - LDR (Resistores Dependentes da Luz). Fonte: autor, 2025.

Sérgio (2021), no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, desenvolveu o FOTODUINO, um kit experimental de baixo custo que utiliza sensores fotossensíveis acoplados ao Arduino para ilustrar o efeito fotoelétrico. A proposta articula conceitos da Física Moderna a práticas experimentais acessíveis, favorecendo a abordagem do tema em sala de aula. A aplicação com estudantes do Ensino Médio evidenciou avanços na compreensão do fenômeno físico por meio de estratégias baseadas na aprendizagem ativa.

Carvalho e Lima (2022) utilizaram experimentos controlados por Arduino para abordar o comportamento dual da luz. As atividades envolveram fenômenos como polarização e efeito fotoelétrico, com apoio de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e sistemas experimentais controlados por smartphone. Os resultados indicaram boa receptividade dos estudantes às práticas desenvolvidas, reforçando o potencial dos recursos tecnológicos para tornar o ensino de Física mais dinâmico e interativo.

Rodrigues e Leite (2023), ao realizarem uma revisão sistemática de literatura sobre o uso do Arduino no ensino de Física, destacaram a relevância dessa ferramenta para contextualizar temas considerados complexos. Os autores ressaltam que o Arduino pode ser empregado em atividades interdisciplinares, favorecendo a aprendizagem significativa, a curiosidade científica e a aproximação entre os conteúdos escolares e as tecnologias presentes na vida cotidiana.

Correia (2024), também no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, desenvolveu uma sequência didática que integra teoria e prática para o ensino do efeito fotoelétrico com Arduino. A proposta utiliza sensores LDR conectados à plataforma para demonstrar a relação entre luz e resposta elétrica. A aplicação em turmas do Ensino Médio demonstrou que a experimentação prática pode ampliar o engajamento dos estudantes e favorecer a compreensão dos fundamentos da Física Moderna.

Os estudos analisados evidenciam que o Arduino pode contribuir significativamente para o ensino de Física ao possibilitar práticas experimentais de baixo custo, acessíveis e adaptáveis a diferentes realidades escolares. No caso específico do efeito fotoelétrico, o uso de sensores fotossensíveis permite criar situações didáticas nas quais os estudantes observam a relação entre luminosidade, variação de resistência e resposta elétrica, favorecendo uma aprendizagem mais concreta, investigativa e contextualizada.

2.2 A Radiação Infravermelha e sua relação com sensores

Além das faixas do espectro visível e ultravioleta, frequentemente associadas ao estudo do efeito fotoelétrico, torna-se relevante considerar também a radiação infravermelha. Essa faixa do espectro eletromagnético compreende radiações com comprimentos de onda situados aproximadamente entre 700 nanômetros e 1 milímetro, posicionando-se logo após a luz vermelha visível. Embora não seja percebida diretamente pelo olho humano, a radiação infravermelha pode ser detectada na forma de calor e está presente em diversos fenômenos naturais e aplicações tecnológicas.

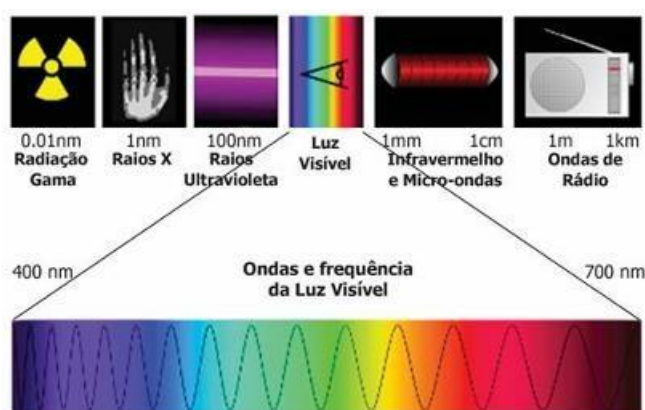


Figura 4 - Espectro eletromagnético. Fonte: Conceição e Costa, Cartografia e Geoprocessamento, v. 2, Figura 11.2.

Do ponto de vista educacional, a abordagem da radiação infravermelha amplia a compreensão dos estudantes sobre a natureza da luz e sobre os diferentes comportamentos da radiação eletromagnética. Ao tratar do espectro eletromagnético, o professor pode mostrar que a luz visível corresponde apenas a uma pequena parte de um conjunto mais amplo de radiações, que inclui ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, ultravioleta, raios X e raios gama.

Em projetos com Arduino, sensores infravermelhos são frequentemente utilizados para detectar movimento, controlar dispositivos remotamente, medir variações térmicas ou automatizar sistemas. Esses dispositivos operam a partir da detecção de radiação e da conversão dessa informação em sinais elétricos interpretáveis por circuitos eletrônicos. Embora a radiação infravermelha possua energia inferior à radiação ultravioleta normalmente associada à emissão de elétrons em superfícies metálicas, sua utilização em sensores contribui para discutir a interação entre radiação e matéria em diferentes contextos tecnológicos.

A inclusão do infravermelho no estudo da interação luz-matéria complementa a discussão sobre o efeito fotoelétrico, pois evidencia que diferentes faixas do espectro eletromagnético apresentam propriedades e aplicações distintas. Essa abordagem permite aos estudantes compreenderem a luz não apenas como aquilo que é visível, mas como uma manifestação mais ampla da Física Moderna, com implicações práticas em áreas como automação, segurança, comunicação, medicina, engenharia e sustentabilidade.

A integração de sensores infravermelhos em atividades experimentais com Arduino possibilita a exploração de conceitos como emissão, detecção de radiação, variação de sinais elétricos e resposta automatizada. Entre os exemplos de aplicação estão sistemas de alarme baseados em presença, barreiras ópticas, controles remotos, termômetros digitais e dispositivos de monitoramento

térmico. Esses recursos tornam o conteúdo mais acessível e favorecem a interdisciplinaridade entre Física, tecnologia e engenharia.

Além disso, discutir o espectro infravermelho no contexto da Física Moderna contribui para ampliar a percepção dos estudantes sobre os limites da visão humana e sobre a importância de tecnologias capazes de detectar fenômenos invisíveis aos nossos sentidos. Ao compreender que muitos dispositivos eletrônicos funcionam a partir da captação e interpretação de radiações não visíveis, os alunos passam a reconhecer a presença da ciência em objetos e sistemas utilizados no cotidiano.

Dessa forma, a abordagem da radiação infravermelha fortalece a proposta de um ensino investigativo, contextualizado e conectado às demandas contemporâneas. Ao relacionar luz, sensores, energia e automação, cria-se um ambiente favorável para o desenvolvimento do pensamento científico, da cultura digital e da compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, em consonância com as competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular.

3 Metodologia do Ensino

A sequência didática proposta foi organizada a partir de uma perspectiva investigativa. O trabalho dialoga com os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Esses momentos ajudam o professor a conduzir a aprendizagem de forma progressiva, partindo das experiências dos estudantes e chegando à construção de explicações científicas.

A referência a esses autores aparece aqui para fundamentar a organização da sequência didática, e não para sustentar diretamente discussões sociais, políticas ou ambientais. Quando o manual tratar das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a referência principal será a BNCC e a própria contextualização pedagógica da proposta.

Visão geral da sequência

Etapa	Finalidade pedagógica	Produto da etapa
Problematização	Levantar conhecimentos prévios e apresentar situações do cotidiano envolvendo luz, eletricidade e sensores.	Hipóteses, perguntas e registros iniciais.
Organização do conhecimento	Estudar conceitos de luz, fótons, efeito fotoelétrico, sensor LDR e Arduino.	Mapa, síntese ou discussão orientada.
Aplicação do conhecimento	Montar circuitos, testar variações de luz, registrar dados e explicar o funcionamento do sistema.	Circuito montado, tabela de observação e apresentação final.

