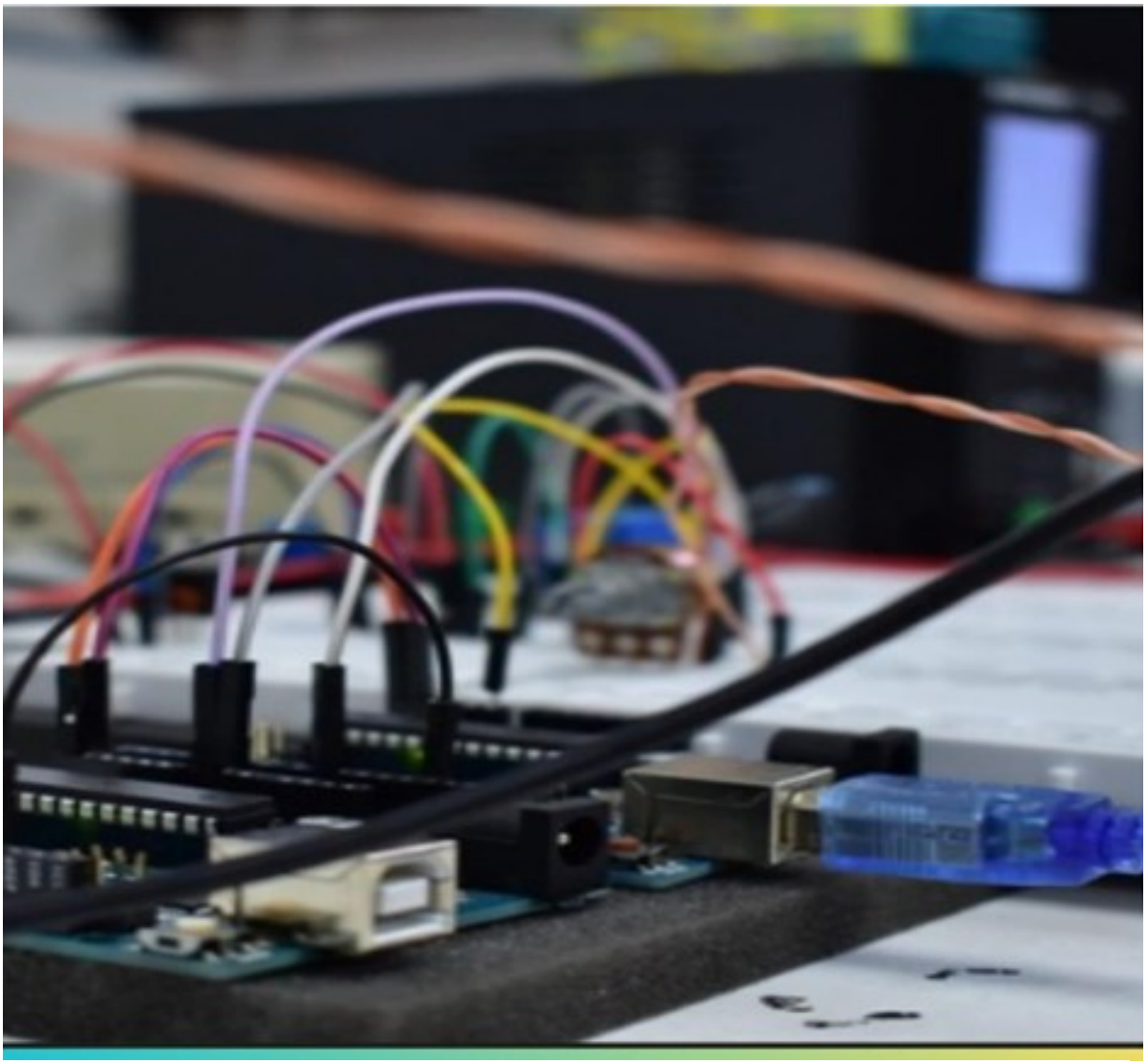
FERRAMENTAS DE TECNOLOGIA DIGITAL: O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL



GASTÃO SOARES XIMENES DE OLIVEIRA
PROFª. DRª. ELOIZA APARECIDA SILVA AVILA DE MATOS
PROF. DR. ROMEU MIQUEIAS SZMOSKU

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

DADOS

PRODUÇÃO TÉCNICA

Ano / Registo Produto: 2024/ Biblioteca UTFPR -PG

Área de Conhecimento: Ensino, Ciência e Tecnologia

Categoria do Produto: É uma guia para auxiliar os professores no trabalho de laboratório por meio de Materiais de baixo custo que utiliza ferramenta de tecnologia como inserção de conteúdo de disciplina física quantica e moderna, em conteúdo de quantização de energia e constante de Planck. Disponibilidade: em formato digital.

Divulgação: Irrestrita, preservando-se os direitos autoriais bem como a proibição do uso comercial do produto.

Instituição envolvida: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa.

Origem do Produto: Esse produto educacional é fruto da dissertação em titulada com ***"Ferramentas Tecnológica no ensino de Física Experimental: Implementação Arduino para Unidade Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)***, alinhado ao regulamento do programa de pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR-Ponta Grossa, em seu capítulo VII, Art. 30 "A dissertação de mestrado deve estar associada ao desenvolvimento de um produto educacional, tal como texto de apoio, hipertexto, software, vídeo, equipamento, entre outros.

Público Alvo: Professor do ensino superior.

Idioma/Cidade/País: Português/Ponta Grossa/Brasil.

Esse produto educacional teve como objetivo para fazer uma introdução sobre plataforma ARDUINO e a seu aplicativo com Ambiente de Integrado desenvolvida (IDE), QtiPlot e Fritzing a qual pode ser utilizada para ensino de Mecânica quântica de modo experimental sobre quantização de energia e obter resultado pratica analisar com Teórica no conteúdo de Constante de Planck.

Apresentação

Prezados (as) Professores;

Gostaria de apresentar esse produto educacional aos profissionais que atuam no ensino superior. Considerando que o ensino de Ciências Físicas é muito amplo e complexo, para entender melhor os fenômenos quânticos em relação à teoria, requer materiais práticos para experimentação. Portanto, aqui, mostra-se os procedimentos sobre como utilizar ferramentas tecnológicas e materiais de baixo custo, como Arduino e LEDs, para realizar experimentos para o conteúdo de Física Quântica. Dentro deste material, já estão incluídos os procedimentos de utilização e instalação do software, desde a fase de prática experimental até a obtenção dos resultados. Além disso, apresenta-se práticas para os professores que apreciam a prática experimental, mas que não dispõem de materiais apropriados.

Boa leitura!

Os autores

Introdução

A plataforma de Arduino é uma ferramenta poderosa e versátil que tem revolucionado o mundo da eletrônica e da programação. Ela é especialmente popular entre “hobbyistas”, “educadores” e “profissionais” que desejam criar projetos de hardware de forma acessível e descomplicada. O Arduino foi desenvolvido no início dos anos 2000 por um grupo de estudantes e professores em uma escola de design na Itália, com o objetivo de criar uma plataforma que facilitasse a prototipagem eletrônica.

Desde então, ele cresceu e se tornou uma das plataformas de código aberto mais utilizadas no mundo. A placa de desenvolvimento é o coração do Arduino. Existem várias versões, como o “Arduino Uno”, “Arduino Mega” e “Arduino Nano”, cada uma com suas próprias especificações e capacidades.

As placas são equipadas com um microcontrolador, que é responsável por executar os programas carregados. A IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino é o ambiente de programação utilizado para escrever, compilar e carregar códigos para a placa. Ela é projetada para ser simples e intuitiva, tornando a programação acessível mesmo para iniciantes. Uma das grandes vantagens do Arduino é a enorme variedade de sensores e atuadores que podem ser conectados à placa.

Isso permite a criação de projetos que interagem com o ambiente, como medidores de temperatura, sistemas de iluminação inteligente, e até robôs. A plataforma de Arduino é utilizada em uma ampla gama de aplicações, desde projetos educacionais até complexos sistemas de automação industrial. Alguns exemplos incluem: Educação, Introdução à programação e eletrônica em escolas. Automação Residencial: Controle de luzes, temperatura e segurança. Robótica: Desenvolvimento de robôs simples e complexos. Arte Interativa: Criação de instalações artísticas que respondem ao ambiente.

Vantagens do Arduino, Facilidade de Uso Ideal para iniciantes devido à sua interface simples e comunidade ativa. Flexibilidade: Suporta uma ampla gama de sensores, atuadores e módulos. Comunidade Ativa: Recursos abundantes, tutoriais e fóruns para suporte. O Arduino é mais do que apenas uma plataforma de prototipagem; é uma porta de entrada para a inovação e a criatividade. Com sua acessibilidade e versatilidade, ele continua a inspirar pessoas ao redor do mundo a criar e aprender.

1. Como Acessar o Site da Plataforma Arduino e sua Ambiente de desenvolvimento de Integrado (IDE)

A plataforma Arduino é um recurso valioso para entusiastas de eletrônica, programadores e educadores. Acessar o site é o primeiro passo para explorar tutoriais, baixar software e participar da comunidade Arduino. Abaixo estão as etapas para acessar o site da plataforma Arduino:

Conectando Arduino no Computador

Conectar um Arduino ao computador é uma das primeiras etapas para começar a programar e testar seus projetos de eletrônica. Este guia fornecerá um passo a passo sobre como realizar essa conexão de maneira correta.

Materiais Necessários

Antes de começar, certifique-se de ter os seguintes itens:

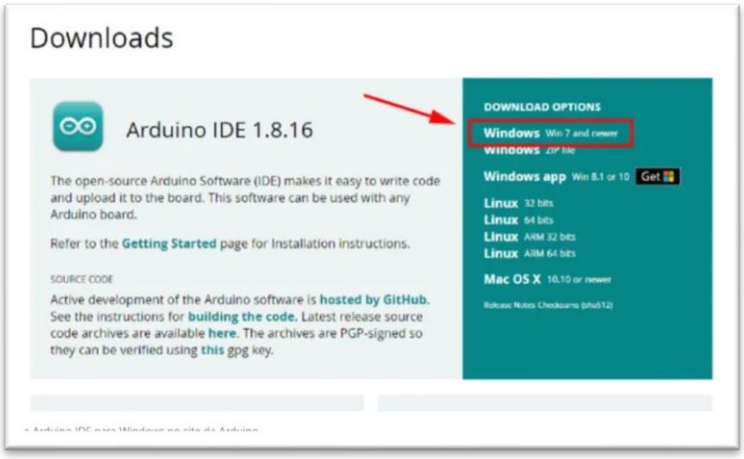
- ✓ **Placa Arduino** (como Arduino Uno, Mega, etc.)
- ✓ **Cabo USB** (geralmente um cabo USB tipo A para tipo B)
- ✓ **Computador** com uma porta USB disponível
- ✓ **Software Arduino IDE** instalado no computador

Passos para conectar o Arduino

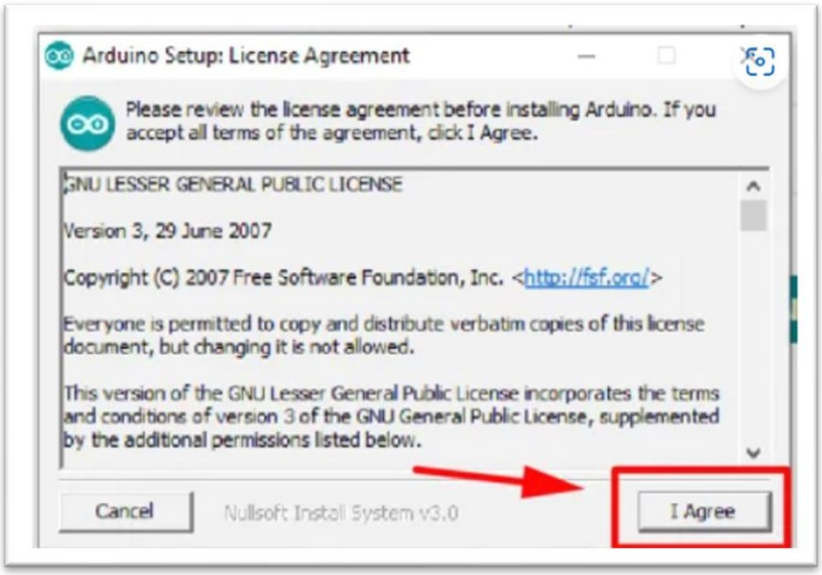
1. Instalação do Arduino IDE

O Arduino IDE (Integrated Development Environment) é o software necessário para programar sua placa Arduino.

- **Baixe o Arduino IDE:** Visite o site oficial do Arduino Software | Arduino e faça o download da versão mais recente do IDE compatível com seu sistema operacional (Windows, macOS ou Linux).

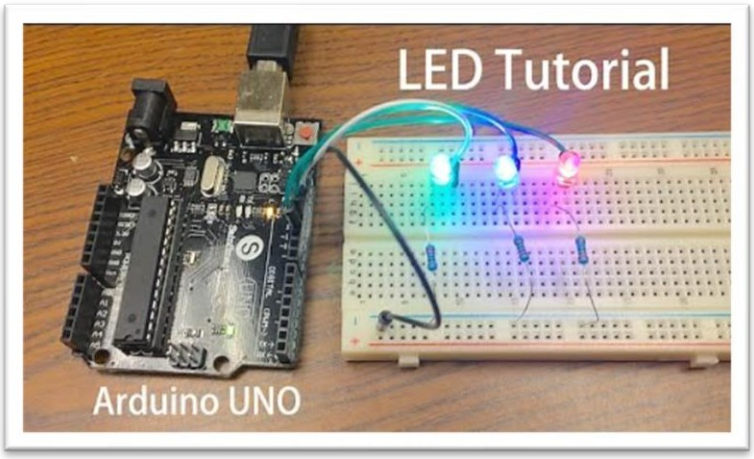


- **Instale o software:** Siga as instruções de instalação fornecidas para o seu sistema operacional.



2. Conectando o Arduino ao Computador

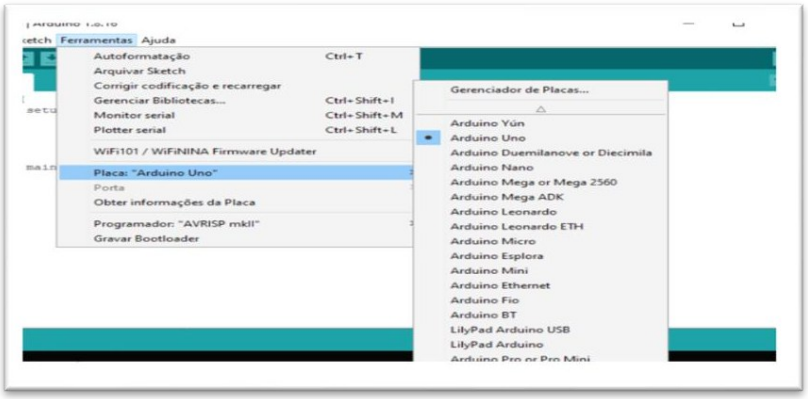
- **Ligue o Arduino:** Conecte uma extremidade do cabo USB à porta USB do Arduino e a outra extremidade à porta USB do seu computador.
- **Verifique a Conexão:** Quando conectado corretamente, você verá uma luz LED acender na placa Arduino, indicando que está recebendo energia.



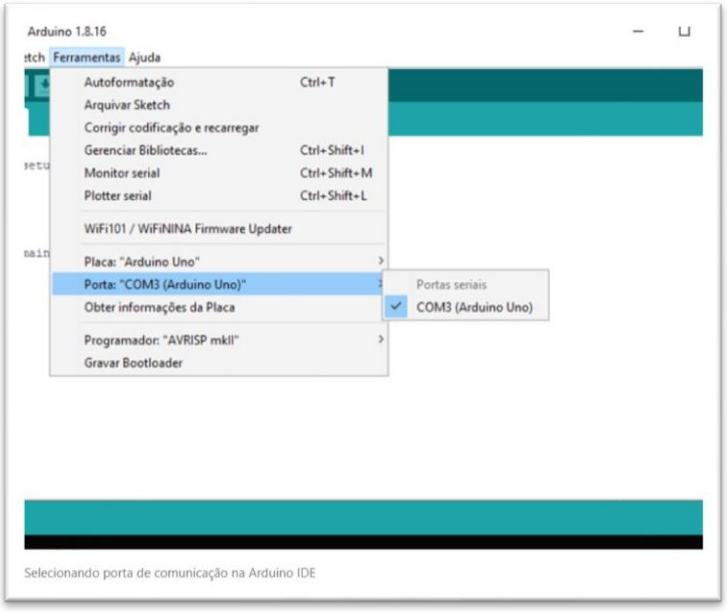
3. Configuração do Arduino IDE

- **Abra o Arduino IDE:** Inicie o programa no seu computador.

