



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
PRODUTO EDUCACIONAL**

CADERNO PEDAGÓGICO:

**Protótipo interativo por meio do uso da Plataforma Arduino para
auxiliar o estudo de eletricidade no Ensino Médio**

MARCOS ANTONIO DE SOUZA SILVA

Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-Polo31), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Eduardo de Sousa Filho

Co-orientador:

Prof. Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas

Juazeiro do Norte

2020

Apresentação

Prezado professor ou professora,

Oferecemos neste caderno pedagógico uma orientação para o trabalho que envolve o uso da Plataforma Arduino para auxiliar o estudo de eletricidade na Educação Básica. Apresentamos algumas etapas de construção de um protótipo de um circuito interativo (acesso e segurança de uma maquete construída em pequena escala) para o entendimento do controle de um sistema de iluminação de uma residência. A proposta didática surge como uma alternativa viável para se trabalhar conteúdos de eletricidade, no terceiro ano do ensino médio, usando componentes eletrônicos. A alternativa diferenciada de ensino visa apresentar o ensino da eletricidade mais empolgante tendo um caráter associado ao saber fazer aliando a teoria com a prática permeada pela tecnologia. Nesse sentido, optamos por aplicar atividades para associar a teórica vista em sala de aula com a realidade mais imediata dos estudantes que levassem a compreenderem a importância da Física no desenvolvimento tecnológico. Propomos uma sequência de ensino para nortear aulas de eletricidade usando o arduino que pode ser útil para o planejamento de aulas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY: OS INSTRUMENTOS E SIGNOS NO PROCESSO DE MEDIAÇÃO.....	6
3 APRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO E PASSOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE UMA RESIDÊNCIA PARA ESTUDO DA ELETRICIDADE	10
3.1 O que é o Arduino?.....	10
3.2 O IDE do Arduino	11
3.3 A plataforma MIT App Inventor.....	12
4 PRINCIPAIS COMPONENTES ELETRÔNICOS USADOS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA MAQUETE.....	16
4.1 Protoboard.....	16
4.2 Diodo emissor de luz (led)	16
4.3 Resistor.....	17
4.4 Servo motor.....	17
4.5 Sensor de presença.....	18
4.6 Buzzer	19
4.7 Potenciômetro.....	19
4.8 Display de LCD.....	20
4.9 Módulo Bluetooth.....	20
5 PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DE ELETRICIDADE USANDO O ARDUINO.....	21
6 UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE INTERVENÇÃO EM UMA ESCOLA DA CIDADE DE IGUATU USANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO PARA O ESTUDO DE ELETRICIDA	23
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
8 ALGUMAS REFERÊNCIAS PARA CONSULTA	35

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, os avanços tecnológicos têm ocorrido de maneira muito rápida, influenciando direta ou indiretamente a vida das pessoas. Todos estão cientes que as tecnologias fazem parte do cotidiano de nossa sociedade em diversos espaços, como por exemplo, em nossas residências, nos ambientes profissionais e educacionais. Assim existem possibilidades diversas do uso de tecnologias.

As gerações atuais, já inseridas nessa cultura tecnológica, de modo geral, lidam facilmente com esses avanços. Entretanto, é necessário que se desenvolvam habilidades cada vez refinadas e específicas para destacarem-se no mundo do trabalho, o qual também está com forte influência da tecnologia.

Diante de toda essa evolução tecnológica as aulas de Física na grande maioria das escolas públicas e privadas ainda são ministradas de maneira tradicional (MOREIRA, 2005, 2008, 2011). Por exemplo, nas aulas de eletrodinâmica, especificamente, no conteúdo de circuito elétrico, é frequente a realização de cálculos complexos e extensos onde os alunos são levados a calcular a corrente elétrica em um ponto do circuito ou a tensão elétrica em um resistor, sem nunca terem realizado na prática a modelagem de um circuito elétrico utilizando componentes eletrônicos.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem de eletrônicos que possui um microcontrolador e pode funcionar para adquirir dados de sensores ou controlar componentes, como motores, por exemplo. Ou seja, podemos dizer que ele é um pequeno computador que pode ser programado de forma a interagir com o ambiente. Foi construído com o objetivo de permitir a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em *softwares* e *hardwares* livres.