Carga horária sugerida

- Aula 1: problematização e conversa inicial sobre luz, sensores e tecnologias do cotidiano.
- Aula 2: explicação conceitual sobre efeito fotoelétrico, fótons, LDR e Arduino.
- Aulas 3 e 4: montagem dos circuitos, testes, registros, discussão e apresentação dos resultados.

Competências mobilizadas

A proposta favorece o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento científico, à cultura digital, à argumentação, à investigação, à resolução de problemas e à responsabilidade diante de questões sociais e ambientais. Ao trabalhar com sensores e energia luminosa, o professor também pode discutir economia de energia, automação, fontes renováveis e sustentabilidade.

Antes de iniciar

Verifique se os computadores reconhecem a placa Arduino. Teste os cabos USB, organize os componentes em kits, carregue previamente os códigos no Arduino IDE e deixe uma montagem pronta para demonstração. Essa preparação evita interrupções durante a oficina.

3.1 Roteiros de oficinas para a sala de aula

Oficina 1 - A luz pode acionar tecnologias?

Duração sugerida: 50 minutos. Objetivo: despertar a curiosidade dos estudantes e identificar conhecimentos prévios sobre luz, eletricidade e sensores.

Desenvolvimento

1. Inicie com imagens ou um vídeo curto mostrando portas automáticas, iluminação pública inteligente, sensores de presença e painéis solares.
2. Pergunte aos estudantes como esses equipamentos percebem a presença de pessoas ou a variação de luz. “Como as portas automáticas percebem que alguém está perto?”, “É possível transformar luz em eletricidade?” ou “Como a luz pode ligar ou desligar aparelhos?”.
3. Registre no quadro as hipóteses apresentadas pela turma, sem corrigir imediatamente as respostas.
4. Apresente, de forma breve, a ideia de que a luz pode interagir com materiais e gerar respostas elétricas.
5. Peça que os alunos respondam, por texto ou desenho: Como a luz pode melhorar a vida das pessoas?

Fechamento da oficina 1

Retome as hipóteses registradas e explique que as próximas oficinas mostrarão, por meio de circuitos simples, como a variação de luz pode ser percebida por um sensor e transformada em resposta elétrica.

Oficina 2 - Entendendo o efeito fotoelétrico e o sensor LDR

Duração sugerida: 50 minutos. Objetivo: organizar os principais conceitos necessários para compreender a relação entre luz, energia, sensores e resposta elétrica.

Desenvolvimento

1. Retome a discussão da aula anterior sobre tecnologias que funcionam a partir da luz, como postes automáticos, sensores de presença, alarmes e painéis solares.
2. Explique que a luz pode ser compreendida como onda e como fótons, isto é, pequenos pacotes de energia. Apresente a expressão:

$$E = h \cdot f$$

Em que E representa a energia do fóton, h a constante de Planck e f a frequência da luz. Destaque que diferentes frequências de luz transportam diferentes quantidades de energia.

3. Apresente o efeito fotoelétrico como o fenômeno em que a luz, ao interagir com determinados materiais, pode provocar uma resposta elétrica. Explique que esse fenômeno está relacionado ao funcionamento de tecnologias como sensores fotossensíveis, células solares e sistemas de automação.
4. Introduza a ideia de função trabalho, representada por W, como a energia mínima necessária para retirar um elétron de um material. Apresente a equação:

$$E_{cin} = h \cdot f - W$$

Explique que **E_{cin}** é a energia cinética do elétron emitido. Essa expressão deve ser utilizada apenas como apoio conceitual, sem aprofundamento matemático.

5. Utilize uma simulação, como as disponíveis na plataforma PhET Colorado, para mostrar como a frequência e a intensidade da luz interferem na emissão de elétrons. Durante a atividade, questione os estudantes sobre o que muda quando a luz fica mais intensa ou quando sua frequência é alterada.
6. Mostre o sensor LDR e explique que sua resistência elétrica muda conforme a quantidade de luz recebida. Em ambientes mais iluminados, a resistência tende a diminuir; em ambientes mais escuros, tende a aumentar. Essa relação pode ser representada por:

$$RLDR \propto 1/I$$

Em que RLDR é a resistência do LDR, I é a intensidade da luz incidente e $\propto$ significa “é proporcional a”.

7. Relacione o funcionamento do LDR ao Arduino. Explique que a placa lê a variação elétrica do sensor por meio de uma entrada analógica, geralmente a porta A0, gerando valores entre 0 e 1023. Esses valores podem ser convertidos em tensão aproximada pela expressão:

$$V = \text{valorLDR} \cdot (5,0 / 1023,0)$$

Em que V é a tensão calculada, valorLDR é a leitura feita pelo Arduino, 5,0 V é a tensão de referência e 1023 é o maior valor da leitura analógica.

8. Demonstre que a variação da luz sobre o LDR pode ser usada para controlar equipamentos. Quando a luminosidade muda, a leitura do Arduino também se altera, permitindo acionar LEDs, alarmes ou outros dispositivos.
9. Apresente brevemente a lógica do Arduino IDE. Explique que os programas, chamados sketches, geralmente possuem duas partes principais: setup(), usada para configurações iniciais, e loop(), responsável pela repetição das ações. Comandos como analogRead(), digitalWrite() e Serial.println() permitem ler sensores, controlar componentes e visualizar dados.
10. Para finalizar, relacione o conteúdo estudado a exemplos reais, como iluminação pública automática, sensores de presença, sistemas de segurança, painéis solares e economia de energia.

Pergunta de síntese

Se a luz muda o comportamento de um sensor, como podemos usar essa mudança para controlar um equipamento?

Oficina 3 - Montagem do circuito com LDR e Arduino

Duração sugerida: 50 minutos. Objetivo: montar um circuito simples com LDR, Arduino e LED, observando a resposta do sistema à variação de luminosidade.

Desenvolvimento

1. Organize a turma em grupos e entregue os kits de montagem.
2. Apresente o esquema do circuito e identifique cada componente.
3. Oriente a ligação do LDR, do resistor e do LED na protoboard.

4. Carregue o código no Arduino IDE.
5. Peça que os grupos iluminem e cubram o sensor para observar a resposta do LED.
6. Solicite o registro dos valores ou das observações em uma tabela simples.

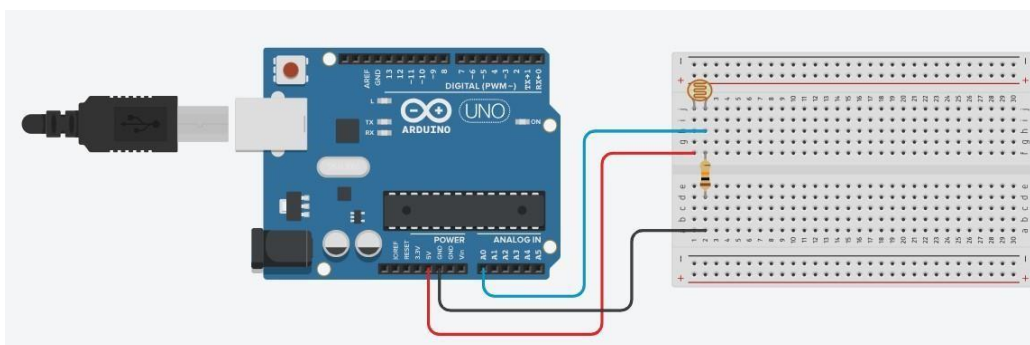


Figura 5 - Esquema de ligação do LDR ao Arduino. Fonte: arquivo do produto educacional.