- **Selecione a Placa:** No menu superior, clique em *Ferramentas* > *Placa* e selecione o modelo do seu Arduino (ex: Arduino Uno).



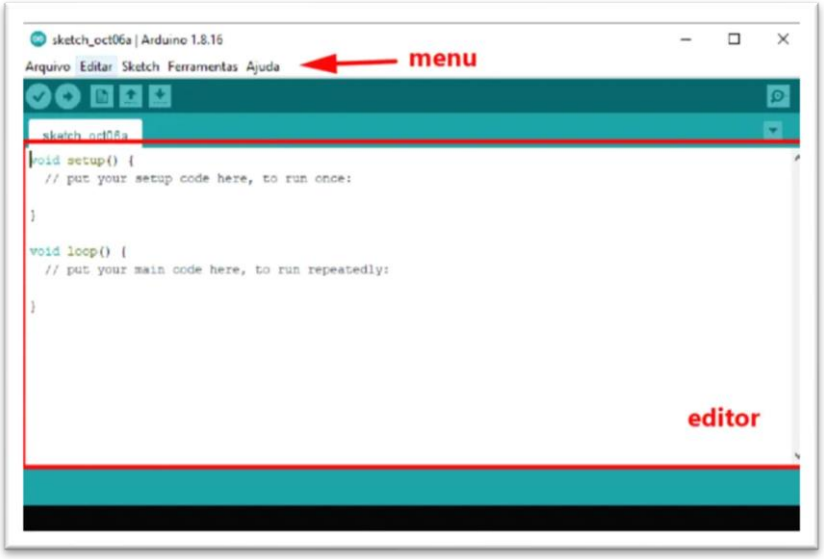
- **Selecione a Porta Serial:** Ainda em *Ferramentas*, clique em *Porta* e escolha a porta COM que corresponde ao seu Arduino. Geralmente, será a única porta que aparece quando o Arduino está conectado.



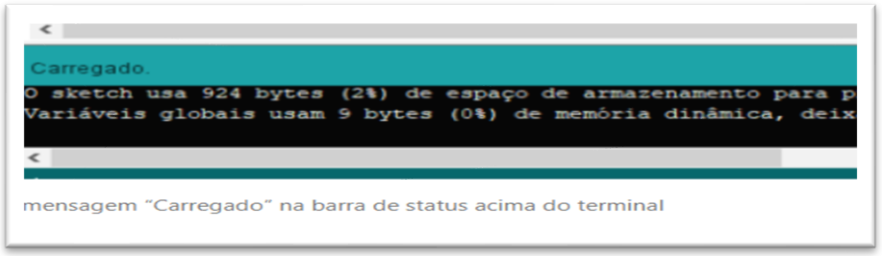
Selecionando porta de comunicação na Arduino IDE

4. Carregar um Programa Exemplo

- **Escolha um Exemplo:** No Arduino IDE, vá para *Arquivo* > *Exemplos* > *01. Basics* > *Blink*. Este é um programa simples que pisca um LED na placa.



- **Carregar o Programa:** Clique no botão de seta para a direita (Carregar) na barra de ferramentas do Arduino IDE. O código será compilado e enviado para o Arduino.



mensagem "Carregado" na barra de status acima do terminal

5. Verificar Funcionamento

- **Observe o LED:** Se tudo estiver correto, o LED na placa Arduino começará a piscar. Isso confirma que a comunicação entre o computador e o Arduino está funcionando.

Solução de Problemas

Se você encontrar problemas ao conectar o Arduino, verifique:

- **Cabo USB:** Certifique-se de que o cabo está funcionando corretamente.
- **Porta USB:** Tente usar uma porta USB diferente no computador.
- **Drivers:** Em alguns casos, pode ser necessário instalar drivers específicos para a placa Arduino.

Conectar o Arduino ao computador é um processo simples, mas essencial para começar a explorar o mundo da eletrônica e programação embutida. Com o Arduino IDE e uma conexão estável, você está pronto para criar e inovar.

2. Como Acessar o Site da Plataforma QtiPlot

Introdução

O QtiPlot é um programa para apresentação gráfica bi e tridimensional de conjuntos de dados e para análise de dados. Os gráficos podem ser produzidos a partir de conjuntos de dados armazenados em tabelas ou a partir de funções analíticas. O QtiPlot é uma ferramenta dinâmica: Os gráficos criados a partir de conjuntos de dados e as tabelas que contêm esses dados estão interligados. Quando qualquer tabela é modificada, todos os objetos nos gráficos dependentes (curvas, escalas de eixos, legendas) são automaticamente atualizados. Por exemplo, a eliminação de uma tabela, ou talvez apenas de algumas das colunas, removerá automaticamente todas as curvas correspondentes dos gráficos dependentes. Os

gráficos podem ser exportados em vários formatos gráficos (por exemplo: jpeg, png, bmp, pdf, etc) e inseridos como imagens em documentos ou apresentações. Todas as configurações para um conjunto completo de tabelas, matrizes e gráficos podem ser guardadas num ficheiro de projeto com a extensão ".qti". Estes ficheiros de projeto podem ser abertos utilizando a linha de comando, o menu Ficheiro, ou utilizando o ícone abrir projeto da barra de ferramentas Ficheiro. As operações de análise de dados (integração, interpolação, FFT, ajuste de curvas, etc.) podem ser realizadas nas curvas de um gráfico 2D através do menu Análise. Os resultados de todas estas operações são igualmente armazenados no ficheiro de projeto. Podem ser visualizados a qualquer momento através do Registo de resultados e podem ser eliminados do ficheiro de projeto através do comando limpar informações do registo. Quando a aplicação é lançada, é criado um novo ficheiro de projeto sem título, constituído por uma janela principal cinzenta (o espaço de trabalho) que pode conter inicialmente uma janela secundária vazia, dependendo das suas preferências. O tipo desta janela filha inicial pode ser personalizado usando a caixa de diálogo Preferências. Pode ser uma tabela, uma matriz, uma nota ou uma janela de gráfico 2D vazia. Para estar operacional, o espaço de trabalho deve ser preenchido com pelo menos um contentor de dados. As tabelas ou matrizes vazias podem ser criadas manualmente (comando Nova Tabela) e depois preenchidas com dados, ou podem ser criadas através da importação de ficheiros ASCII (comando Importar-> Importar ASCII...), que cria automaticamente novas tabelas. O utilizador pode facilmente navegar através dos objetos de um ficheiro de projeto usando o explorador de projetos ou o menu do Windows. O explorador de projetos também permite ao utilizador realizar várias operações nas janelas (tabelas e gráficos) no espaço de trabalho: esconder, minimizar, fechar, renomear, imprimir, etc.

QtiPlot é um software livre e de código aberto para análise de dados e plotagem de gráficos científicos. Ele é similar a softwares proprietários como origem SigmaPlot, mas é gratuito e poder ser usado em várias plataformas, como Windows, Linux, e Mac OS X. O QtiPlot também é amplamente utilizado em ambientes acadêmicos e da pesquisa para substituir softwares proprietários, proporcionando uma solução acessível e poderosa para a análise de dados. As caracteristicas nessa plataforma são seguintes; análise de dados em que permite a análise de dados bidimensionais e tridimensionais, incluindo ajuste de curvas e outras funções de análise de dados. Plotagem de gráficos que pode suporte a criação de gráficos interativos e 3D, utilizando bibliotecas como Qwt3D para renderização.

Como Acessar o Site da Plataforma QtiPlot

O QtiPlot é um software de análise e visualização de dados que oferece ferramentas poderosas para manipulação de dados e criação de gráficos científicos. Destina-se a cientistas, engenheiros e profissionais de pesquisa que precisam de uma solução eficaz para análise de dados e geração de gráficos complexos.

Características Principais

- Análise de Dados: O QtiPlot permite a realização de análises estatísticas avançadas, ajustes de curvas e regressões não lineares, oferecendo uma ampla gama de funcionalidades matemáticas para tratar os dados de forma precisa.
- Visualização de Gráficos: Com uma interface intuitiva, o software possibilita a criação de gráficos 2D e 3D de alta qualidade, que podem ser customizados para atender às necessidades específicas do usuário.
- Interface Amigável: A interface do QtiPlot é projetada para ser de fácil uso, permitindo que tanto iniciantes quanto usuários experientes possam navegar e utilizar suas funcionalidades sem dificuldades.
- Integração de Scripts: Suporta scripts em Python, permitindo a automação de tarefas e a personalização das análises de acordo com os requisitos do projeto.

Aplicações

O QtiPlot é amplamente utilizado em diversas áreas, incluindo:

- Pesquisa Científica: Para análise de dados experimentais e apresentação de resultados em publicações científicas.
- Engenharia: Utilizado na modelagem e simulação de dados para desenvolvimento de produtos e processos.
- Educação: Como uma ferramenta educacional para ensinar conceitos de análise de dados e visualização gráfica.

Vantagens

- Código Aberto: Por ser um software de código aberto, o QtiPlot é uma alternativa acessível a outras soluções comerciais, promovendo a colaboração e inovação na comunidade científica.

- Multiplataforma: Disponível para diversos sistemas operacionais, incluindo Windows, macOS e Linux, permitindo que usuários em diferentes plataformas possam utilizá-lo sem restrições.

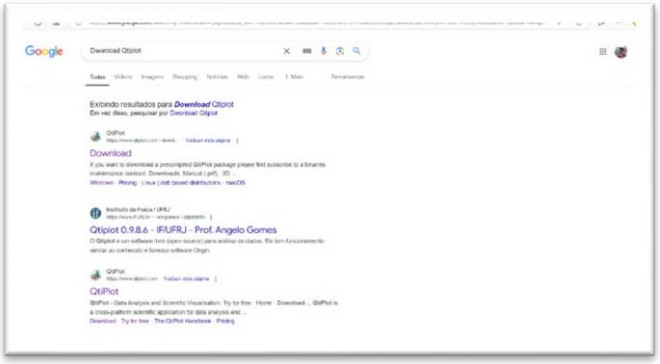
Em resumo, o QtiPlot é uma ferramenta valiosa para aqueles que necessitam de uma solução robusta para análise de dados e visualização científica, combinando facilidade de uso com funcionalidades avançadas.

Passos para acessar o QtiPlot

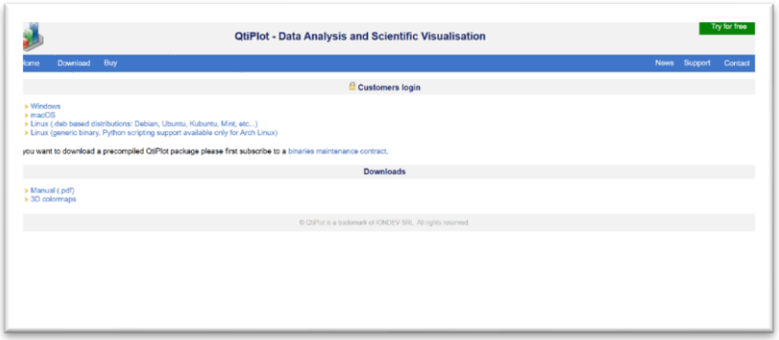
1. Download do Software

Para começar a usar o QtiPlot, é necessário fazer o download do programa. Siga os passos abaixo:

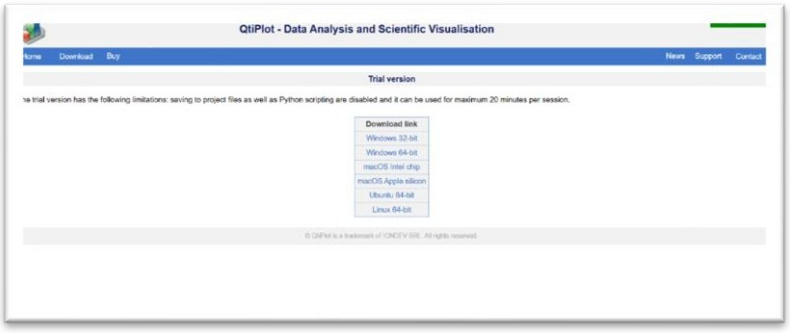
- Visite o site oficial do QtiPlot ou um repositório confiável que ofereça o software.



- Escolha a versão adequada para o seu sistema operacional (Windows, macOS ou Linux).



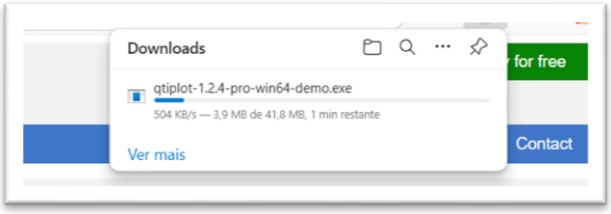
- Clique no link de download e aguarde a conclusão.



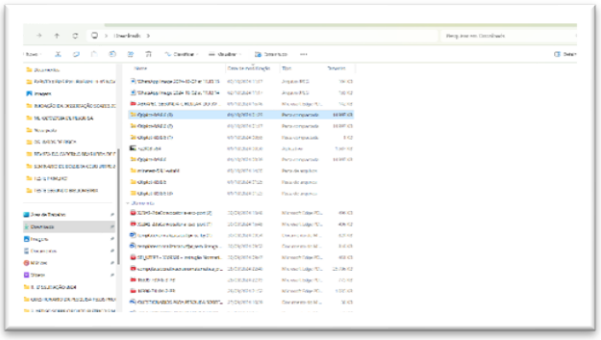
2. Instalação do QtiPlot

Após o download, siga estas etapas para instalar o QtiPlot:

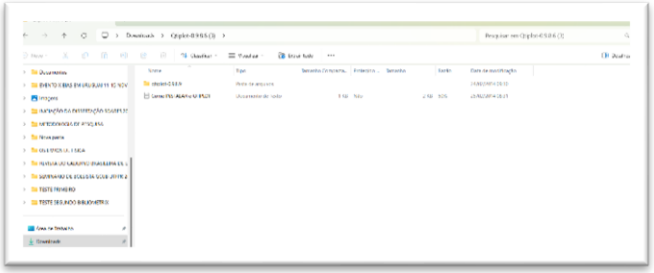
- Localize o arquivo baixado no seu computador.



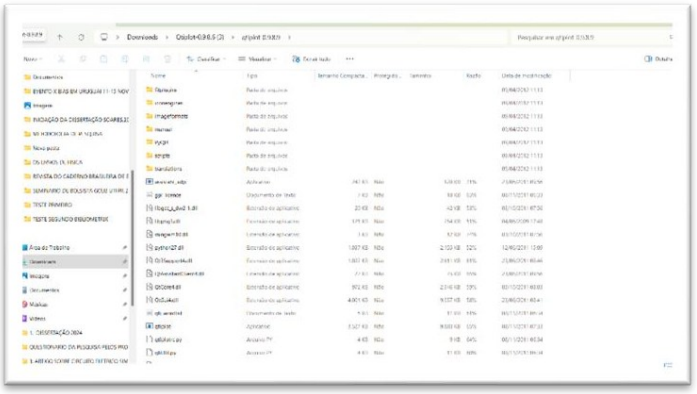
- Dê um duplo clique no arquivo para iniciar o processo de instalação.



- Siga as instruções do assistente de instalação. Pode ser necessário aceitar os termos de uso e escolher o diretório de instalação.