Ele pode ser utilizado para fazer protótipos de dispositivos eletrônicos para serem utilizados nos mais variados ambientes, como em casas, empresas, escolas, laboratórios etc, e pode ser programado para responder a estímulos do ambiente.

Desta forma, este caderno pedagógico busca apresentar os passos para desenvolver um protótipo interativo para simular as instalações elétricas de uma casa residencial, por meio de uma maquete, com o uso da plataforma arduino. Na oportunidade apresentamos alguns resultados de uma experiência de uma

intervenção didática feita com estudantes do último ano do Ensino Médio da cidade de Iguatu, CE. As análises desta experiência foram guiadas pelas orientações da teoria de aprendizagem do pensador Lev Vygotsky que defende a importância dos aspectos sociais pela mediação de instrumentos e signos (vamos apresentar brevemente um pouco destas ideias deste autor neste caderno pedagógico).

2 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY: OS INSTRUMENTOS E SIGNOS NO PROCESSO DE MEDIAÇÃO

Levy Vygotsky nasceu em 1896, na Rússia, e morreu em 1934 vítima de tuberculose. Durante seu pouco tempo de vida ele produziu diversas obras que influenciou e influencia a pedagogia contemporânea, encontrando-se em processo de apropriação pela prática docente. Destacamos como uma das suas principais obras *Pensamento e Linguagem*. Durante a sua trajetória de vida Vygotsky transitou por diversas áreas do conhecimento humano como, por exemplo, medicina, literatura, história, psicologia e filosofia na busca da formação interdisciplinar que era fundamental para estabelecer um elo entre as suas ideias, que procuravam combinar a biologia do corpo com a psicologia da mente humana.

Vygotsky foi o pioneiro em defender que o conceito de desenvolvimento intelectual do indivíduo ocorre em função das interações sociais. Segundo o teórico o ser humano é um ser social e o aprendizado ocorre através das relações socialmente construídas. Em sua teoria ele defende a ideia que o pensamento e a linguagem estão intimamente ligados e que por meio dessa ligação devem-se compreender quatro conceitos primordiais que são a interação, a mediação, a internalização e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). A seguir definiremos de maneira sucinta cada um destes conceitos propostos por Vygotsky.

Interação – A interação social é o veículo fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórico e culturalmente construído. Essa interação necessita de no mínimo duas pessoas intercambiando significados; implica também certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto qualitativo quanto quantitativo. Crianças, jovens, adultos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, no trabalho. Vygotsky considera esta interação essencial para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo (VYGOTSKY, 1988, p.97).

Mediação – Definir mediação na obra de Vygotsky é uma tarefa difícil, dado que não se trata de um conceito, mas de pressuposto norteador de todo seu arcabouço teórico e metodológico. Segundo o autor a mediação não é um ato em que algo se interpõe, não está entre dois termos que estabelece uma relação. É a própria relação; ocorre por meio dos signos, da palavra, dos instrumentos e de todo

o ambiente humano carregado de significado cultural que são adquiridos pelas relações entre os homens. É um processo essencial para tornar possíveis atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo. Para o autor todo aprendizado é necessariamente mediado (VYGOTSKY, 1988, p.97).

Internalização – Para Vygotsky as funções psíquicas humanas não se desenvolvem espontaneamente, não existem no indivíduo como potencialidade, mas são experimentadas inicialmente sob forma de atividade intersíquica (entre pessoas), vivenciadas nas relações entre as pessoas, antes de assumirem a forma de atividade intrapsíquica (dentro da pessoa). O processo externo, ou seja, o plano interpsicológico significa o social. A passagem de uma atividade intersíquica para o plano interpsicológico é o processo denominado internalização. Para o autor a internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui aspectos característicos da psicologia humana (VYGOTSKY, 1988, p.97).

Zona de desenvolvimento Proximal – A Zona de desenvolvimento proximal é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, do seu nível de desenvolvimento cognitivo potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação de alguém (um adulto, no caso de uma criança) ou em cooperação com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1988, p.97). Para o teórico a ZDP define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica e está constantemente mudando.

Oliveira (1997) afirma que a ZDP refere-se, portanto, “*ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornaram funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real*” (ibid. p. 60).