Oficina 4 - Aplicações, socialização e avaliação

Duração sugerida: 50 minutos. Objetivo: relacionar o experimento às aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico e socializar as aprendizagens construídas pelos grupos.

Desenvolvimento

1. Retome os experimentos realizados e peça que cada grupo explique o que aconteceu quando a luz aumentou ou diminuiu.
2. Proponha que os estudantes relacionem o circuito a uma aplicação real, como alarme, iluminação automática ou painel solar.
3. Oriente cada grupo a elaborar uma breve apresentação com desenho, esquema ou relato do funcionamento do experimento.
4. Utilize a rubrica avaliativa para observar domínio conceitual, participação, colaboração e clareza na comunicação.
5. Finalize com uma discussão coletiva sobre como a ciência pode contribuir para soluções tecnológicas e ambientais.

Registro sugerido para os estudantes

Situação testada	O que aconteceu no circuito?	Explicação do grupo
Sensor iluminado pela lanterna		
Sensor parcialmente coberto		
Sensor totalmente coberto		
Luz ambiente da sala		

3.2 Guia de montagem dos circuitos com Arduino

Esta seção apresenta experimentos que podem ser utilizados nas oficinas. Antes de aplicar com os estudantes, recomenda-se que o professor monte cada circuito, teste o código e observe o comportamento do sensor em diferentes condições de iluminação.

Materiais básicos

- Placa Arduino Uno ou compatível.
- Cabo USB para conexão com o computador.
- Protoboard.
- Sensor LDR.
- Resistores de 10 k Ω e 220 Ω .
- LEDs de cores variadas.
- Buzzer piezoelétrico, quando disponível.
- Jumpers macho-macho.
- Fonte de luz, como lanterna ou celular.
- Computador com Arduino IDE instalado.

Antes dos experimentos: instalação e configuração do Arduino IDE

Antes de montar os circuitos, o professor deve preparar o ambiente de programação. O Arduino IDE é o programa utilizado para escrever, verificar e enviar os códigos para a placa Arduino. Recomenda-se realizar esse procedimento antes da aula, para evitar atrasos durante a oficina.

Passo a passo para instalar o Arduino IDE

1. Acesse a página oficial do Arduino e procure a área de download do Arduino IDE.
2. Escolha a versão compatível com o sistema operacional do computador da escola, como Windows, Linux ou macOS.
3. Baixe o instalador e execute o arquivo. Em computadores da escola, talvez seja necessário pedir autorização ao setor responsável pela informática.
4. Durante a instalação, aceite a instalação dos drivers solicitados. Eles ajudam o computador a reconhecer a placa Arduino quando ela for conectada pela porta USB.
5. Após concluir a instalação, abra o Arduino IDE e aguarde o carregamento da tela inicial.
6. Conecte a placa Arduino Uno ao computador usando o cabo USB.
7. No menu Ferramentas, selecione a placa Arduino Uno ou a placa compatível utilizada na oficina.
8. No menu Ferramentas, selecione a porta correspondente à placa. Em computadores Windows, ela costuma aparecer como COM seguido de um número.
9. Para testar a comunicação, abra o exemplo Blink em Arquivo > Exemplos > 01.Basics > Blink.
10. Clique em Verificar para conferir o código e depois em Carregar para enviar o programa à placa. Se o LED da própria placa piscar, o IDE está funcionando corretamente.

Atenção sobre placas compatíveis

Algumas placas Arduino compatíveis usam chip conversor USB diferente, como CH340. Se o computador não reconhecer a placa, pode ser necessário instalar o driver correspondente. Na escola, esse procedimento deve ser feito com apoio técnico ou autorização da gestão.

Como usar o Monitor Serial

1. Depois de enviar o código do experimento para a placa, clique no ícone do Monitor Serial no Arduino IDE.
2. Confira se a velocidade de comunicação está em 9600 baud, pois os códigos deste livro usam `Serial.begin(9600)`.
3. Observe os números que aparecem na tela. Eles representam as leituras enviadas pela placa Arduino.
4. Aproxime e afaste a fonte de luz do sensor para verificar se os valores mudam.
5. Use esses valores como dados de observação, registrando-os em tabela ou no relatório do grupo.

Entendendo a protoboard antes de ligar os fios

A protoboard é uma placa de ensaio que permite montar circuitos sem solda. As linhas laterais, geralmente marcadas com sinais positivo e negativo, costumam ser usadas para distribuir 5V e GND. Na região central, os furos de cada linha são conectados internamente em pequenos grupos. O vão central separa os dois lados da placa e facilita a ligação de componentes.

- Linha positiva: pode receber o fio vindo do pino 5V do Arduino.
- Linha negativa: pode receber o fio vindo do pino GND do Arduino.
- Região central: local onde são encaixados LDR, resistores, LEDs e jumpers.
- Atenção: furos visualmente próximos podem não estar conectados eletricamente se estiverem em lados diferentes do vão central.

Checklist antes de carregar qualquer código

- Conferir se o cabo USB está firme no computador e na placa.
- Confirmar se a placa selecionada no IDE é Arduino Uno ou compatível.
- Confirmar se a porta selecionada corresponde à placa conectada.
- Verificar se o GND do Arduino está ligado à linha negativa da protoboard.
- Verificar se nenhum fio solto está encostando indevidamente em outro ponto do circuito.
- Conferir a posição dos LEDs: perna maior no lado positivo do circuito e perna menor em direção ao GND.
- Usar resistores em série com LEDs para evitar que eles queimem.

Experimento 1 - Medição de intensidade luminosa no Monitor Serial

Item	Descrição
Objetivo	Observar a variação da leitura do LDR quando a intensidade da luz muda.
Materiais	Arduino Uno, LDR, resistor 10 k Ω , protoboard, jumpers, computador com Arduino IDE e fonte de luz.
Relação com o efeito fotoelétrico	Mostra como a incidência de luz altera propriedades elétricas do sensor, funcionando como mediação didática para discutir resposta elétrica à luminosidade.

Montagem: conecte o LDR e o resistor de 10 k Ω formando um divisor de tensão. O ponto de junção entre o LDR e o resistor deve ser conectado ao pino analógico A0 do Arduino. Um terminal do LDR vai ao 5V e o outro terminal do resistor vai ao GND.

Código IDE a ser utilizado para o experimento 1 (Figura 5)

```
// Experimento 1 - Medição de Intensidade Luminosa com Serial Monitor
// Tema: Investigando o Efeito Elétrico com Arduino no Ensino Fundamental

void setup() { // Inicia a comunicação serial entre o Arduino e o computador
  Serial.begin(9600);
}

void loop() { // Lê o valor analógico do sensor LDR conectado à entrada A0
  int valorLDR = analogRead(A0);

  // Converte o valor lido pelo Arduino em tensão elétrica
  // O Arduino lê valores de 0 a 1023, correspondentes a 0V até 5V
  float tensao = valorLDR * (5.0 / 1023.0);

  // Exibe no Monitor Serial o valor bruto lido pelo LDR
  Serial.print("Valor LDR: ");
  Serial.print(valorLDR);

  // Exibe no Monitor Serial a tensão correspondente
  Serial.print(" | Tensão (V): ");
  Serial.println(tensao);

  // Aguarda meio segundo antes de realizar nova leitura
  delay(500);
}
```

Orientação ao professor

Peça que os estudantes aproximem e afastem a fonte de luz do sensor, cubram o LDR com a mão e observem como os valores mudam no Monitor Serial. O registro dessas variações ajuda a compreender que a luz altera o comportamento elétrico do circuito.