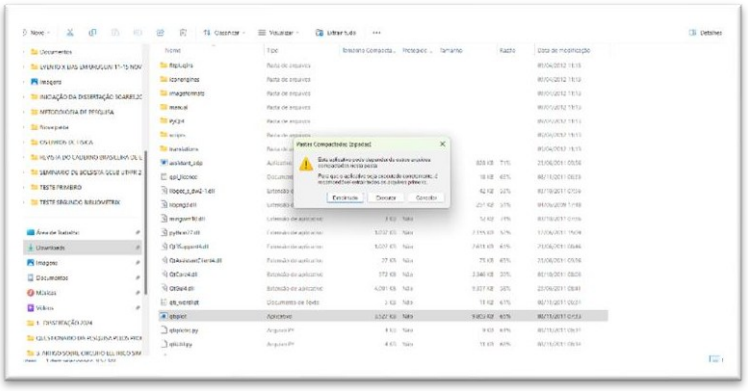
- Conclua a instalação e, se solicitado, reinicie o seu computador.



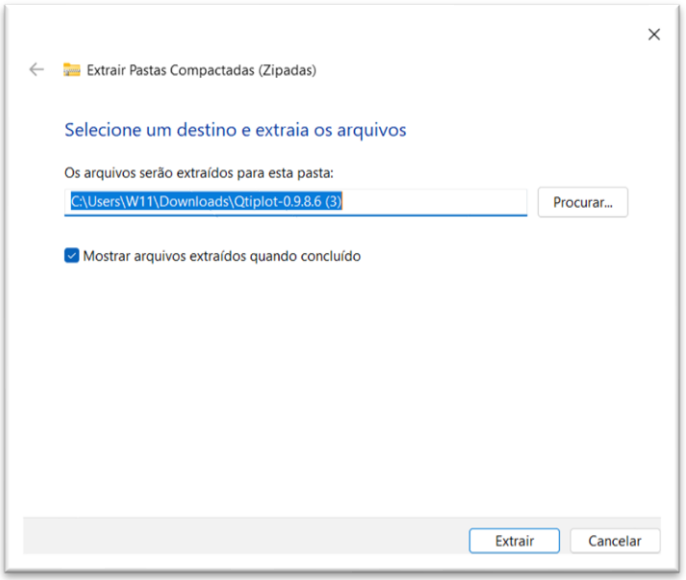
3. Execução do QtiPlot

Com o QtiPlot instalado, você está pronto para começar a usá-lo:

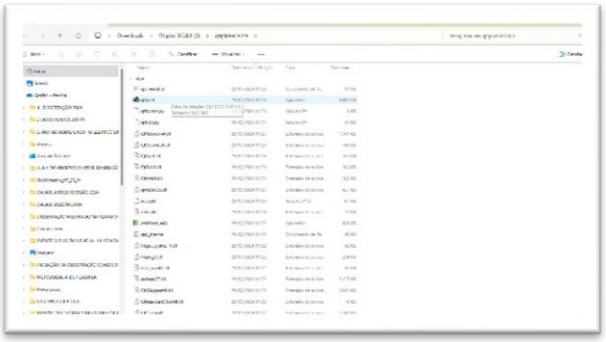
- Encontre o ícone do QtiPlot no menu de aplicativos ou na área de trabalho.



- Clique duas vezes no ícone para abrir o software.



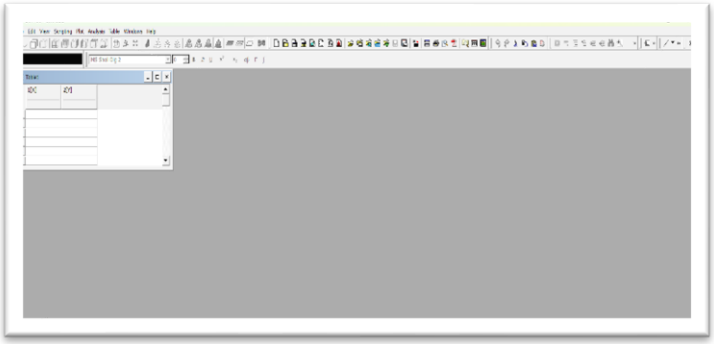
- Ao abrir o QtiPlot pela primeira vez, você pode ser solicitado a configurar algumas preferências iniciais.



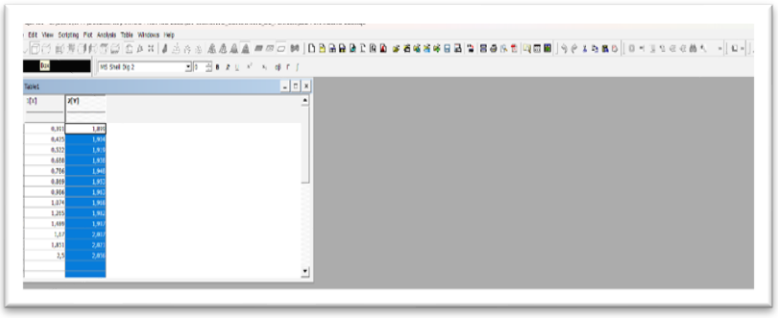
4. Navegação no QtiPlot

Uma vez dentro do QtiPlot, explore as funcionalidades básicas:

- **Importação de Dados:** Utilize a opção de importar arquivos de dados para começar suas análises.

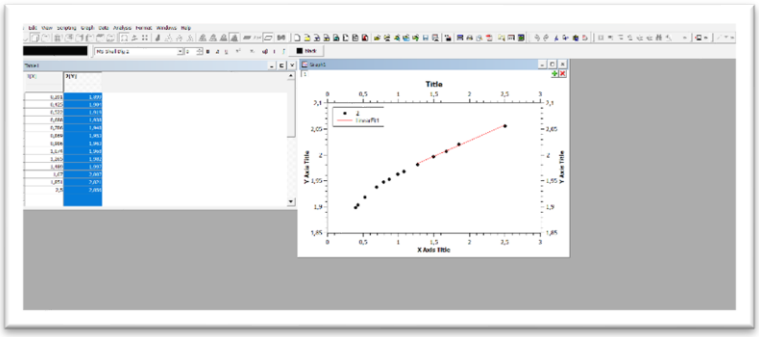


- **Criação de Gráficos:** Experimente diferentes tipos de gráficos para visualizar seus dados, como gráficos de dispersão, histogramas, entre



outros.

- **Análise de Dados:** Acesse as ferramentas de análise para realizar cálculos estatísticos e ajustes de curvas.



Recursos Adicionais

- **Tutoriais e Manuais:** Procure por tutoriais online e manuais de usuário para entender melhor as funcionalidades do QtiPlot.
- **Fóruns de Usuários:** Participe de fóruns e grupos de discussão para tirar dúvidas e compartilhar experiências com outros usuários do QtiPlot.

Com esses passos, você estará bem equipado para acessar e utilizar a plataforma QtiPlot de forma eficaz para suas necessidades de análise de dados e criação de gráficos.

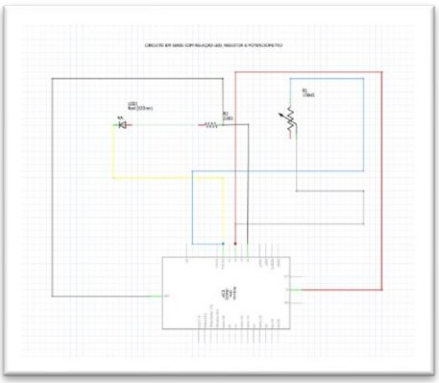
3. Como Acessar o site da Plataforma Fritzing

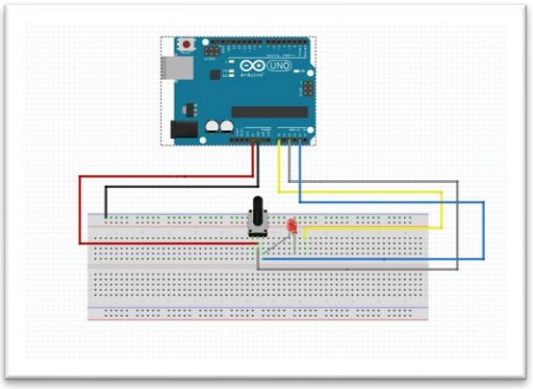
A plataforma Fritzing é uma ferramenta de software de código aberto que facilita a prototipagem eletrônica, permitindo que inventores, educadores e entusiastas de eletrônica criem projetos de forma intuitiva e visual. Ela é particularmente útil para aqueles que trabalham com placas como Arduino, Raspberry Pi e outros tipos de microcontroladores.

Funcionalidades Principais

1. Desenho de Circuitos

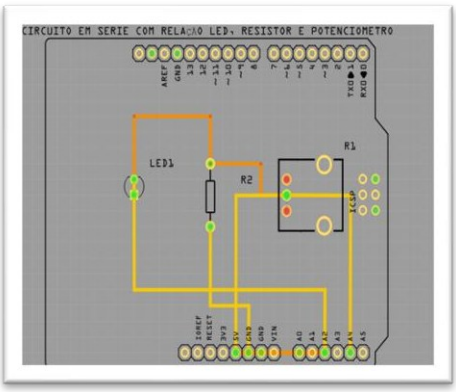
O Fritzing permite que os usuários desenhem esquemas de circuitos eletrônicos de maneira simples. Com uma interface gráfica amigável, é possível arrastar e soltar componentes eletrônicos para montar circuitos.





2. Criação de Placas de Circuito Impresso (PCB)

Além de desenhar esquemas, o Fritzing também auxilia na criação de layouts de PCB. Os usuários podem converter seus esquemas em placas de circuito impresso prontas para fabricação, facilitando o processo de prototipagem física.

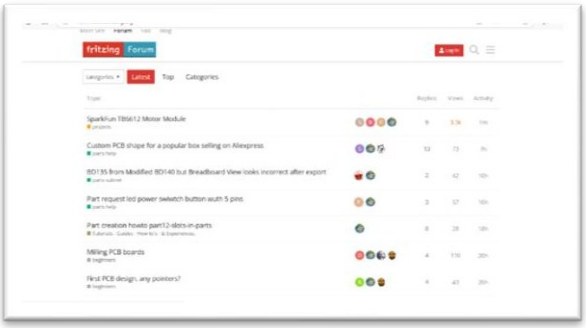


3. Biblioteca de Componentes

A plataforma possui uma extensa biblioteca de componentes eletrônicos que pode ser expandida com componentes personalizados. Isso permite que os usuários incluam peças específicas nos seus projetos sem complicações.

4. Documentação e Compartilhamento

O Fritzing também oferece ferramentas para documentar projetos e compartilhar com a comunidade. Usuários podem gerar diagramas e instruções claras para ajudar outros a replicar ou aprender com seus projetos.



Benefícios do Uso do Fritzing

Facilidade de Uso: A interface intuitiva é ideal para iniciantes e educadores que desejam ensinar conceitos básicos de eletrônica. Comunidade Ativa: A plataforma possui uma comunidade ativa que contribui com tutoriais, exemplos de projetos e suporte. Custo Acessível: Sendo uma ferramenta de código aberto, é acessível sem custos iniciais, com algumas funcionalidades adicionais disponíveis por uma pequena taxa.

Aplicações Comuns

Educação: Utilizado em escolas e universidades para ensinar conceitos de eletrônica e programação. Prototipagem Rápida: Ideal para inventores e engenheiros que necessitam de uma solução rápida para testar ideias.

Projetos DIY (Do It Yourself): Popular entre hobbyistas que adoram criar seus próprios projetos eletrônicos em casa.

Em resumo, o Fritzing é uma plataforma poderosa para qualquer pessoa interessada em criar e compartilhar projetos eletrônicos, oferecendo um ambiente acessível e repleto de recursos para transformar ideias em realidade.

Guia de Instalação do Fritzing

Fritzing é uma plataforma de código aberto que facilita a documentação de protótipos eletrônicos, além de permitir que os usuários criem circuitos e gerem diagramas esquemáticos. Siga este guia passo a passo para instalar o Fritzing no seu computador.

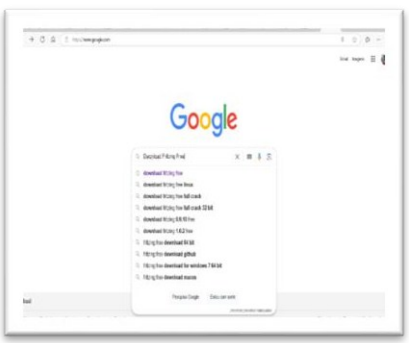
Requisitos do Sistema

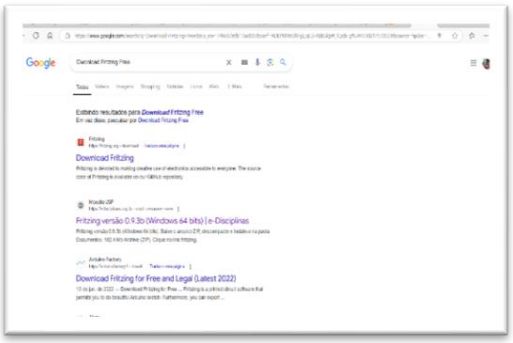
Antes de começar, verifique se o seu sistema atende aos seguintes requisitos: Windows: Windows 7 ou superior; macOS: macOS 10.13 ou superior; e Linux: Kernel 3.13 ou superior

Passo a Passo de Instalação

Passo 1: Baixar o Fritzing

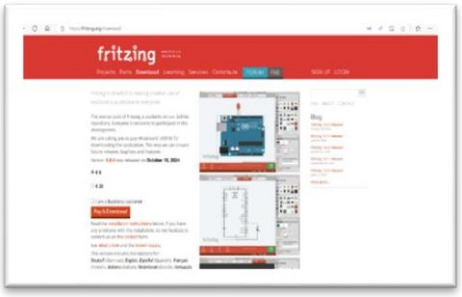
1. Visite o site oficial do Fritzing: Acesse: fritzing.org (https://fritzing.org/download/) para baixar a versão mais recente do software.





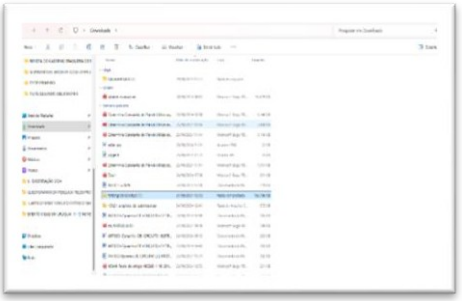
2. Escolha a versão correta: Selecione a versão adequada para o seu sistema operacional (Windows, macOS ou Linux).

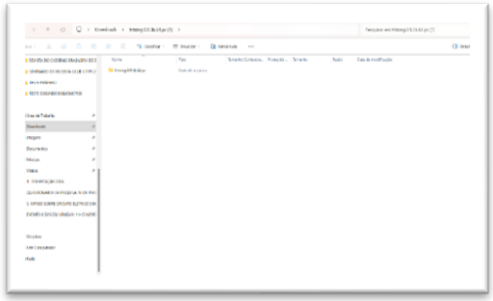
3. Baixe o arquivo: Clique no botão de download para iniciar a transferência do arquivo de instalação.



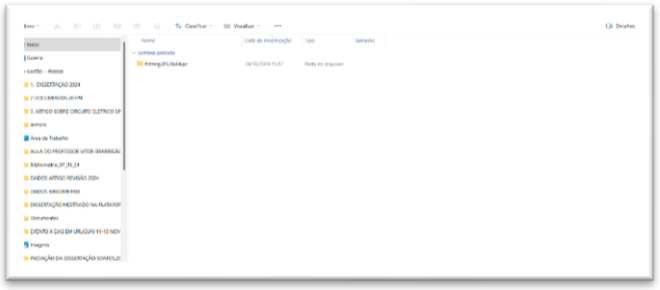
Passo 2: Instalar no Windows

1. Localize o arquivo baixado: Normalmente, ele estará na pasta "Downloads".

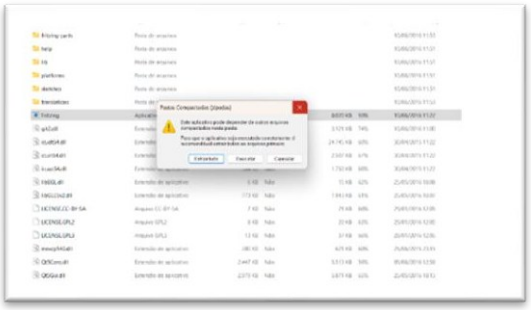




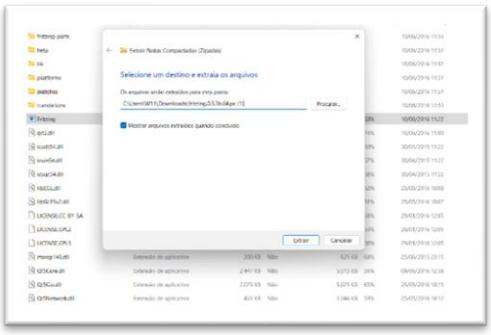
2. Execute o instalador**: Clique duas vezes no arquivo `.exe` baixado.



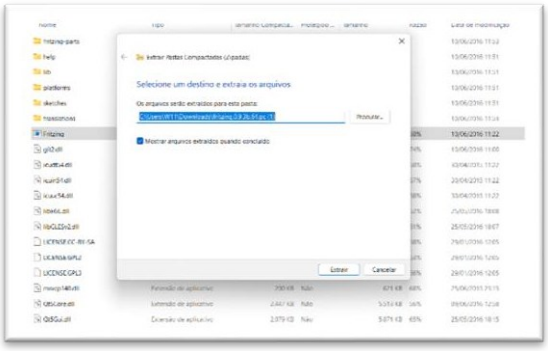
3. Siga as instruções do instalado:
    - Aceite os termos de uso.



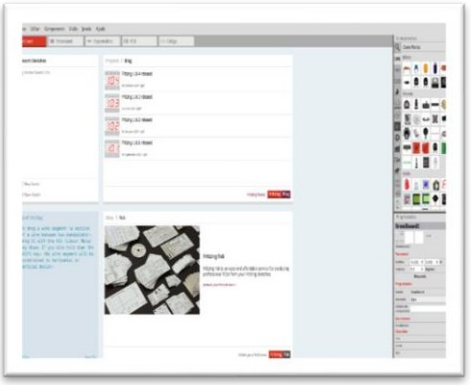
    - Escolha o diretório de instalação.



    - Clique em "Instalar" para iniciar o processo.

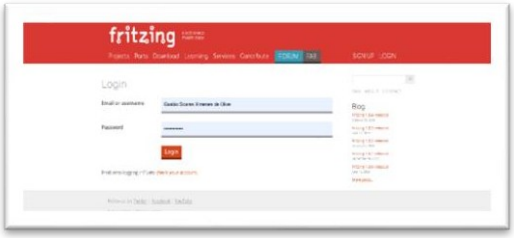


4. Conclua a instalação: Após a instalação, clique em "Concluir" para fechar o instalador.



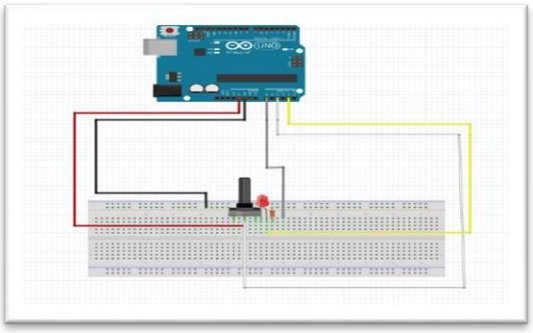
Passo 5: Primeiros Passos com o Fritzing

1. Crie uma conta: Embora não seja obrigatório, você pode criar uma conta para acessar recursos adicionais.

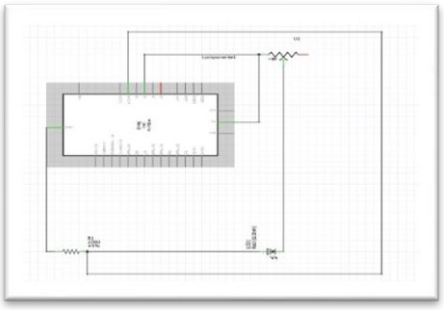


2. Explore tutoriais: O site do Fritzing oferece uma variedade de tutoriais e exemplos para ajudar iniciantes a se familiarizarem com a plataforma.

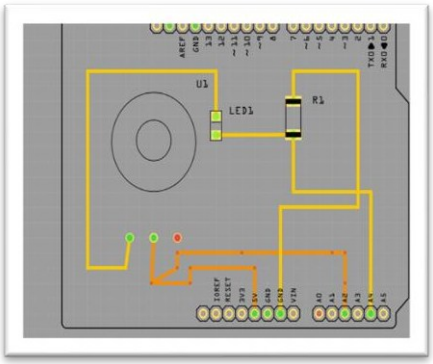
3. Comece seu projeto: Use a interface intuitiva do Fritzing para começar a desenhar seus circuitos.



4. Depois de fazer ligação agente podemos fazer a esquematização do circuito com seguintes.



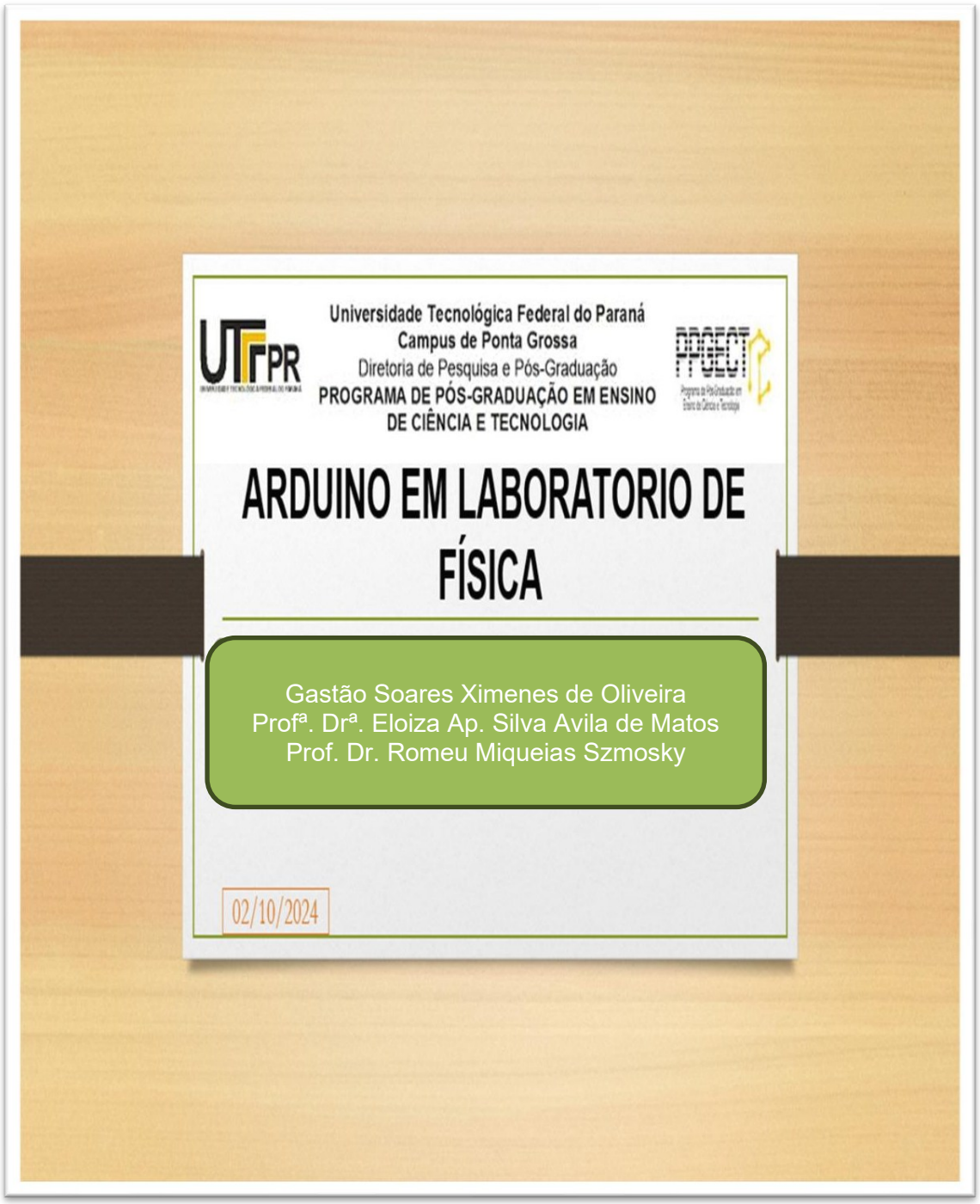
5. Quando terminamos o circuito agente também visualizar a esquematização através do PCB.



Pronto! Agora você está preparado para começar a usar o Fritzing em seus projetos eletrônicos. Se precisar de mais assistência, consulte a seção de suporte no site oficial do Fritzing.

Roteiro da Aula-1
1ª e 2ª Atividade
Objetivo:

1. **Proporcionar a plataforma do Arduino como é que funciona no laboratório de física.**
2. **Utilizar o Arduino para acender LED e controlar.**

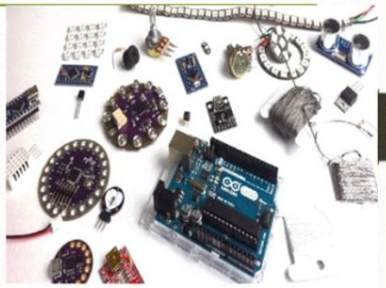


Objetivo

- Propicionar o plataforma do arduino como é que funciona no laboratório de física;
- Utilizar o arduino para ascender LED e controlar a luminosidade.
- Fazer o teste preliminar do experimento e a aplicação do questionario no início (Pré-Teste) da aula.

Introdução

Nesta atividade apresentamos um breve de intrdução sobre O Arduino, é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, oferece uma maneira prática e acessível de conduzir experimentos interativos, permitindo que os alunos conectem novos conhecimentos a conceitos já existentes. Portanto, neste parte, procuraremos responder o que é o Arduino, quais seus benefícios para o ensino de física, sua aplicação prática em laboratório e suas as vantagens de sua implementação como ferramenta de aprendizagem.



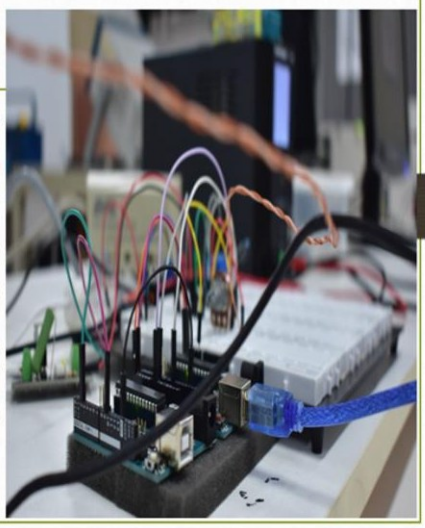
Introdução ao ARDUINO

argonavis

Helder da Rocha
www.eletronicaparaartistas.com.br

O Arduino: Definição e utilização em laboratório de física

- Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica que combinam Hardware e Software de código aberto.
- Algumas definições sobre a utilização do Arduino em laboratórios de física, (EVANS et al., 2013),
- É um laboratório de física, o Arduino permite a criação de dispositivos interativos que podem medir e registrar dados de diversos experimentos.
- A incorporação do Arduino em laboratórios de física oferece inúmeros benefícios educacionais.
- No contexto do laboratório de física, o Arduino é usado para uma variedade de experimentos que envolvem a medição de grandezas como temperatura, luminosidade, movimento, entre outras.
- Implementar atividades de ensino-aprendizagem com o Arduino oferece várias vantagens significativas



História do Arduino

- O Arduino foi criado em 2005, na Itália, por um grupo de estudantes do Interaction Design Institute Ivrea.
- Arduino Serial foi primeiro placa que criou em 2005

Figura 1 : Instituto Evrea Italia

Fonte : História do Arduino - como surgiu e quem criou esta incrível plataforma (fabiocosta.net). Acesso em 01/10/2024

Figura 2 : Arduino Serial

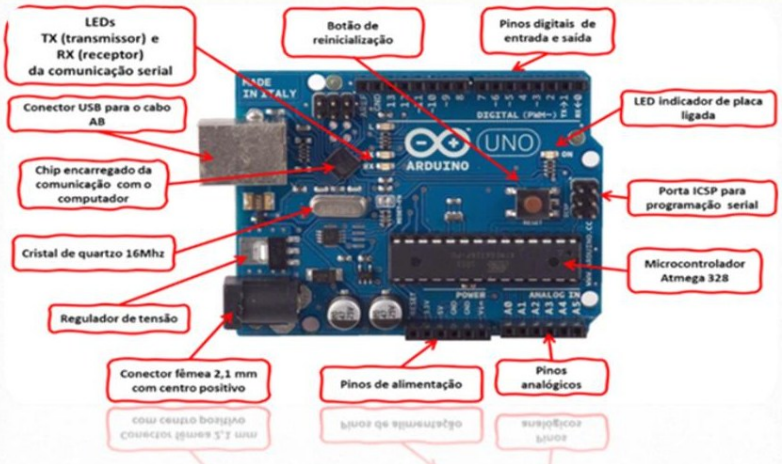
Fonte : História do Arduino - como surgiu e quem criou esta incrível plataforma (fabiocosta.net). Acesso em 01/10/2024

- A Placa Arduino uno é um componente essencial e altamente versátil que forma a espinha dorsal de uma variedade de projetos eletrônicos.
- foi relatado que o coração de uma placa Arduino é seu microcontrolador, que geralmente é baseado na arquitetura AVR da Atmel ou em outros microcontroladores mais recentes, como o SAMD21 da Microchip, (Felisardo et al)

Fotografia 1: representação Placa Arduino Uno

Fonte: Autoria Própria (2024)

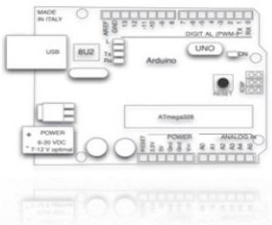
Descrições dos nomes do componentes que de dentro do placa arduino



A Placa de Arduino Uno

- Existem no mercado vários modelos de Arduino®, porém, para quem está começando a trabalhar com Arduino®, recomenda-se que comece com o Uno.
- Este modelo apresenta um menor custo em relação às suas versões mais avançadas e uma configuração simples, cuja conexão USB é superior e possui uma melhor fonte de alimentação regulada integrada.
- O Arduino® Uno é uma boa opção multiuso e é a melhor escolha para uma placa de saída com fonte de alimentação auto chaveada e tensão integrada de 3,3 V regulada. A Figura 3 mostra o layout da placa citada.

Figura – 3: Layout da Placa e pinos do Arduino Uno



Fontes:(EVAS et al., 2013)

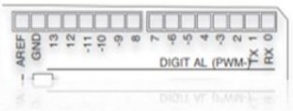
- O Arduino® Uno possui uma maior compatibilidade de pinos em relação às suas versões anteriores, o Duemilanove e Diecimila.

Figura – 4: Mostra as entradas analógica

Fontes :(EVANS et al., 2013)

- Os comandos recebidos pela interface gráfica são enviados pelo software para o Arduino® também via conexão USB e são interpretados por ele, e tem entrada analógica.
- Os pinos digitais 3, 5, 6, 9, 10 e 11, marcados com um til (~), podem ser configurados como saída de PWM, pulso digital de largura variável que é interpretado em alguns circuitos como um sinal analógico.
- O Arduino® Uno oferece pinos de saída de corrente contínua com tensão de +3,3V e +5V, que podem alimentar pequenos componentes.

Figura – 5: Mostra as entradas e saídas digitais



Fonte : (EVANS et al., 2013)

Figura - 6 mostra os pinos de alimentação da placa.

Fontes: (EVANS et al., 2013)

Software para o Arduino

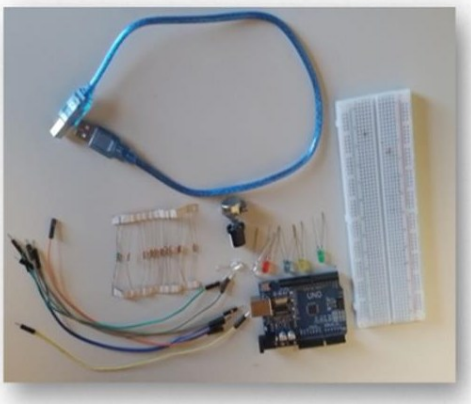
- O software do arduino é Ambiente de Desenvolvimento Integrado (Integrated Devolopment Enviroment)
- Ele é uma plataforma de código aberto que oferece todas as ferramentas necessárias para a programação da placa Arduino®
- Este software pode ser baixado gratuitamente no site oficial Arduino Software, com versões disponíveis para-Windows, Mac OS X e Linux.
- Um sketch é essencialmente um conjunto de instruções que define o comportamento da placa Arduino®.