Passo a passo detalhado da montagem do Experimento 1

1. Desconecte o Arduino do cabo USB antes de iniciar a montagem.
2. Ligue um jumper do pino 5V do Arduino à linha positiva da protoboard.
3. Ligue um jumper do pino GND do Arduino à linha negativa da protoboard.
4. Encaixe o LDR na região central da protoboard, deixando seus dois terminais em linhas diferentes.
5. Ligue um dos terminais do LDR à linha positiva de 5V.
6. No outro terminal do LDR, conecte uma extremidade do resistor de 10 kΩ. Esse ponto será a junção entre LDR, resistor e pino analógico.
7. Ligue a outra extremidade do resistor de 10 kΩ à linha negativa, conectada ao GND.
8. Ligue um jumper do ponto de junção entre LDR e resistor ao pino A0 do Arduino.
9. Reconecte o Arduino ao computador pelo cabo USB.
10. Abra o Arduino IDE, cole o código do Experimento 1, selecione a placa e a porta corretas e clique em Carregar.
11. Abra o Monitor Serial em 9600 baud e observe os valores mostrados.
12. Ilumine o LDR com uma lanterna ou celular, depois cubra o sensor com a mão. Registre como os valores mudam.

Como o Experimento 1 funciona

O LDR e o resistor de 10 kΩ formam um divisor de tensão. Quando a luz sobre o LDR muda, sua resistência também muda. Essa mudança altera a tensão no ponto ligado ao pino A0. O Arduino lê essa tensão como um número entre 0 e 1023. O código envia esse número ao Monitor Serial, permitindo que a turma veja, em tempo real, a resposta elétrica produzida pela variação de luz.

Teste realizado	O que observar	Interpretação
LDR iluminado diretamente	O valor do Monitor Serial muda em relação à luz ambiente.	A luz altera a resistência do sensor e modifica a tensão lida pelo Arduino.
LDR coberto com a mão	O valor muda novamente, indicando redução de luminosidade.	Menos luz sobre o sensor produz outra condição elétrica no circuito.
Fonte de luz afastada	A leitura varia de forma gradual.	A intensidade da luz influencia progressivamente o comportamento do sensor.

Experimento 2 - Sensor de luz com LDR e LED

Item	Descrição
Objetivo	Demonstrar que a leitura do LDR pode controlar o acionamento de um LED.
Materiais	Arduino Uno, LDR, LED, resistor 10 k Ω , resistor 220 Ω , protoboard, cabos e fonte de luz.
Relação com o efeito fotoelétrico	Simula o funcionamento de sensores que respondem à variação da luz, como sistemas automáticos de iluminação.

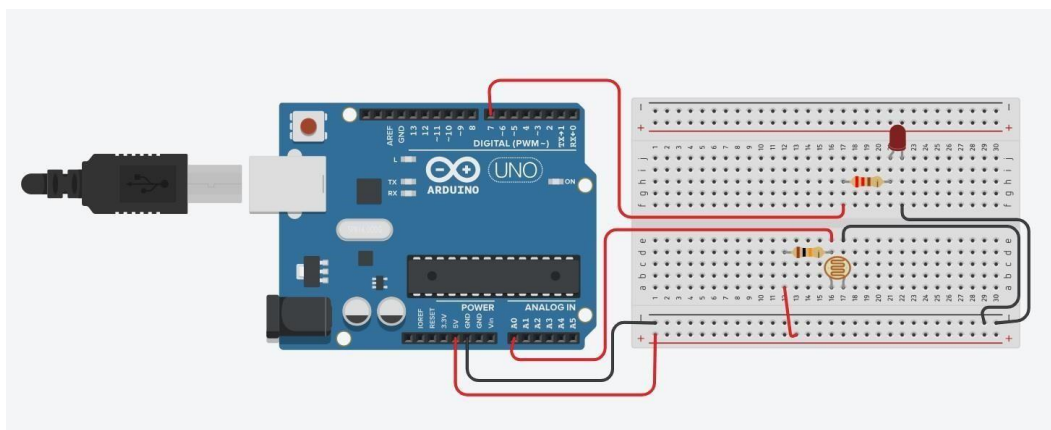


Figura 6 - Circuito com LDR e LED. Fonte: arquivo do produto educacional.

Código IDE a ser utilizado para o experimento 2 (Figura 6)

```
// Experimento 2 - Sensor de Luz com LDR e LED
// Tema: Investigando o Efeito Elétrico com Arduino no Ensino Fundamental

int ledPin = 7;      // Pino digital 7 para acionamento do LED int
ldrPin = A0;        // Entrada analógica A0 para leitura do LDR
int ldrValor = 0;    // Variável que armazenará o valor lido pelo sensor

void setup() {
  // Define o pino do LED como saída
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // Inicia a comunicação serial para acompanhar os valores do LDR
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Lê o valor do LDR conectado à entrada A0
  ldrValor = analogRead(ldrPin);

  // Se o valor lido for maior ou igual a 800, o LED
  // acende
  if (ldrValor >= 800) {    digitalWrite(ledPin,
HIGH);
  }

  // Caso contrário, o LED permanece apagado
  else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }

  // Exibe o valor lido pelo LDR no Monitor Serial
  Serial.print("Valor lido no LDR: ");
  Serial.println(ldrValor);

  // Aguarda 100 milissegundos antes da próxima leitura
  delay(100);
}
```

Ajuste importante

O valor de referência 800 pode ser ajustado conforme a iluminação do ambiente. Se o LED não acender no momento esperado, teste outros limites, como 500, 600 ou 700.

Passo a passo detalhado da montagem do Experimento 2

1. Mantenha a montagem do divisor de tensão com LDR, resistor de 10 kΩ e pino A0, conforme o Experimento 1.
2. Desconecte o Arduino do cabo USB antes de acrescentar o LED.
3. Encaixe o LED na protoboard, observando a polaridade: a perna maior é o ânodo e a menor é o cátodo.
4. Ligue o pino digital 7 do Arduino a uma extremidade do resistor de 220 Ω.
5. Ligue a outra extremidade do resistor de 220 Ω ao ânodo do LED.
6. Ligue o cátodo do LED à linha negativa da protoboard, conectada ao GND do Arduino.
7. Reconecte o Arduino ao computador.
8. No Arduino IDE, cole o código do Experimento 2, selecione placa e porta, clique em Verificar e depois em Carregar.
9. Ilumine e cubra o LDR. Observe se o LED acende ou apaga conforme a condição de luz.
10. Caso o comportamento fique invertido em relação ao esperado, altere a condição do código de $\geq$ para $\leq$, ou ajuste o valor limite.

Como o Experimento 2 funciona

Neste experimento, o Arduino continua lendo o valor do LDR no pino A0, mas agora usa essa leitura para tomar uma decisão. A estrutura if verifica se o valor lido atingiu ou ultrapassou o limite definido no código. Quando a condição é satisfeita, o pino 7 recebe sinal alto e o LED acende. Quando a condição não é satisfeita, o pino 7 recebe sinal baixo e o LED apaga.

Leitura pedagógica do código

A linha `analogRead(A0)` representa a observação do ambiente. A estrutura if representa a decisão do sistema. A linha `digitalWrite(ledPin, HIGH)` representa a resposta do circuito. Assim, o estudante percebe que um sistema automático observa, decide e age.