Figura - 7: O ambiente de trabalho do Arduino.

Fonte: IDE do Arduino Versão 2.3.2

Fotografia 2: Materiais para o experimento proposto

- A seguir listamos algumas matérias que recomendamos inicialmente para quem está começado a utilizar o Arduino: Arduino (Uno), cabo USB, placa de testes (breadboard), cabo de jumpers, os LEDs, os resistores, potenciômetro (resistor variável). É claro que esses componentes são apenas uma sugestão para os iniciantes, caso você já esteja familiarizada com outros componentes mãos a obra.



Fonte: Autoria Própria (2024)

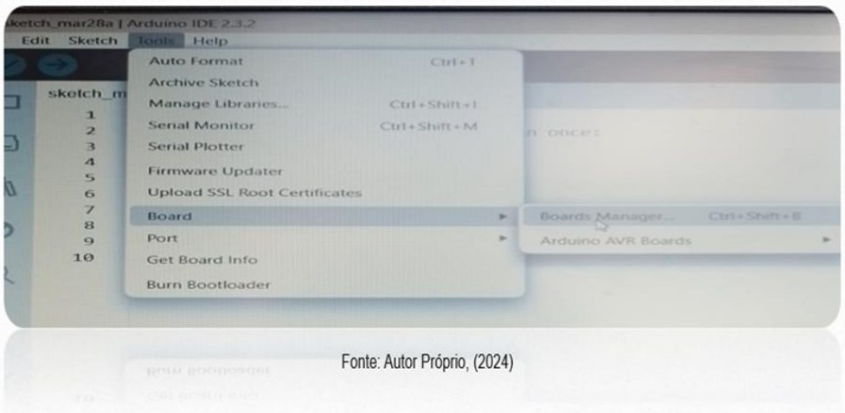
Como funcionar Testar o LEDs pode piscar num segundo com Arduino

- Devemos ressaltar que para o Arduino fazer estes procedimentos temos que escrever um sketch para fazer o LED piscar.
- Criar o Código dentro do Sketch (IDE)

```
1. Código para fazer um LED piscar
2. Void setup () {
       pinMode (13, OUTPUT);
3. }
4. Void loop () {
       digitalWrite (13, HIGT);
       delay (1000);
       digitalWrite (13, LOW);
       delay (1000);
5. }
```

Selecionar da placa e definição da porta par o sistema operacional usado.

Figura – 8: Placa Arduino Uno e a porta serial definida



Fonte: Autor Próprio, (2024)

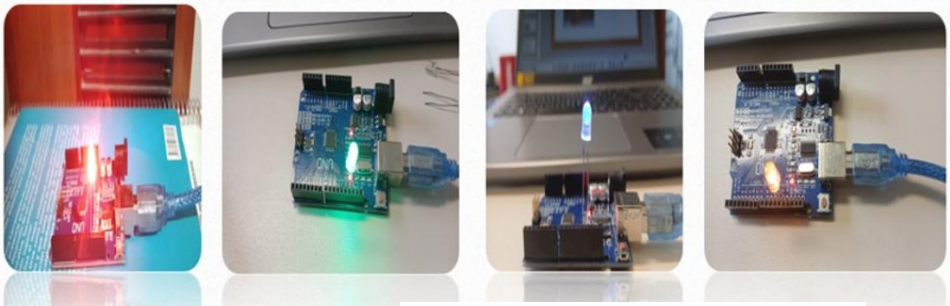
Carregar ou click no Butão para carregar o Sketch para o Arduino

Figura – 9: Butão para carregar o Sketch para o Arduino

Fonte: Autoria Própria (2024)

Controlar também um LED externo conectando entre o pino 13 e o GND.

Fotografia 3: Conexão do LED no arduino



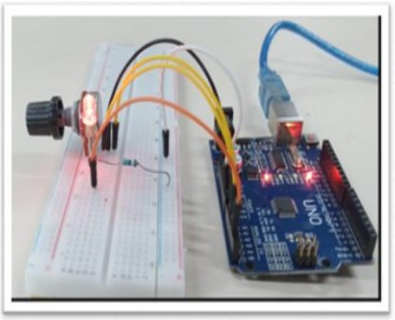
Fonte: Autoria Propria (2024)

Conclusão

Atividade Experimentais física com o Arduino

- Nas atividades experimentais de física, a ferramenta que tem se destacado por ser prática e abordar a tecnologia digital é o Arduino.
- A aplicação prática do Arduino em experimentos e demonstrações de física na escola.
- A importância do Arduino na atividade experimental de física é evidente, pois ele contribui para o desenvolvimento de uma abordagem mais prática e contextualizada do ensino de física.

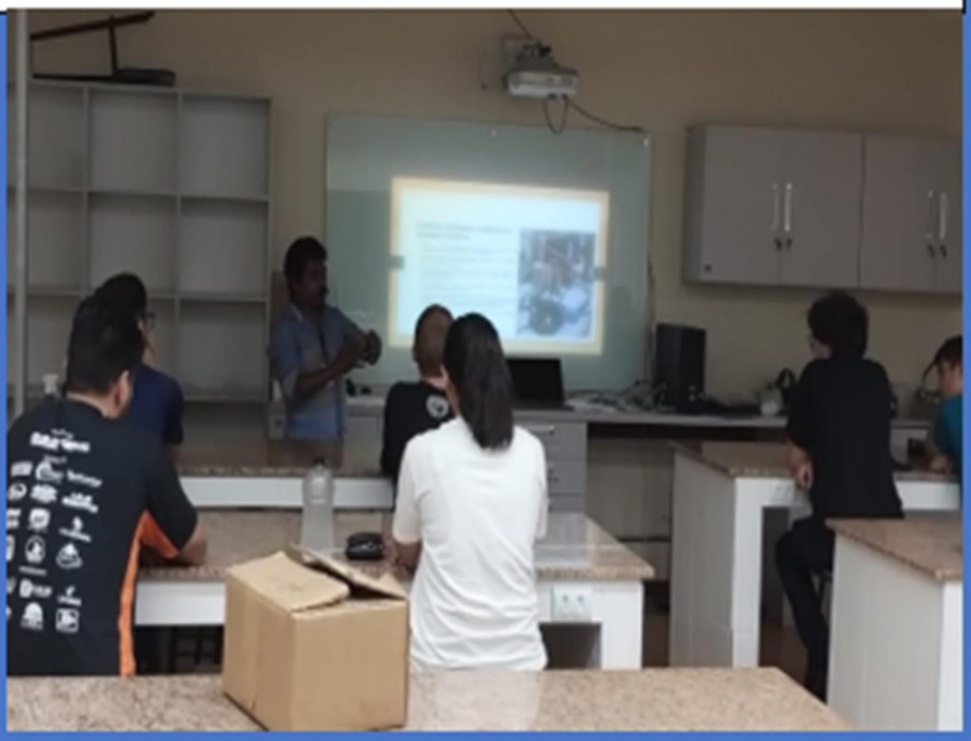
Fotografia 4: Montagem do circuito



Fonte: Autoria Própria (2024)

Fotografias dos estudantes turma A e B fazendo atividade 1

O Pesquisador Apresenta Mateira sobre Introdução Arduino R3 Como atividade 1



3ª Atividade
Objetivo

- **Para fazer o teste preliminar do experimento e a aplica-se o questionario no início da aula.**

O questionário a seguir tem a finalidade de construir um diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos acerca dos conceitos da Física Quântica.

1. Você já ouviu falar sobre Física Quântica e a quantização da energia? O quê?

   ---
2. Você já ouviu falar sobre a constante de Planck? Applique brevemente o que sabe sobre ela?

   ---
3. Você sabia que Conceitos da Física Quantica podem ser aplicadas em experimentos com Arduino? Applique as suas respostas?

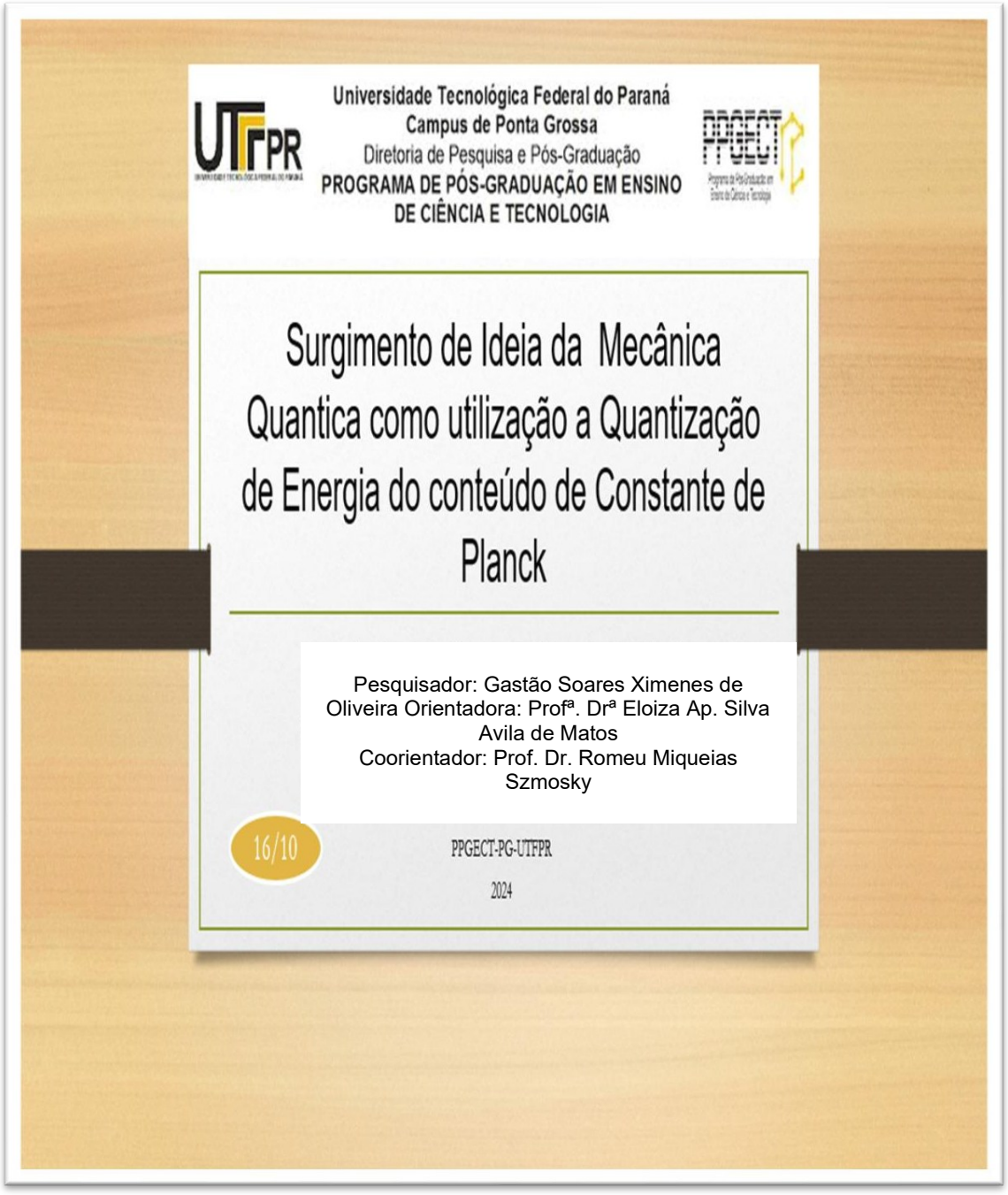
   ---
4. Você considera interessante utilizar a plataforma Arduino Uno para coletar dados experimentais nas aulas de Física? Justifique sua respostas.

   ---
5. De que maneira o uso do Arduino como ferramenta de coleta de dados pode facilitar seu entendimento dos conceitos de Física?

Fotografia dos estudantes turma A e B realizando atividade 2. Preenchendo o questionário de mapeamento

Roteiro da Aula – 2
4ª e 5ª Atividade
Objetivo:

1. **Propiciar a discussão sobre a importância de constante de Planck para a Mecânica Quantica**
2. **Apresentar os vídeos sobre o surgimento de Mecânica Quântica**



Objetivo da Aula

- Propiciar a discussão sobre a importância de constante de Planck para a Mecânica Quântica
- Apresentar o vídeo sobre o surgimento de Mecânica Quantica

Surgimento Mecânica Quântica

- A Mecânica Quântica é a teoria Física que descreve o universo atômico e das radiações, contudo, é difícil situar exatamente a respeito sobre a sua origem. Muitos historiadores da ciência afirmam que a apresentação do artigo físico alemão Max Planck (1858 – 1947) em 14 de dezembro de 1900 "Sobre a teoria da lei de distribuição de energia do espectro normal" – entende -se espectro normal como o espectro de radiação de um corpo negro – tenha mercado o início de seu surgimento. No entanto, o nascimento da mecânica Quântica ocorreu devido a inabilidade da Física Clássica em responder satisfatoriamente alguns problemas, principalmente aqueles que se apresentaram para os físicos nas últimas décadas do século XIX.

Figura 1: Max Planck (1858-1947)

Fonte: The Nobel Prize in Physics 1918. Disponível em:Max Planck. Físico alemão (1858 - 1947) | Unknown artist (meisterdrucke.pt)Acesso em: 27 de Setembro de 2024.

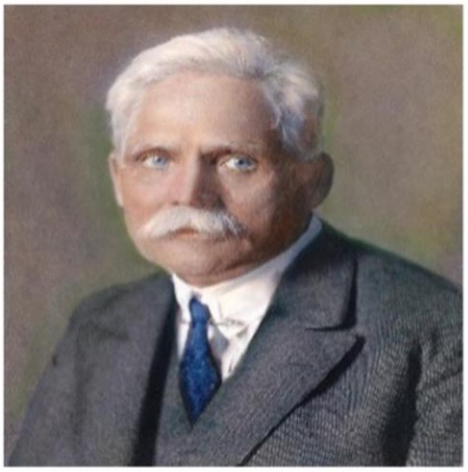
Físico alemão e ganhador do prêmio Nobel de Física de 1918 em reconhecimento aos seus serviços prestados para o avanço da física e à sua descoberta do "quanta" de energia. Embora muitos historiadores da ciência afirmem que a apresentação do artigo do Físico alemão Max Planck (1858-1947) em 14 de dezembro de 1900 denominado "Sobre a teoria da lei de distribuição de energia do espectro normal" tenha marcado o início da Física Quântica, o nascimento da mecânica quântica se deu devido a inabilidade da Física Clássica em responder satisfatoriamente alguns problemas, principalmente aqueles que se apresentaram para os físicos nas últimas décadas do século XIX.

- Nesse época, a Física clássica tratava a natureza da luz por meio do eletromagnetismo clássico de Maxwell, e a classificando como ondas eletromagnéticas, o que posteriormente fora comprovado experimentalmente pelo físico alemão Henrich Rudulf Hertz (1857-1894)

- Portanto, uma necessidade tecnológica, associada ao desenvolvimento industrial alemão ocorrido no século XIX, levou a construção empírica das curvas de radiação térmica dos matérias aquecidos pela indústria siderurgica. Esse processo provocou um enorme interesse por um comunidade de físicos experimentais da época, dentre eles, o físico alemão Wilhelm Wien (1864 – 1928), o matemático e físico inglês John Willian Strutt (1842 – 1919), mais conhecido como Lord Rayleigh (1842 – 1919), o físico, astrônomo e matemático britânico James Hopwood Jeans (1877-1946) e Max Planck (Zanetic, & Mozena, 2020).

Figura 2: Wilhelm Wien (1864-1928)

Foi o primeiro físico a tentar fornecer uma análise teórica coerente para a obtenção da distribuição espectral da radiação do corpo negro. Em 1911, recebeu o prêmio Nobel de Física, pela descoberta das leis de irradiação do calor, mais conhecida como a Lei de Wien.