Problema comum	Possível causa	Como resolver
O LED não acende	LED invertido, resistor em ponto errado ou pino incorreto.	Confira a perna maior do LED, a ligação ao pino 7 e o GND.
O LED fica sempre aceso	Valor limite inadequado para a iluminação da sala.	Observe os valores no Monitor Serial e ajuste o limite.
O LED funciona ao contrário do esperado	A lógica da condição não corresponde à montagem.	Troque <code>>=</code> por <code><=</code> ou reorganize o divisor de tensão.

Experimento 3 - Alarme com sensor de luz

Item	Descrição
Objetivo	Construir um sistema simples que aciona um buzzer ou LED quando a iluminação cai abaixo de determinado valor.
Materiais	Arduino, LDR, buzzer, LEDs, resistores, protoboard, cabos e fonte de luz.
Relação com o efeito fotoelétrico	Apresenta a automação baseada na interação entre luz e dispositivos eletrônicos, como em sensores de segurança.

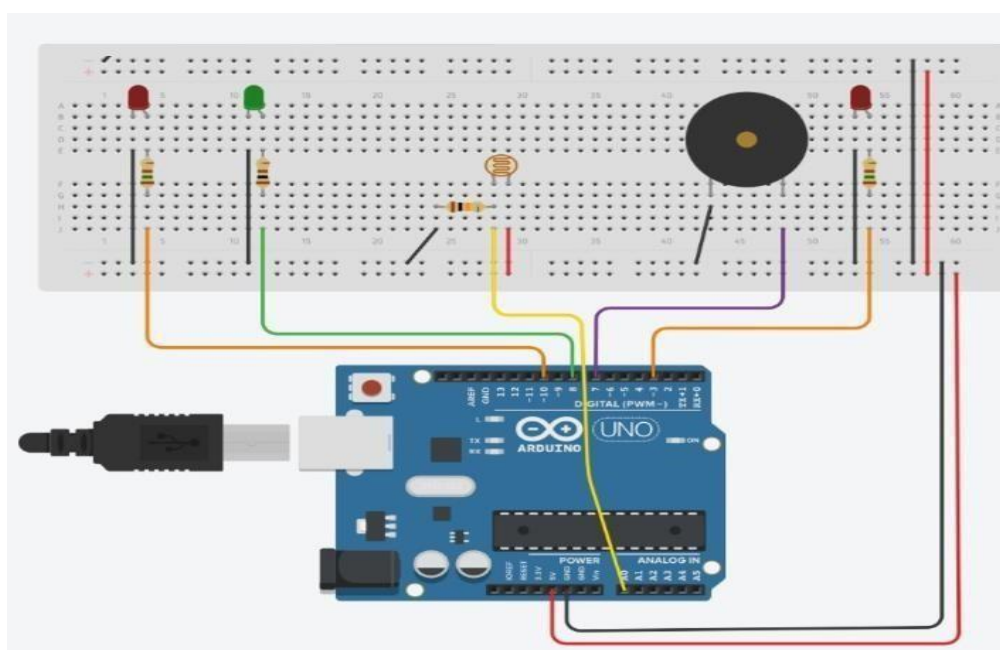


Figura 7 - Circuito com LDR, LEDs e buzzer. Fonte: arquivo do produto educacional.

Código IDE a ser utilizado para o experimento 3 (Figura 7)

```
// Experimento 3 - Alarme com Sensor de Luz
// Tema: Investigando o Efeito Elétrico com Arduino no Ensino Fundamental

const int buzzerPin = 7;           // Pino digital 7 para conexão do buzzer
const int ldrPin = A0;             // Entrada analógica A0 para leitura do LDR
const int ledPin = 3;              // Pino digital 3 para LED indicador
const int ledVerde = 8;            // Pino digital 8 para o LED verde
const int ledVermelho = 10;        // Pino digital 10 para o LED vermelho
int ldrValue = 0;                  // Armazena o valor lido pelo sensor LDR
int toneVal = 0;                   // Armazena o valor da frequência sonora
int toneAdjustment = 2000;         // Ajuste base da frequência do som
float sinVal;                       // Variável usada no cálculo da sirene

void setup() {
  // Ativa o monitor serial para acompanhar os valores lidos no sensor
  Serial.begin(9600);
  // Define os pinos digitais como saída
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);
  pinMode(ledVermelho, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Lê o valor do LDR na entrada analógica A0
  ldrValue = analogRead(ldrPin);
  // Condição de baixa luminosidade
  if (ldrValue <= 800) {
    apagaLeds();
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // Acende o LED vermelho
    digitalWrite(ledPin, HIGH);       // Acende o LED indicador

    sirene();                          // Aciona o alarme sonoro
    delay(25);
    noTone(buzzerPin);                 // Interrompe momentaneamente o som do buzzer
  }
  // Condição de luminosidade alta
  if (ldrValue > 800) {
    apagaLeds();
    digitalWrite(ledVerde, HIGH);     // Acende o LED verde
    noTone(buzzerPin);                // Mantém o buzzer desligado
  }
  // Exibe o valor lido pelo sensor no Monitor Serial
  Serial.print("Valor lido no sensor: ");
  Serial.println(ldrValue);
  delay(50);
}

// Função responsável pelo som da sirene
void sirene() {
  // Repete o som da sirene por 5 ciclos
  for (int k = 0; k < 5; k++) {
    // Varia a frequência do som de forma crescente
    for (int x = 0; x < 180; x++) {
      sinVal = sin(x * (3.1412 / 180)); // Converte o ângulo em radianos
      toneVal = toneAdjustment + int(sinVal * 1000);
      tone(buzzerPin, toneVal);
      delay(2);
    }
  }
}

// Função para apagar todos os LEDs
void apagaLeds() {
  digitalWrite(ledVerde, LOW);
  digitalWrite(ledVermelho, LOW);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
}
```

Aplicação: esse circuito pode ser comparado a sistemas de segurança, barreiras de luz ou alarmes que identificam variações no ambiente. A turma pode discutir como dispositivos semelhantes são usados em casas, escolas, lojas e indústrias.

Passo a passo detalhado da montagem do Experimento 3

1. Mantenha o circuito do LDR ligado ao pino A0, como nos experimentos anteriores.
2. Desconecte o Arduino antes de acrescentar buzzer e LEDs.
3. Ligue o terminal positivo do buzzer ao pino digital 7 do Arduino.
4. Ligue o terminal negativo do buzzer à linha negativa da protoboard, conectada ao GND.
5. Encaixe o LED verde na protoboard. Ligue seu ânodo ao pino digital 8 por meio de resistor de 220 Ω e seu cátodo ao GND.
6. Encaixe o LED vermelho na protoboard. Ligue seu ânodo ao pino digital 10 por meio de resistor de 220 Ω e seu cátodo ao GND.
7. Confira se todos os componentes compartilham o mesmo GND do Arduino.
8. Reconecte o Arduino ao computador e carregue o código do Experimento 3.
9. Abra o Monitor Serial e observe os valores lidos pelo LDR.
10. Cubra o sensor ou reduza a luminosidade. O LED vermelho e o buzzer devem indicar a condição de alarme, conforme o limite definido.
11. Aumente a luminosidade sobre o LDR. O LED verde deve indicar condição normal e o buzzer deve silenciar.

Como o Experimento 3 funciona

O Experimento 3 transforma a leitura do sensor em um sistema de alerta. O Arduino compara o valor lido no LDR com um limite definido no programa. Se a iluminação cair abaixo desse limite, o sistema entende que houve uma mudança importante no ambiente e aciona o LED vermelho e o buzzer. Se a iluminação estiver acima do limite, o LED verde permanece ligado e o buzzer fica desligado.