Fonte: Wilhelm Wien. Disponível em: "https://www.uni-wuerzburg.de/en/uniarchiv/personalities/eminent scholars/wilhelm-wien/". Acesso em: 27 de setembrro 2024.

Figura 3: Fundação de metal em indústria siderúrgica

Compreender o comportamento da radiação térmica emitida pelos metais aquecidos em fornos de alta temperatura pela indústria siderúrgica alemã, foi um dos grandes motivadores para que os cientistas investigassem em meados do século XIX a natureza da radiação térmica.

Fonte: Siderúrgica. Disponível em: "https://www.g techsistemas.com.br/segmento/industria/12/siderurgica". Acesso em: 27 de setembrro 2024.

- Vários cientistas buscaram solucionar a questão do espectro da radiação do corpo negro. Os estudos iniciais apontam para os trabalhos realizados pelo físico e matemático austro-esloveno Josef Stefan (1835-1893) e pelo físico austríaco Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906). Boltzmann chegou à equação que fornece a radiância total *R* para uma superfície, também conhecida como a *Lei de Stefan – Boltzmann.*

- No entanto, o primeiro físico a tentar fornecer uma análise teórica coerente para a obtenção de distribuição espectral da radiação do corpo negro foi Wihelm Wien em 1894. Ele se baseou nas considerações eletromagnéticas e termodinâmica de Boltzmann. Embora pareça fácil a obtenção dessa função por Wien através da física predominante da época, não foi isto o que acorreu, pois muitos cientistas não obtiveram êxito durante o final do século XIX. A física clássica não forneceu resultados satisfatório para resolver o problema da função de distribuição do espectro de radiação do corpo negro.

Figura 4: Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906).

O físico austríaco é conhecido pelo seu trabalho no campo da termodinâmica estatística. É considerado junto com Josiah Willard Gibbs e James Clerk Maxwell como o fundador da mecânica estatística.

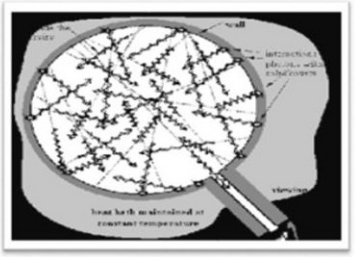
Fonte: Ludwig Boltzmann. Disponível em: "https://www.sciography.com/ludwig-boltzmann.htm". Acesso em: 27 de setembrro 2024.

- Max Planck buscou utilizar um formalismo matemático desenvolvido por Ludwig Boltzmann para a teoria cinética dos gases. Planck postulou que a distribuição de energia se dava em níveis discretos. Ele considerou que, na superfície das paredes da cavidade do corpo negro (Figura 5) existem osciladores harmônicos simples (cargas elétricas oscilantes) que só podem ter determinados valores Ɛ de energia, de tal modo que a energia Ɛ era obtida com múltiplos de um valor mínimo de energia seguinte forma:
- $\varepsilon = nhv$
- $onde\ n = número\ de\ quântico\ (1,2,3,\ldots.)$
- $h = Constante\ de\ Planck\ (4{,}134x10^{-15}eV.s$
- $hv = frequência\ do\ oscilador(Hz)$
- No qual n é o número quântico, hv é a frequência do oscilador e h uma constante que fora obtida mais como um artificio matemática do que uma realidade física, pois de algum modo essa constante fornecia resultados corretos para a energia de radiação. Deste fato se origina a seguinte frase de Planck : "foi um ato de desespero" (Eisberg & Resnick, 1979).

- Para cada valor de n o oscilador está em um determinado estado quântico. Assim, no estado quântico n = 1 sua energia é hv; no estado quântico n=2 sai energia 2nv, e assim por diante, isso significa que a energia do oscilador é quantizada, ou seja, só pode ter determinado valores, no caso múltiplos inteiro de hv. É importante destacar que essa teoria de fato contraria totalmente a física clássica, segundo a qual um determinado oscilador harmônico simples pode ter qualquer quantidade de energia e, alem disso, na física clássica essa energia depende apenas da amplitude de suas oscilações e não sua frequência.

Figura 5: Cavidade de um corpo negro com fótons saltando para frente e para trás a uma determinada temperatura.

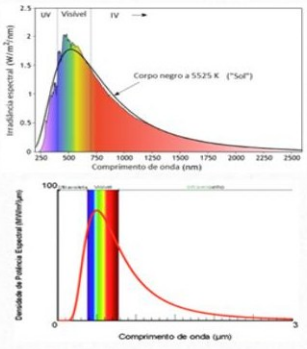
- A cavidade possui um pequeno orifício pelo qual é possível observar a radiação espectral. Planck considerou que na superfície das paredes da cavidade do corpo negro, existem osciladores harmônicos simples (cargas elétricas oscilantes) que só podem ter discretos valores ε de energia, de tal modo que $\varepsilon = h\nu$ para n = 1, 2, 3, ... Planck também considerou que os osciladores existentes na superfície do corpo só emitem ou absorvem energia quando passam de um estado quântico para outro.



Fonte: A point-like hole cavity as a blackbody -This is considered a blackbody... | Download Scientific Diagram (researchgate.net) Acesso em 27 de setembro de 2024

- Se o estado quântico passou de n=1 para n = 2, uma porção discreta de energia hv foi absorvida pela carga elétrica oscilante. Portanto, a emissão e absorção de energia também se dão em quantidade quantizadas. Desse modo, essa hipótese fornecia resultados teóricos satisfatórios em comparação com os dados obtidos experimentalmente para a distribuição espectral da radiação térmica de um corpo negro em função de seu comprimento de onda conforme pode ser observado na figura 6.

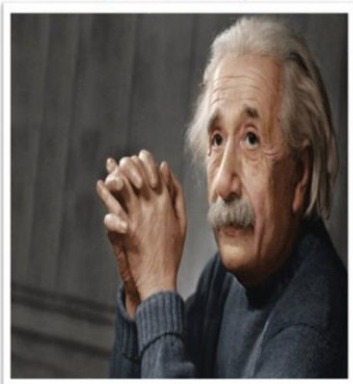
- **Figura 6:** (a) Gráfico dos pontos experimentais (círculos vermelhos) e da previsão teórica da Física Clássica (linha sólida azul) da intensidade da radiação emitida por um corpo negro em função de seu comprimento de onda realizada pelos físicos Rayleigh e Jeans, também conhecida como a catástrofe do ultravioleta.
- (b) Gráfico dos pontos experimentais (círculos vermelhos) e da previsão teórica (linha sólida azul) da intensidade da radiação emitida por um corpo negro em função de seu comprimento de onda realizada pelo físico Max Planck.



Fonte: Disponível em: "https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_(OpenStax)/University_Physics_III_-_Optics_and_Modern_Physics_(OpenStax)/06%3A_Photons_and_Matter_Waves/6.02%3A_Blackbody_Radiation". Acesso em 27 de setembro de 2024

- No entanto, foi Albert Einstein (1879 – 1955), de certo modo, contrariando Planck, que atribuiu uma realidade física aos níveis discretos das ondas eletromagnéticas, de tal modo a supor que, independentemente da presença de uma cavidade, a luz seria composta de unidades elementares, também conhecidas como "quanta". O artigo escrito por Einstein (1905), intitulado: "Sobre um ponto de vista heurístico da criação e conversão da luz", afirma que: de acordo com as hipóteses aqui assumidas, quando um raio da luz, se propaga a partir de um ponto, sua energia não é continuamente distribuída em um volume crescente. Ela consiste em um número de quanta energia, localizados no espaço que se movem sem se dividir e que podem ser observados ou emitidos apenas como um todo (Einstein, 1905 apud FRANCO, 2002).
- Esse artigo de Einstein se refere primordialmente a aspectos termodinâmicos relativos ao problema da radiação do corpo negro. Ao contrário do que se é afirmado em 10 inúmeros livros-textos, apenas no final do artigo é que Einstein faz considerações a respeito do efeito fotoelétrico (EINSTEIN, 1905 apud FRANCO, 2002).

Figura 7: Albert Einstein (1879-1955).



Fonte: Albert Einstein. Disponível em: "https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1921/einstein/facts/". Acesso em: 27 de setembro de 2024

- O físico alemão Albert Einstein ganhou o prêmio Nobel de Física em 1921 devido a sua explicação para o efeito fotoelétrico e por suas contribuições para a Física Teórica.
- O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), em um de seus postulados referentes ao seu modelo atômico, apresentou que a produção de espectros é um fenômeno "quântico" (ocorre por saltos). Apesar de algumas contradições, o modelo de Bohr conseguiu explicar quantitativamente todas as séries de linhas de hidrogênio (PIRES, 2008; EINSTEIN, 1905 apud FRANCO, 2002)

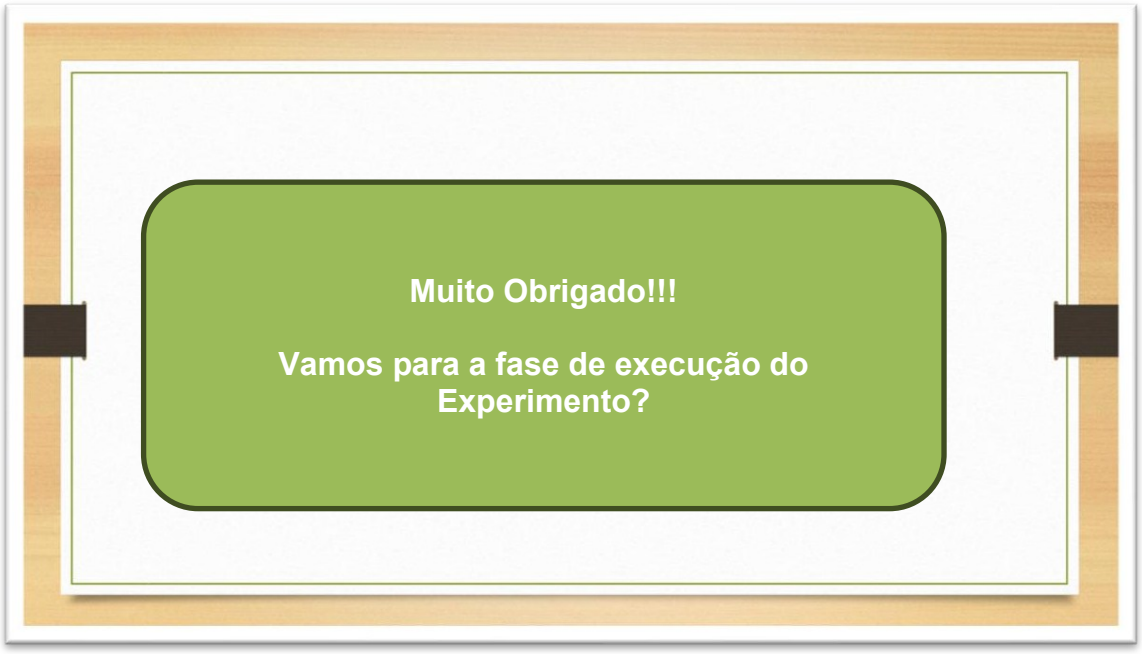
Figura 8: Niels Bohr (1885-1962)

O físico dinamarquês, Niels Bohr ganhou o prêmio Nobel de Física em 1922 por seus serviços na investigação da estrutura dos átomos e radiação emanada por eles.

Fonte: Niels Bohr. Disponível em: "https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1922/bohr/biographical/". Acesso em: 27 de setembro de 2024

Videio 1 - Surgimento Mecânica Quantica

Vídeo 2 - Quantização de Energia e Constante de Planck


Muito Obrigado!!!
Vamos para a fase de execução do Experimento?

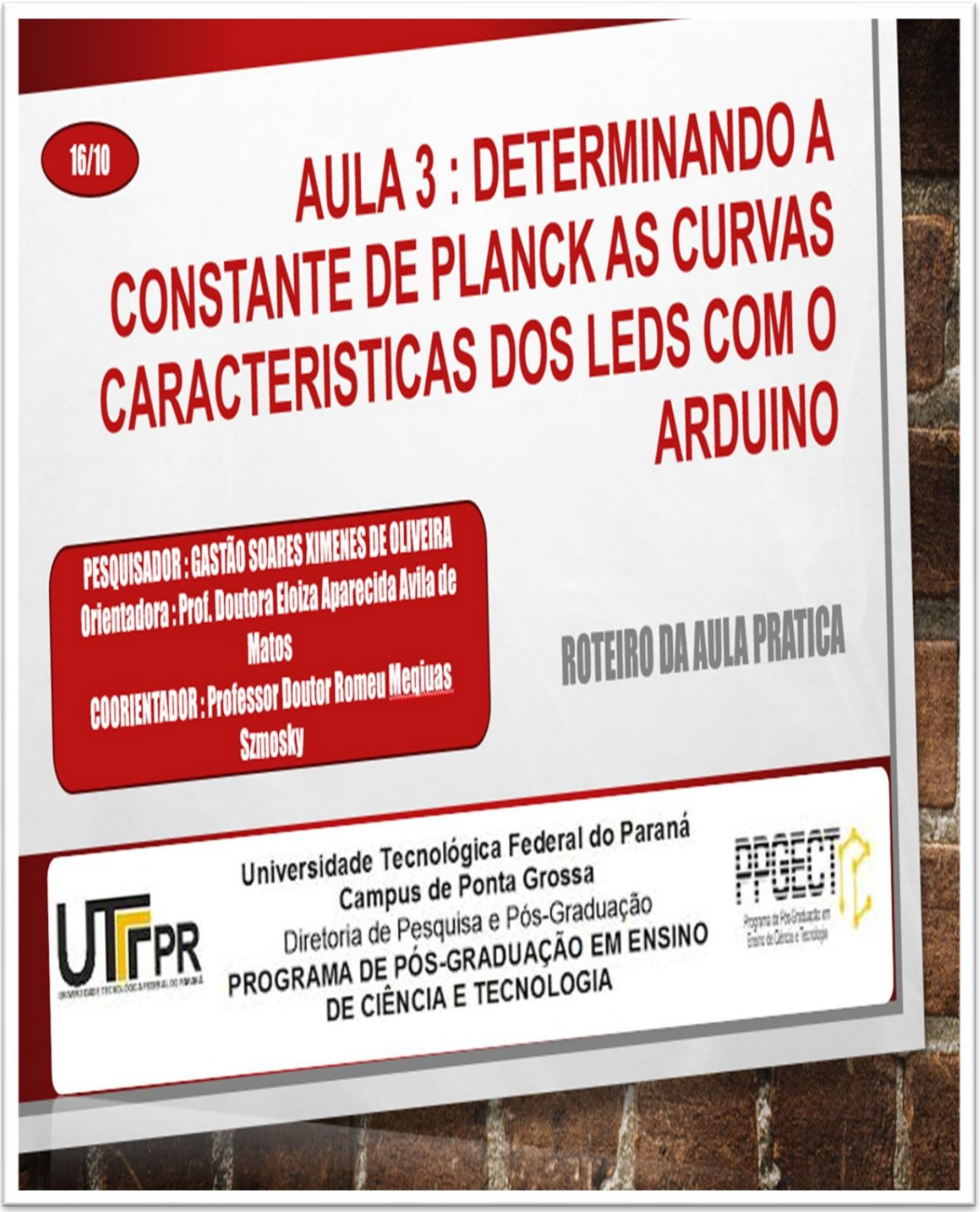
Fotografia dos estudantes turma A e B fazendo atividade 3 relacionada ao experimento utilizando arduino para acender o LED.