Relação com sistemas reais

O funcionamento é semelhante ao de alarmes e barreiras eletrônicas que percebem interrupções de luz ou mudanças de luminosidade. A diferença é que, no circuito didático, o objetivo é tornar visível o processo: sensor, leitura, decisão e resposta.

Etapas do sistema	No experimento	Em uma aplicação real
Sensor	LDR percebe a variação da luz.	Fotocélula, sensor de presença ou barreira óptica.
Leitura	Arduino lê o valor no pino A0.	Circuito eletrônico interpreta o sinal do sensor.
Decisão	Código compara o valor com um limite.	Controlador decide se há presença, ausência de luz ou interrupção.
Resposta	LED e buzzer são acionados.	Alarme, lâmpada, porta automática ou sistema de segurança é ativado.

Cuidados durante a montagem

- Desconecte o Arduino da porta USB antes de alterar fios no circuito.
- Confira a posição correta do LED: a perna maior é o ânodo e a menor é o cátodo.
- Use resistor em série com o LED para evitar danos ao componente.
- Verifique se o GND do Arduino está conectado à linha negativa da protoboard.
- Evite puxar os jumpers pelo fio; segure pelas extremidades.
- Oriente os estudantes a trabalhar com calma, conferindo cada ligação antes de ligar a placa.

4. Encaminhamentos Metodológicos para aplicação da proposta

A proposta apresentada nesta obra foi organizada para orientar professores de Ciências e Física na realização de uma sequência didática voltada ao ensino do efeito fotoelétrico, utilizando o Arduino como recurso pedagógico. Seu desenvolvimento está estruturado em oficinas práticas, nas quais os estudantes são convidados a observar fenômenos, levantar hipóteses, montar circuitos, registrar resultados e relacionar os conceitos estudados a aplicações tecnológicas presentes no cotidiano.

A aplicação pode ser adaptada conforme a realidade de cada escola, considerando a carga horária disponível, o número de estudantes, os recursos materiais existentes e o nível de familiaridade da turma com atividades experimentais e tecnologias digitais. Recomenda-se que o professor realize previamente a leitura das orientações, teste os circuitos, organize os materiais necessários e avalie quais ajustes serão necessários para o contexto em que atuará.

A sequência didática está fundamentada na articulação entre a perspectiva epistemológica de Mario Bunge e os Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). A contribuição de Bunge permite compreender a ciência como uma construção que envolve teoria, experimentação e interpretação da realidade. Já os Momentos Pedagógicos auxiliam na organização das atividades em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Na etapa de problematização inicial, o professor deve buscar aproximar o tema da realidade dos estudantes. Para isso, podem ser utilizadas imagens, vídeos curtos, perguntas disparadoras e exemplos de tecnologias do cotidiano, como portas automáticas, sensores de presença, postes com fotocélula, painéis solares e sistemas de segurança. O objetivo é identificar conhecimentos prévios, despertar a curiosidade e estimular os alunos a formularem hipóteses sobre a relação entre luz, energia e funcionamento de sensores.

Na etapa de organização do conhecimento, são apresentados os conceitos necessários para a compreensão do fenômeno estudado. Nesse momento, o professor pode abordar noções de luz, energia, fótons, efeito fotoelétrico, função trabalho, sensor LDR, resistência elétrica e funcionamento básico do Arduino. A explicação deve ser conduzida em linguagem acessível, evitando excesso de formalismo matemático, mas preservando a precisão conceitual. Simulações digitais, esquemas, demonstrações e analogias podem auxiliar na compreensão dos estudantes.

Na etapa de aplicação do conhecimento, os estudantes realizam atividades práticas com Arduino, sensor LDR, LEDs e outros componentes eletrônicos. Durante a montagem e os testes dos circuitos, a turma deve ser incentivada a observar como a variação da luminosidade interfere na resposta elétrica do sensor e como essa informação pode ser utilizada para acionar dispositivos. Essa etapa favorece a integração entre teoria e prática, permitindo que os estudantes compreendam o papel dos sensores em sistemas automatizados.

A condução das oficinas deve priorizar a participação ativa dos estudantes. Sugere-se que a turma seja organizada em pequenos grupos, favorecendo a colaboração, a divisão de tarefas e a troca de ideias. O professor atua como mediador, orientando a montagem dos circuitos, propondo questionamentos, auxiliando na interpretação dos resultados e relacionando as observações feitas pelos alunos aos conceitos científicos trabalhados.

A avaliação deve ocorrer de forma processual e formativa, acompanhando a participação dos estudantes em todas as etapas da sequência. Podem ser utilizados diferentes instrumentos, como observação em sala, registros no diário de bordo, fichas de acompanhamento, respostas às perguntas de síntese, relatórios curtos, mapas conceituais, apresentação dos experimentos e socialização dos

resultados. A escolha dos instrumentos avaliativos deve ser feita pelo professor de acordo com os objetivos da aula e as características da turma.

Caso o professor deseje transformar a aplicação da sequência em uma investigação acadêmica, com coleta, análise e divulgação de dados dos estudantes, recomenda-se observar as normas éticas vigentes e, quando necessário, submeter o projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa. Essa orientação aplica-se apenas às situações em que a atividade pedagógica ultrapassar o uso em sala de aula e passar a ter finalidade de pesquisa.

Da mesma forma, a análise dos registros produzidos durante as oficinas pode ser realizada de diferentes maneiras, conforme os objetivos do professor. Em uma aplicação pedagógica regular, os registros podem servir para acompanhar a aprendizagem, identificar dificuldades e reorganizar as intervenções didáticas. Em uma investigação acadêmica, o pesquisador poderá escolher o método de análise mais adequado ao seu estudo, como análise temática, análise de conteúdo, análise descritiva ou outra abordagem compatível com os dados produzidos.

Assim, os encaminhamentos metodológicos aqui apresentados não devem ser compreendidos como um roteiro rígido, mas como uma orientação flexível para apoiar o professor na aplicação da sequência didática. A intenção é favorecer uma experiência de ensino investigativa, contextualizada e acessível, capaz de aproximar os estudantes dos conceitos da Física Moderna por meio da experimentação, da tecnologia e da reflexão sobre situações reais.

5 Contribuições esperadas

A aplicação da sequência didática proposta nesta obra busca favorecer a compreensão de conceitos da Física Moderna por meio de atividades experimentais, investigativas e contextualizadas. Espera-se que, ao trabalhar o efeito fotoelétrico com o apoio do Arduino e de sensores fotossensíveis, os estudantes consigam relacionar conteúdos como luz, energia, fótons, sensores e resposta elétrica a situações presentes em seu cotidiano.

Do ponto de vista da aprendizagem, espera-se que os alunos desenvolvam maior interesse pelos conteúdos de Física, especialmente por perceberem que conceitos considerados abstratos podem ser observados em tecnologias próximas de sua realidade, como sensores de presença, postes automáticos, alarmes, sistemas de segurança e painéis solares. A experimentação com Arduino também pode contribuir para tornar as aulas mais participativas, favorecendo a curiosidade, a formulação de hipóteses, o trabalho em equipe e a interpretação de fenômenos físicos.

A proposta também pretende contribuir para o desenvolvimento de habilidades práticas e tecnológicas, como a montagem de circuitos simples, o reconhecimento de componentes eletrônicos, a leitura de dados no Arduino IDE e a compreensão inicial da lógica de programação. Nesse processo, os estudantes são incentivados a observar, testar, comparar resultados e explicar o funcionamento dos dispositivos construídos, fortalecendo o pensamento científico e a resolução de problemas.