Grupo 1

Grupo 2

Roteiro Aula – 3
6ª e 7ª Atividade
Objetivo:

1. **Determinar a constante de Planck e discutida sobre sua importância para a física**
2. **Obter a constante de Planck a partir da proposta de Einstein para o Efeito Fotoeletrica**
3. **Realizar um ajuste dos pontos de um gráfico da ddp em função da frequência de emissão dos LEDs**

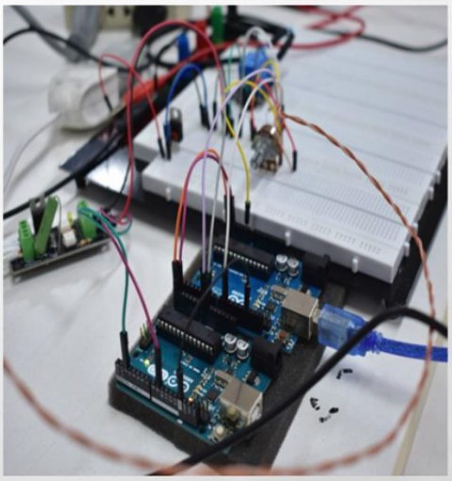


OBJETIVOS DA AULA

- DETERMINADA A CONSTANTE DE PLANCK E DISCUTIDA SOBRE SUA IMPORTÂNCIA PARA A FÍSICA.
- OBTER A CONSTANTE DE PLANCK A PARTIR DA PROPOSTA DE EINSTEIN PARA O EFEITO FOTOELÉTRICO
- REALIZAR UM AJUSTE DOS PONTOS DE UM GRÁFICO DA DDP EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE EMISSÃO DOS LEDS.

INTRODUÇÃO

- NA TERCEIRA ATIVIDADE DE AULA SERÁ DETERMINADA A CONSTANTE DE PLANCK E DISCUTIDA SOBRE SUA IMPORTÂNCIA PARA A FÍSICA. O MÉTODO UTILIZADO PARA ISSO SERÁ AQUELE PROPOSTO POR EINSTEIN PARA O EFEITO FOTOELÉTRICO E CONSISTE EM REALIZAR UM AJUSTE DOS PONTOS DE UM GRÁFICO DA DDP EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE EMISSÃO DOS LEDS.
- EM RELAÇÃO À COLETA DOS DADOS, A INTEGRAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO COM A PLANILHA ELETRÔNICA POSSIBILITARÁ ALGUMAS VANTAGENS, COMO, POR EXEMPLO, A REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO DE COLETA DOS DADOS EXPERIMENTAIS E A FACILIDADE DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS PELOS DISCENTES, DEVIDO À CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO EM TEMPO REAL.



PASSO A PASSO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

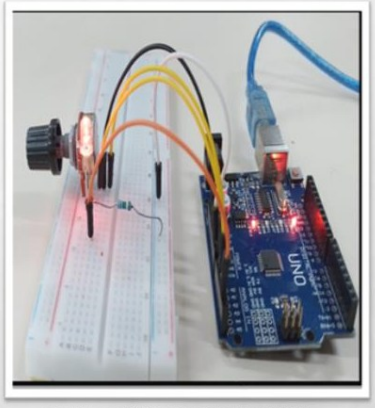
- **MATERIAIS**
- PARA A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO SERÁ UTILIZADA A PLACA ARDUINO UNO R3 COMO FONTE DE ALIMENTAÇÃO ASSIM COMO PARA MONITORAR (MEDIR) A DDP NO LED E NO RESISTOR, OS QUAIS DEVEM SER LIGADOS EM SÉRIE. PARA MONTAR O CIRCUITO TAMBÉM SERÁ UTILIZADA UMA MATRIZ DE PONTOS (PROTOBOARD) E JUMPERS CONECTORES. PARA SE OBTER UM RESULTADO MELHOR RECOMENDA-SE UTILIZER LED DE CORES VARIADAS. EM UM TESTE PILOTO FORAM UTILIZADOS CINCO LEDS DIFERENTES, UM VERMELHO, UM AMARELO, UM INFRAVERMELHO, UM AZUL, UM VERDE E UM ULTRAVIOLETA). UM RESISTOR DE 220 Ω E UM POTENCIÔMETRO LINEAR DE 1K TAMBÉM FORAM UTILIZADOS.

Fotográfia 2: Materiais para o experiment proposto

Fonte: Autor Própria, (2024)

PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL:

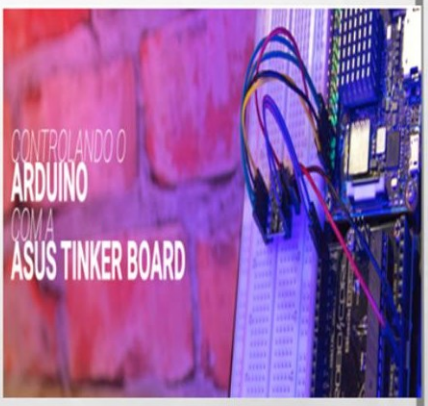
- O LED, O RESISTOR E O POTENCIÔMETRO SÃO LIGADOS EM SÉRIE, SENDO O GND DA PLACA ARDUINO CONECTADO AO RESISTOR E O PINO 5V AO PINO CENTRAL DO POTENCIÔMETRO. PARA MEDIR A DDP NO LED E RESISTOR UM JUMPER É CONECTADO NAS PORTAS ANALÓGICAS A2 E A4, RESPECTIVAMENTE. COM ESSA CONEXÃO, EXIBIDA NA FIGURA, A CORRENTE ELÉTRICA SOBRE O LED E, PORTANTO, SUA LUMINOSIDADE, É CONTROLADA PELO POTENCIÔMETRO. O VALOR DA CORRENTE, NESTE CASO, É OBTIDO PELA LEI DE OHM, OU SEJA, DIVIDINDO O VALOR DA DDP NO RESISTOR PELO VALOR DE SUA RESISTÊNCIA ELÉTRICA.



Fonte : (Oliveira et al., 2024)

MÉTODO

- O DESENVOLVIMENTO DESTA ATIVIDADE EXPERIMENTAL FOI FEITO PENSANDO NAS AULAS DE FÍSICA EXPERIMENTAL. DE FORMA QUE, ELAS POSSAM FICAR MAIS ATRATIVAS PARA OS ALUNOS, COM O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS. A CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL OCORRE EM DUAS ETAPAS.
- A PRIMEIRA, DIZ RESPEITO À ELABORAÇÃO DO CÓDIGO ARDUINO PARA A LEITURA DA DDP NO LED E NO RESISTOR AFIM DE OBTER A CURVA CARACTERÍSTICA DO LED E SEU POTENCIAL DE CORTE.
- A SEGUNDA TRATA DA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE DE PLANCK A PARTIR DO POTENCIAL DE CORTE DE CADA LED E DE SEU COMPRIMENTO DE ONDA MÁXIMO.



- A CURVA CARACTERÍSTICA DO LED É OBTIDA PELAS MEDIDAS DE DDP E CORRENTE ELÉTRICA EM SEUS TERMINAIS.
- COMO O ARDUINO OFERECE UM DDP EM RELAÇÃO AO GND, CONECTOU-SE O JUMPER DA PORTA A4 LOGO APÓS O RESISTOR FIXO E O JUMPER DA PORTA A2 LOGO APÓS O LED.
- ASSIM A DDP NO LED É IGUAL A DDP MEDIDA EM A2 SUBTRAÍDA DO VALOR MEDIDO EM A4.
- O CÓDIGO CRIADO DENTRO DA IDE DO ARDUINO PARA O LEVANTAMENTO DA CURVA DE CADA LED É MOSTRADO AO LADO ESQUERDA.

O CÓDIGO DO IDE (INTEGRATED DEVOLOPMENT ENVIROMENT)

```
1.  float ddpRes=0.0;
2.  float ddpLED =0.0;
3.
4.  void setup () {
5.    // put your setup code here, to run once:
6.  pin Mode (A2, INPUT);
7.  pin Mode (A4, INPUT);
8.  Serial. Begin (9600);
9.  }
10.
11. void loop () {
12. ddpRes = 0.0;
13. ddpLED = 0.0;
14. for (int i=0; i<100;i++)
15. {

16. ddpRes += analogRead(A2)*5.0/1024;
17. ddpLED += analogRead(A4)*5.0/1024;
18. }
19. ddpRes=ddpRes/100;
20. ddpLED=ddpLED/100;
21. Serial.print(ddpRes-ddpLED,3);
22. Serial.print(" ");
23. Serial.println(ddpLED,3);
24. delay(1000);
25. }
```

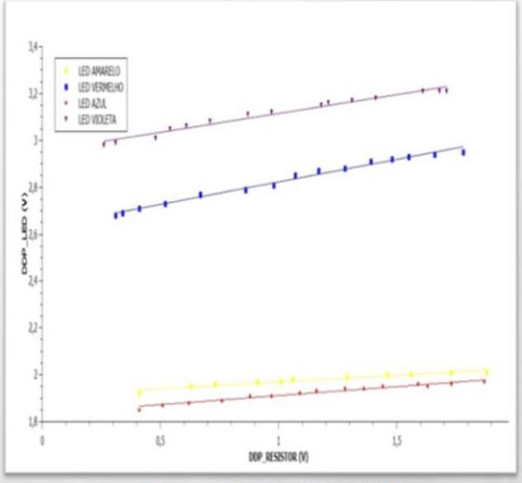
Fonte : Autores, (2023)

- A VANTAGEM DA UTILIZAÇÃO DO ARDUINO UNO É A FACILIDADE DE TRATAR OS DADOS QUE PERMITEM A ANÁLISE DO FENÔMENO QUE ESTÁ EM ESTUDO. ASSIM, APÓS COLETAR OS DADOS DE UM LED, O MESMO É SUBSTITUÍDO POR OUTRO DE COR E COMPRIMENTO DE ONDA DIFERENTE E NOVAMENTE O POTENCIÔMETRO É GIRADO E OS VALORES DE DDP NO RESISTOR E NO LED SÃO GRAVADOS PARA POSTERIOR ANÁLISE.
- A SEGUNDA ETAPA CORRESPONDE À CONFECÇÃO DOS GRÁFICOS CORRESPONDENTES AOS DADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA ETAPA E, A PARTIR, DAS CURVAS DE CADA LED OBTER O POTENCIAL DE CORTE CORRESPONDENTE, QUE É A DDP MÍNIMA PARA ELEVAR TODOS OS ELÉTRONS DA CAMADA DE VALÊNCIA PARA A CAMADA DE CONDUÇÃO. COM OS VALORES DO POTENCIAL DE CORTE E, SABENDO O COMPRIMENTO DE ONDA DE CADA LED, OUTRO GRÁFICO É CONFECCIONADO A FIM DE OBTER O VALOR DA CONSTANTE DE PLANCK.

RESULTADO

- VARIANDO O POTENCIÔMETRO É POSSÍVEL ACENDER E APAGAR O LED, BEM COMO CONTROLAR SUA LUMINOSIDADE POR MEIO DA CORRENTE ELÉTRICA.
- COMO DITO ANTERIORMENTE A CORRENTE ELÉTRICA NO LED É PROPORCIONAL A DDP NO RESISTOR FIXO.
- ENTÃO, PARA O LEVANTAMENTO DA CURVA CARACTERÍSTICA DE CADA LED É MEDIDA A DDP NO RESISTOR EM VEZ DA CORRENTE ELÉTRICA.
- ALÉM DISSO, COMO ESTAMOS INTERESSADOS APENAS NO REGIME LINEAR DA CURVA, CONSIDERAMOS APENAS OS VALORES QUANDO O LED JÁ SE ENCONTRA ACESO.

A Figura : Exibe o comportamento da DDP no LED em função da DDP no resistor para quatro LEDs de cores diferentes.



Fonte: (Oliveira et al., 2024)

- ALÉM DOS DADOS EXPERIMENTAIS A FIGURA EM QUE APRESENTA AS RETAS DE AJUSTE A PARTIR DAS QUAIS SE OBTEVE O POTENCIAL DE CORTE DE CADA LED UTILIZADO NO TESTE PILOTO. ESTE POTENCIAL EQUIVALE AO COEFICIENTE LINEAR DAS RETAS. A TABELA 2 MOSTRA OS VALORES ENCONTRADOS PARA CADA UMA DAS RETAS EXIBIDAS NA FIGURA A SEGUIR COM SEUS RESPECTIVOS ERROS E TAMBÉM O COMPRIMENTO DE ONDA DE CADA LED UTILIZADO.

Tabela 4 – Determinação da constante de Planck com erro porcentual.

LED	Potencial de corte (V)	Erro (V)	Comprimento de onda (nm)
AMARELO	1,957	0,006	590 ± 20
AZUL	2,641	0,007	460 ± 10
VERMELHO	1,842	0,006	660 ± 20
VIOLETA	2,984	0,008	408 ± 8

Fonte : (Oliveira et al., 2024)

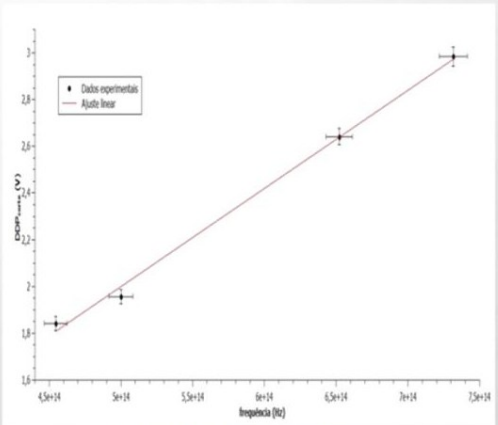
- DESTACA-SE AQUI QUE OS VALORES DOS COMPRIMENTOS DE ONDA FORAM OBTIDOS EM OUTRO EXPERIMENTO NO QUAL TIRAVA-SE UMA FOTO DO LED ACESO COM UMA REDE DE DIFRAÇÃO NA FRENTE, ESTÁ FOTO ERA POSTERIORMENTE ANALISADA POR MEIO DO SOFTWARE TRACKER. A PARTIR DOS VALORES DO COMPRIMENTO DE ONDA FOI CALCULADA A FREQUÊNCIA DE CADA LED A PARTIR DA EQUAÇÃO. $f = \frac{c}{\lambda}$

- SENDO, $c = 3 \times 10^8 m/s$ A VELOCIDADE DA LUZ NO VÁCUO.
- POR ÚLTIMO, CONSIDERANDO A RELAÇÃO DE EINSTEIN PARA O EFEITO FOTOELÉTRICO

$$eV_0 = hf + hf_0$$

GRÁFICO – DDP EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE EMISSÃO DOS LEDS

- ONDE V_0 É O POTENCIAL DE CORTE, CONFECCIONOU-SE O GRÁFICO DO POTENCIAL DE CORTE EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA OBTIDO PARA CADA LED A FIM DE OBTER O VALOR DE "H".
- DE ACORDO COM A EQUAÇÃO A RELAÇÃO DE EINSTEIN PARA O EFEITO FOTOELÉTRICO, A CONSTANTE DE PLANCK "H" CORRESPONDE AO COEFICIENTE ANGULAR DO GRÁFICO DO POTENCIAL DE CORTE PELA FREQUÊNCIA. COMO SE PODE NOTAR NA FIGURA XY O COMPORTAMENTO LINEAR, PREVISTO PELA EQUAÇÃO REFERIDO, É OBSERVADO NO GRÁFICO.