Para o professor, espera-se que esta obra ofereça uma possibilidade concreta de abordagem da Física Moderna no Ensino Fundamental, utilizando materiais acessíveis e adaptáveis a diferentes realidades escolares. As oficinas, os roteiros, as sugestões de avaliação e as orientações de montagem podem apoiar o planejamento das aulas e ampliar o repertório metodológico para o ensino de Ciências.

Além disso, a proposta pode favorecer a articulação entre teoria e prática, aproximando os conteúdos escolares de temas atuais, como cultura digital, automação, sustentabilidade energética e uso de tecnologias no cotidiano. Ao relacionar o efeito fotoelétrico com aplicações reais, cria-se um ambiente de aprendizagem mais significativo, no qual os estudantes podem compreender a importância da Física para a sociedade contemporânea.

Espera-se, portanto, que a aplicação das atividades contribua para tornar o ensino de Física mais dinâmico, acessível e contextualizado, fortalecendo o protagonismo estudantil e a construção coletiva do conhecimento. As contribuições aqui apresentadas não se limitam ao domínio conceitual, mas envolvem também o desenvolvimento de atitudes investigativas, colaborativas e críticas diante das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

6 Recursos complementares para o professor

Materiais de apoio para enriquecer a experiência didática.

Vídeos sugeridos

- Vídeo 1 - Efeito Fotoelétrico: https://youtu.be/9PvZ8GYuz_U
- Vídeo 2 - Montagem de circuito com LDR e Arduino: <https://youtu.be/6ApldQKU5uo>

Os vídeos podem ser utilizados antes da prática, como sensibilização, ou durante a oficina, como apoio visual para a montagem. Após a exibição, recomenda-se propor perguntas que relacionem o conteúdo audiovisual ao circuito que será construído.

Slides e imagens de apoio

Os slides utilizados em sala podem funcionar como roteiro visual para apresentar o fenômeno, recuperar conceitos e orientar a socialização dos estudantes. Recomenda-se que as imagens sejam usadas com pausas para perguntas, evitando que a apresentação se torne apenas expositiva.

Link para os slides:

https://docs.google.com/presentation/d/1Y0Xder9CdxYSvIEBfNNJ2687ztWABQN1/edit?usp=drive_link&oid=108673525956418549301&rtpof=true&sd=true

Sugestões de adaptação

- Com poucos equipamentos, monte uma estação demonstrativa e organize rodízio dos grupos.
- Sem computadores suficientes, o professor pode carregar previamente o código e concentrar a atividade na observação e interpretação.
- Em turmas com maior familiaridade tecnológica, proponha alterações no código, como mudar o limite de luz ou trocar o LED por buzzer.
- Em turmas iniciantes, reduza a exigência matemática e priorize a relação entre luz, sensor e resposta do circuito.

7 Glossário

Termo	Significado
Arduino	Plataforma de prototipagem eletrônica usada para ler sensores e controlar dispositivos.
Buzzer	Componente eletrônico que emite som quando acionado pelo circuito.
Efeito fotoelétrico	Fenômeno associado à interação da luz com a matéria, podendo gerar emissão de elétrons ou resposta elétrica.
Fóton	Pacote de energia associado à luz.
LDR	Resistor dependente da luz; sua resistência varia conforme a intensidade luminosa.
Monitor Serial	Ferramenta do Arduino IDE que permite visualizar valores lidos pela placa.
Protoboard	Placa de ensaio usada para montar circuitos sem solda.
Sensor	Dispositivo capaz de perceber uma grandeza física, como luz, temperatura ou movimento, e transformá-la em sinal elétrico.

8 Considerações finais

A proposta apresentada nesta obra busca contribuir para o ensino de Física Moderna no Ensino Fundamental por meio de uma abordagem investigativa, experimental e contextualizada. Ao explorar o efeito fotoelétrico com o apoio do Arduino e de sensores de luz, oferece-se ao professor uma possibilidade de aproximar conceitos científicos considerados abstratos de situações concretas presentes no cotidiano dos estudantes.

As atividades sugeridas permitem trabalhar a relação entre luz, energia, sensores e resposta elétrica de forma acessível, favorecendo a participação ativa da turma na observação, montagem, testagem e interpretação de circuitos simples. Nesse processo, o estudante deixa de ocupar apenas a posição de receptor de informações e passa a atuar como sujeito que investiga, levanta hipóteses, registra dados, analisa resultados e relaciona o conhecimento científico a aplicações tecnológicas reais.

A utilização do Arduino como recurso pedagógico amplia as possibilidades de experimentação em contextos escolares com diferentes níveis de infraestrutura. Por se tratar de uma plataforma flexível, de baixo custo e adaptável, sua inserção nas aulas de Ciências pode favorecer o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento científico, à cultura digital, à resolução de problemas, à criatividade e ao trabalho colaborativo.

A fundamentação nos Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco e na perspectiva epistemológica de Mario Bunge contribui para organizar a proposta de forma coerente, articulando problematização, construção conceitual e aplicação prática do conhecimento. Essa organização reforça a importância de uma aprendizagem que não se limite à memorização de fórmulas, mas que possibilite compreender os fenômenos físicos em diálogo com a realidade social, tecnológica e ambiental.

Espera-se que a aplicação das oficinas favoreça a compreensão inicial de conceitos como fótons, energia da luz, função trabalho, sensores fotossensíveis e automação, respeitando o nível de escolarização dos estudantes do Ensino Fundamental. Ao mesmo tempo, a proposta permite estabelecer conexões com temas contemporâneos, como sustentabilidade energética, funcionamento de painéis solares, sistemas de iluminação automática, sensores de presença e dispositivos de segurança.

Para o professor, esta obra oferece subsídios teóricos, metodológicos e práticos para planejar e desenvolver aulas mais dinâmicas, investigativas e conectadas às demandas atuais da Educação Básica. As orientações apresentadas podem ser adaptadas conforme a realidade da escola, a disponibilidade de materiais, a carga horária e os conhecimentos prévios da turma.

Assim, esta publicação pretende contribuir para ampliar o repertório pedagógico de professores de Ciências e Física, incentivando o uso de tecnologias acessíveis e de práticas experimentais no ensino de conteúdos da Física Moderna. Mais do que apresentar uma sequência pronta e fechada, a proposta busca inspirar novas possibilidades de ensino, nas quais ciência, tecnologia e aprendizagem significativa estejam articuladas em favor de uma formação crítica, criativa e contextualizada.

Referências

- ALMEIDA, R. M. Simulação do efeito fotoelétrico com Arduino no ensino fundamental. 2019. Projeto de ensino. Rede Pública de Ensino, 2019.
- ALVES DE CARVALHO, Silvânia; FRANCISCO DE LIMA, Jailson. O uso do arduino em uma abordagem significativa envolvendo o comportamento dual da luz em experimentos para o ensino médio. *Physicae Organum - Revista dos Estudantes de Física da UnB*, v. 8, n. 2, p. 48–74, 2023.
- ASSUNÇÃO, Thiago & TURUDA, Charles. Utilização do arduino no desenvolvimento de um experimento didático para discussão do efeito fotoelétrico no ensino médio. *Revista ENCITEC*. Pernambuco, vol. 10, n. 3, p. 42-56. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BUNGE, Mario. Teoria e Realidade. Tradução de Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- CORREIA, Evandro de Sousa. Sequência didática envolvendo teoria e prática para o ensino do efeito fotoelétrico com Arduino. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2024.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho de Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.
- MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, p. e20200451, 2021.
- RABELO, Ana Paula Stoppa. Robótica educacional no ensino de física. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.
- RODRIGUES, Isabel Cristina; LEITE, Francisco Hermes. O Arduino como recurso didático no ensino de Física: uma revisão sistemática de literatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.
- SANTOS, Alex do Nascimento; MOURA, Maria Isabel da Silva. O ensino de Física no Ensino Fundamental: desafios e possibilidades. *Revista SABERES E PRÁTICAS EDUCATIVAS*, v. 2, n. 1, p. 123-136, 2019.
- SÉRGIO, A. R. FOTODUINO: kit experimental com Arduino para o ensino do efeito fotoelétrico. 2021. Produto Educacional (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Sociedade Brasileira de Física.
- SILVA, J. R. da; LIMA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. Aplicações de sensores de luminosidade com Arduino no ensino de ciências. 2020. Projeto Interdisciplinar. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2020.
- SILVEIRA, Rafael; GIRARDI, Daniel. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. e4305, 2017.

Apêndices

Apêndice A - Ficha de observação docente

Objetivo: acompanhar e registrar o desempenho individual e coletivo dos alunos durante as oficinas práticas relacionadas ao ensino do efeito fotoelétrico com Arduino.

Aluno(a)	
Participação	() Sim () Parcial () Não
Manipulação dos materiais	() Sim () Parcial () Não
Trabalho em equipe	() Sim () Parcial () Não
Clareza na comunicação	() Sim () Parcial () Não
Aplicação dos conceitos	() Sim () Parcial () Não
Observações	

Apêndice B - Relatório do grupo

1. Nome dos integrantes do grupo:
2. Qual experimento foi realizado?
3. O que aconteceu quando aumentamos a intensidade da luz?
4. O que aconteceu quando cobrimos o sensor?
5. Como o grupo relaciona o experimento ao efeito fotoelétrico?
6. Qual aplicação tecnológica se parece com o circuito montado?
7. O que o grupo aprendeu com a atividade?

Apêndice C - Rubrica completa de avaliação das oficinas

Critério	Excelente (4)	Bom (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)
Participação	Participa ativamente em todas as etapas, com iniciativa.	Participa com regularidade e coopera com o grupo.	Participa de forma limitada, com poucas contribuições.	Não participa ou compromete a atividade.
Manipulação dos materiais	Manipula os materiais com precisão e segurança.	Usa os materiais corretamente, com poucas dúvidas.	Demonstra dificuldade e precisa de auxílio.	Não consegue usar os materiais adequadamente.
Domínio conceitual	Relaciona o experimento ao efeito fotoelétrico e explica com autonomia.	Reconhece a relação com apoio parcial.	Relaciona o experimento ao conceito de forma vaga.	Não compreende ou apresenta concepções equivocadas.
Habilidade experimental	Monta, testa e interpreta os resultados com organização.	Monta o circuito corretamente com apoio mínimo.	Executa a montagem com falhas recorrentes.	Não conclui ou compromete a montagem.
Trabalho em grupo	Atua de forma proativa e	Coopera adequadamente	Trabalha sem atrapalhar, mas	Dificulta o trabalho dos colegas ou não

	colaborativa.	com os integrantes.	participa pouco.	coopera.
Clareza na comunicação	Apresenta resultados com clareza e vocabulário científico adequado.	Relata resultados de forma compreensível.	Comunicação incompleta ou desorganizada.	Não apresenta ou não articula os resultados.

Nome do aluno ou grupo: _____ Data: ____ / ____ / ____

Critério avaliado	Excelente (4)	Bom (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	Pontuação
Participação	☐	☐	☐	☐	
Manipulação dos materiais	☐	☐	☐	☐	
Domínio conceitual	☐	☐	☐	☐	
Habilidade experimental	☐	☐	☐	☐	
Trabalho em grupo	☐	☐	☐	☐	
Clareza na comunicação	☐	☐	☐	☐	
Criatividade (opcional)	☐	☐	☐	☐	
Total					____ / 28

Apêndice D - Questionário diagnóstico inicial

Objetivo: verificar o conhecimento prévio dos alunos antes das atividades sobre o efeito fotoelétrico com Arduino.

- Idade: _____
- Sexo: () Masculino () Feminino () Prefiro não informar
- Já participou de oficinas ou atividades práticas envolvendo eletrônica, robótica ou Arduino? () Sim () Não. Se sim, descreva brevemente.
- Em uma escala de 0 a 10, como você avalia seu interesse por aulas de Ciências?
- O que você sabe sobre luz e suas propriedades?
- Você conhece algum dispositivo que funcione com luz? Cite exemplos.
- Você acredita que a luz pode se transformar em eletricidade? Explique.
- O que você entende por efeito fotoelétrico?
- Assinale aplicações que, segundo seu conhecimento atual, utilizam o efeito fotoelétrico: painéis solares; sensores de presença/luz; portas automáticas; câmeras digitais; impressoras 3D.
- O que você já ouviu falar ou sabe sobre Arduino?
- Marque seu nível de familiaridade com montagem de circuitos eletrônicos: nunca tive contato; sei o que é, mas nunca montei; já montei com ajuda; sei montar sozinho(a).

Apêndice E - Questionário diagnóstico final

Objetivo: avaliar os conhecimentos adquiridos após as atividades sobre o efeito fotoelétrico com Arduino.

1. Em relação ao seu entendimento sobre o efeito fotoelétrico, como você se sente após as oficinas? Muito melhor; melhor; igual; pior.
2. Você se sente capaz de explicar o efeito fotoelétrico para outra pessoa? () Sim () Não
3. Explique o que é o efeito fotoelétrico com suas próprias palavras.
4. Cite um exemplo de aplicação do efeito fotoelétrico e como isso foi demonstrado nas oficinas.
5. O que é luz e quais são suas propriedades mais importantes?
6. Assinale aplicações que utilizam o efeito fotoelétrico: células solares; fotocélulas de segurança em portas automáticas; sensores de iluminação automática; fogões a gás com acendimento automático.
7. O que é Arduino e como ele foi utilizado nesta atividade?
8. Como o efeito fotoelétrico pode ser observado em experimentos com Arduino?
9. Cite ao menos dois dispositivos que utilizam sensores de luz e descreva como funcionam.
10. Como o sensor LDR reage à variação da luz? O que isso tem a ver com o efeito fotoelétrico?
11. Marque seu nível de compreensão atual: efeito fotoelétrico [1] [2] [3] [4] [5]; sensores no cotidiano [1] [2] [3] [4] [5]; aplicações tecnológicas da luz [1] [2] [3] [4] [5].
12. Qual foi a parte mais interessante das oficinas?
13. Quais dificuldades você encontrou?
14. Em uma escala de 0 a 10, dê uma nota para sua experiência nas oficinas.
15. Você gostaria de participar de outras oficinas práticas de Ciências/Física? () Sim () Não () Talvez

Apêndice F - Diário de bordo do professor

Campo	Registro do professor
Data	
Objetivos da aula	
O que ocorreu conforme o esperado?	
Quais dificuldades surgiram?	
Como os alunos reagiram?	
O que pode ser aprimorado?	
Insights ou sugestões gerais	

Apêndice G - Checklist de preparação da oficina

- Separar os componentes por grupo.
- Testar previamente a placa Arduino e o cabo USB.
- Confirmar se o Arduino IDE está instalado e funcionando.
- Abrir previamente os códigos que serão utilizados.
- Montar um circuito modelo para demonstração.
- Separar lanterna ou celular para variar a luminosidade.
- Imprimir fichas de observação, relatório de grupo e questionários.
- Organizar os estudantes em grupos de trabalho.
- Definir combinados de cuidado com os componentes eletrônicos.