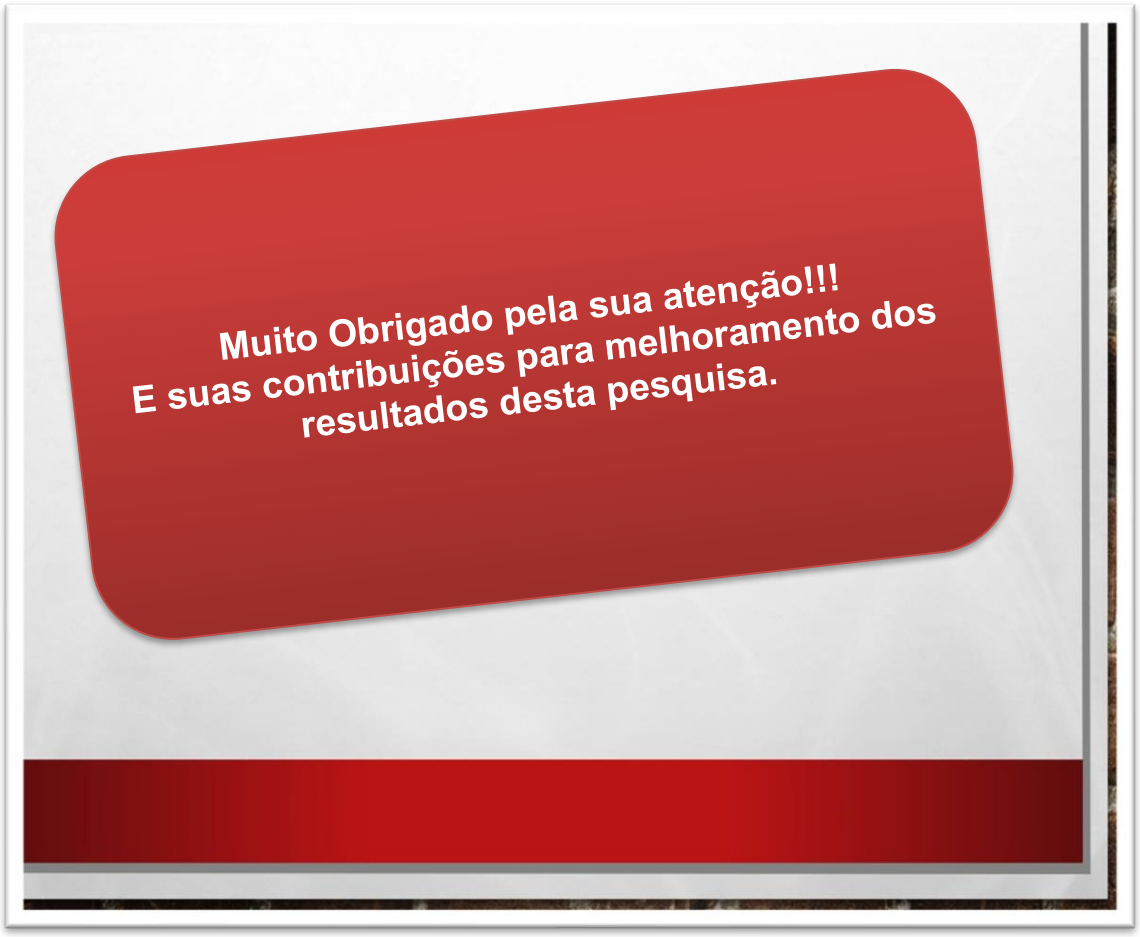


Fonte: (Oliveira et al., 2024)

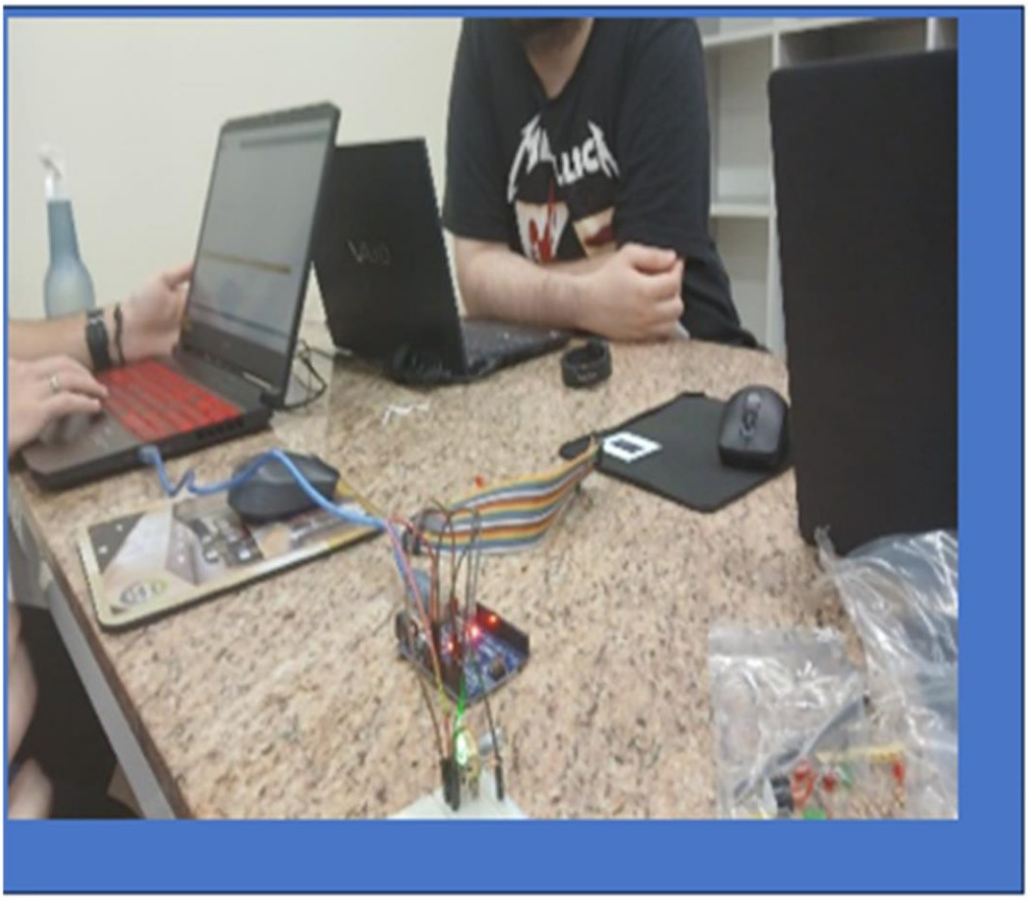
- DE ACORDO COM A RETA DE AJUSTE ENCONTRADA NO GRÁFICO $h = (4{,}21 \pm 0{,}08) \times 10^{-15} eV.s$
- ESTE VALOR É MUITO PRÓXIMO DO VALOR TEÓRICO DA CONSTANTE DE PLANCK QUE É $4{,}13566743(35) \times 10^{-15} eV.s$
- RESULTANDO EM UM ERRO DE APROXIMADAMENTE 2%.

CONCLUSÃO

- COM BASE NO MODELO EXPERIMENTAL APRESENTADO, ESTE ESTUDO OFERECE UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PRÁTICA QUE PODE SER FACILMENTE ADOTADA POR PROFESSORES DE FÍSICA.
- AO INTRODUZIR OS ALUNOS AO USO DE TECNOLOGIAS E À EXPERIMENTAÇÃO DE TÓPICOS DISCUTIDOS NA FÍSICA MODERNA, ESSA ABORDAGEM PROPORCIONA UMA BASE PARA A DISCUSSÃO E ENTENDIMENTO CONCEITUAL DA QUANTIZAÇÃO DA ENERGIA, DA CONSTANTE DE PLANCK E DO EFEITO FOTOELÉTRICO, OS QUAIS SÃO CRUCIAIS NA FÍSICA MODERNA.


Muito Obrigado pela sua atenção!!!
E suas contribuições para melhoramento dos resultados desta pesquisa.

Fotografia dos estudantes turma A e B fazendo atividade 5 relacionada ao experimento utilizando arduino para fazer gráficos dentro da plataforma QtiPlot para determinar o resultado da constante de Planck.



Fotografia dos estudantes turma A e B fazendo atividade 5 relacionada ao experimento utilizando arduino para fazer gráfico dentro da plataforma QtiPlot.

8ª Atividade
Objetivo:
Fazer teste após de experimento e verificar dos conhecimentos dos alunos durante fazer experimento.

1. Descreva a constante de Planck e sua importância na Física Quântica?

---

2. O que é um Corpo Negro? Por que o seu estudo, estudo importante para o desenvolvimento da Mecânica Quântica?

---

3. Qual a importância de Constante de Planck para o nascimento da Mecânica Quântica?

---

4. O que entende por tensão de corte do LED? Por que ele é importante nesse experimento para se determinar a constante de Planck?

---

5. Qual foi sua experiência com as aulas experimentais que utilizaram o Arduino? Descreva aspectos positivos e negativos.

---

6. De que maneira o uso do Arduino como ferramenta de coleta de dados pode ajudar você a entender conceitos de Física?

7. Você tem algumas sugestões relacionadas com a aula experimental que utiliza Arduino como ferramenta de coleta de dados experimentais, para que seja aperfeiçoada e utilizada nas aulas de Física? Se sim, quais?

Conclusão

A relação com o produto educacional teve como objetivo fazer uma introdução sobre a plataforma Arduino e seu aplicativo com Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), QtiPlot e Fritzing, os quais podem ser utilizados para o ensino de Mecânica Quântica de modo experimental sobre a quantização de energia e obtenção de resultados práticos, analisando-os teoricamente no conteúdo da Constante de Planck. Portanto, este produto educacional dá uma importância significativa para os professores que ensinam no ensino superior de forma experimental, permitindo que o utilizem. Este produto educacional foi construído com a colaboração de uma equipe de trabalho e orientadores que participaram ativamente em orientações mútuas na sua determinação. Além disso, este produto educacional também é muito importante para os alunos que desejam realizar experimentos utilizando ferramentas tecnológicas digitais para determinar resultados no conteúdo de Física Quântica, inclusive a ideia de Max Planck em 1900, no seu artigo sobre a quantização de energia daquela época. Este conceito foi desenvolvido no mundo da tecnologia, que hoje em dia abre portas para todos.

REFERENCIAS E BIBLIOGRAFIA

ADETYA, Falen Bayu; HIDAYAT, Samsul; AL FANSYURI, Buyung. nRF24L01 Distance and Error Link when Operated on Orange Plant Garden. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. p. 012036. AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS TEACHERS. Goals of the introductory physics laboratory. American Journal of Physics, v. 66, n. 6, p. 483-485, 1998.

CARRON, Wilson., & GUIMARÃES, Osvaldo. As Faces da Física. Editora Moderna, 2006. CAVALCANTE, Marisa Almeida; HAAG, Rafael. Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, p. 343-348, 2005.

SILVA, André Coelho; DE ALMEIDA, Maria José Monteiro Pereira. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 624-652, 2011.

EISBERG, Resnick; RESNICK, R. Física Quântica. Tradução de Ribeiro PC, Silveira EF & Barroso, MF. Rio de Janeiro. Editora Campus, 1994. ETKINA, Eugenia et al. Role of experiments in physics instruction—a process approach. The Physics Teacher, v. 40, n. 6, p. 351-355, 2002.

FERREIRA, Marcello et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 42, 2020.

GALADIMA, Ahmad Adamu. Arduino as a learning tool. In: 2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO). IEEE, 2014. p. 1 4.

HILGER, Thaís Rafaela; STIPCICH, María Silvia; MOREIRA, Marco Antonio. Representações sociais sobre Física Quântica entre estudantes de graduação brasileiros e argentinos. Latin-American Journal of Physics Education, v. 11, n. 1, p. 3, 2017.

HOFFMANN, Dieter. On the Experimental Context of Planck's Foundation of Quantum Theory1. Centaurus, v. 43, n. 3-4, p. 240-259, 2001. INDELICATO, Valeria et al. Analysis of LED data for the measurement of Planck's constant in the undergraduate laboratory. European Journal of Physics, v. 34, n. 4, p. 819, 2013.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, volume 4: Óptica e física moderna. Tradução e revisão Ronaldo Sergio de Biasi, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

JOHANSSON, Anders et al. “Shut up and calculate”: The available discursive positions in quantum physics courses. Cultural Studies of Science Education, v. 13, p. 205-226, 2018.

JOHANSSON, K. E.; MILSTEAD, David. Uncertainty in the classroom—teaching

quantum physics. Physics Education, v. 43, n. 2, p. 173, 2008.

KINCHIN, John. Using an Arduino in physics teaching for beginners. Physics Education, v. 53, n. 6, p. 063007, 2018.

LIMA, Nathan Willig; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 34, n. 2 (ago. 2017), p. 435-459, 2017.

MICHA, Daniel Neves et al. " Vendo o invisível": experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, 2011.

NICHOLS, Daniel. Arduino-based data acquisition into Excel, LabVIEW, and MATLAB. The Physics Teacher, v. 55, n. 4, p. 226-227, 2017. NIEVES, L. et al. Measuring the Planck constant with LED's. The Physics Teacher, v. 35, n. 2, p. 108-109, 1997.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de física básica: Eletromagnetismo (vol. 3). Editora Blucher, 2015.

OLIVEIRA, Ivanor N. de et al. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduíno. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 42, 2019.

OLSEN, Rolf V. Introducing quantum mechanics in the upper secondary school: a study in Norway. International Journal of Science Education, v. 24, n. 6, p. 565-574, 2002.

PESSOA JR, Osvaldo. O fenômeno cultural do misticismo quântico. Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais, p. 281, 2011. PILI, Unofre; VIOLANDA, Renante. Smartphone-based measurement of the Planck's constant with light-emitting diodes. Physics Education, v. 54, n. 2, p. 023007, 2019.

RINALDI, R. Gustav; FAUZI, Ahmad. A complete damped harmonic oscillator using an Arduino and an Excel spreadsheet. Physics Education, v. 55, n. 1, p. 015024, 2019.

RODRIGUES, M.; MARQUES, M. B.; CARVALHO, P. Simeão. How to build a low cost spectrometer with Tracker for teaching light spectra. Physics Education, v. 51, n. 1, p. 014002, 2015.

SPINRAD, R. J. Automation in the Laboratory: On-line computers are providing new freedom in the design and conduct of experiments. Science, v. 158, n. 3797, p. 55-60, 1967.

STADERMANN, Kirsten; GOEDHART, Martin. 'Why don't you just tell us what light really is?'Easy-to-implement teaching materials that link quantum physics to nature of science. Physics Education, v. 57, n. 2, p. 025014, 2021.

WIEMAN, Carl E. Interactive Simulations for Teaching Physics; What Works, What Doesn't, and Why. In: American Astronomical Society Meeting Abstracts. 2006. p. 249.01.

WOOD, Barry; BETTIN, Horst. The Planck constant for the definition and realization of the kilogram. Annalen der Physik, v. 531, n. 5, p. 1800308, 2019.

YANG, Pao-Keng. How does Planck's constant influence the macroscopic world?. European Journal of Physics, v. 37, n. 5, p. 055406, 2016.

ZANETIC, João; MOZENA, Erika Regina. Textos de Evolução Apresentação (Primeira Parte): da versão revisada em 2019-2020. 2019.

ZOLLMAN, Dean; BEARDEN, Ian. Determining Planck's constant with LEDs—what could possibly go wrong?. Physics Education, v. 55, n. 1, p. 015011, 2019.

BIOGRAFIA DOS AUTORES

Gastão Soares Ximenes de Oliveira

Possuí licenciatura em Ensino de Física pela Universidade Nacional de Timor-Leste (2014). Tem Experiência na área de Ensino em Física, com ênfase em Laboratório Experimental de Física Báscia. Tem experiência na área de pesquisa em eletricidade e eletromagnetismo em circuitos elétricos em geral, e também como pesquisador na área de educação na elaboração de currículos para o ensino básico, médio e superior. É docente contratado na categoria de Assistente Senior D1 no ensino superior na Universidade Nacional de Timor-Leste, na Faculdade de Educação, Artes e Humanidades (FEAH), no departamento de ensino de Física (2015-2023). É responsável pelas disciplinas como física geral, experimental I, física do ensino médio, cálculo e geometria analítica I e II, física ambiental, prática pedagógica I (microensino), prática pedagógica II (estágio em pedagogia), além de ser responsável por algumas disciplinas e também é responsável por assuntos estudantis para a realização de pesquisas, ciência e extensão comunitária. É bolsista do GCUB-Mobilidade Internacional no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia – PPGECT no Mestrado Profissional, área de concentração Ciência, Tecnologia e Ensino. Linha de pesquisa: Fundamentos e Metodologias para o Ensino de Ciências e Matemática.

Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos

Possui graduação em Licenciatura em Letras (Português, Inglês, Francês e respectivas Literaturas) pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, Mestrado em Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2002) e Doutorado em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba (2009). Atualmente é professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional Ensino em Ciências e Tecnologia. Desenvolve pesquisas nos seguintes temas: Ensino de Ciências, Linguagem e Cognição, História da Ciência e Tecnologia.

Romeu Miqueias Szmosky

Possui doutorado (2013) em Ciências – Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é professor associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e editor da Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada. Também atua como professor permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR. Tem experiência na ára de Física, com ênfase em sistema dinâmicos e fenômenos complexos, atuando principalmente nos seguintes temas: sincronização de caos, redes complexas, teoria de informação. Trabalha ainda com pesquisas voltadas a energias renováveis e desenvolvimento sustentável e à implementação de tecnologias de informação e comunicação para interação com fenômenos naturais e experimentos físicos.