A Figura 6 representa uma explicação simples da Zona de Desenvolvimento Proximal.

Figura 6: Uma representação da ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal).



Fonte: Próprio autor.

As implicações que a Zona de Desenvolvimento Proximal traz para o processo de instrução são imensas. Portanto é na ZDP que o professor deve atuar, tentando colaborar para a viabilização de processos que estão amadurecendo nos educandos. Desse modo, não basta submeter o aluno a condições ideais de estudo e esperar que ele faça seu próprio caminho sozinho, o professor deve intervir as vezes que necessário, a fim de elevar a qualidade de aprendizagem. Portanto, a mediação do professor, na teoria vigotskyana é um fator imprescindível, visto que, o indivíduo não se apropria só de significados apenas por estar inserido em ambientes propícios, sejam eles alfabetizadores letrados ou científicos (GALUCH, SFORNI, 2009).

Partindo da premissa proposta pela teoria de Vygotsky que o aprendizado ocorre pela interação entre os sujeitos entende-se que o professor em sala de aula deve assumir o papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem proporcionando aos discentes atividades em pequenos grupos facilitando assim a interação entre seus membros. Essa interação promoverá a socialização entre os participantes de cada equipe contribuindo para a formação, reflexão e para o levantamento de hipóteses que podem ser testadas e posteriormente comprovadas, ou não, sua veracidade. É um argumento importante e de referência para a construção da sequência de ensino.

Moreira (2016) afirma que a utilização de instrumentos e signos desempenha um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo das sociedades. Ainda de acordo com o autor as sociedades constroem instrumentos e signos; que são construídos ao longo da história dessas sociedades que além de modificar, influencia seu desenvolvimento social e cultural. É através da apropriação (internalização) dessas construções sócio-históricas e culturais, via interação social, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente (MOREIRA, 2016).

Podemos ainda destacar a importância da socialização entre os indivíduos de um grupo fundamentado na teoria construtivista. Nesta corrente teórica o contexto social está intimamente ligado ao desenvolvimento cognitivo do ser humano.

De acordo com Vygotsky o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural em que ocorre. Para ele, os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento voluntário) têm sua origem em processos sociais; o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Nesse processo, toda relação/função aparece duas vezes, primeiro em nível social e depois em nível individual, primeiro entre pessoas (interpessoal, interpsicológica) e após no interior do sujeito (intrapessoal, intrapsicológica) Vygotsky (1988).

Diante deste contexto percebe-se assim que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo não ocorre de forma isolada haja vista que é necessária a troca de experiência com o outro e com o meio, pois o ser humano é um ser social e necessita da interação para se desenvolver intelectualmente a fim de compreender a natureza e as leis que a governa.

3 APRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO E PASSOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE UMA RESIDÊNCIA PARA ESTUDO DA ELETRICIDADE

Vamos falar um pouco sobre a estrutura da Plataforma Arduino como forma introdutória necessária para seu funcionamento.

3.1 O que é o Arduino?

O arduino é um projeto que engloba software e hardware e tem como objetivo fornecer uma plataforma fácil para prototipação de projetos interativos, utilizando um microcontrolador¹.

Segundo Mcroberts (2011, p.22) o arduino faz parte do que chamamos de computação física: área da computação em que o software interage diretamente com o hardware, tornando possível a integração com sensores, motores e outros dispositivos eletrônicos.

A parte de hardware do projeto, uma placa que cabe na palma da mão, é um computador como qualquer outro: possui micro processador, memória RAM, memória flash (para guardar o software), temporizadores, contadores, dentre outras funcionalidades. A Figura 1 mostra uma placa de arduino.

Figura 1: Placa de Arduino Uno.



Fonte: <http://www.arduino.cc/>.

¹ Disponível em: www.arduino.cc

O arduino é uma placa micro controladora *open-source*, possui um software dedicado (IDE) para programação (em uma linguagem de alto nível denominada “Linguagem de programação Arduino”, baseada em C++). Sua comunicação com o computador é feita através de um cabo USB, o que o torna acessível à maioria das pessoas que possuem médio conhecimento em informática e eletrônica. (MCROBERTS, 2011).

A principal diferença entre um Arduino e um computador convencional é que, além de ter menor porte (tanto no tamanho como no poder de processamento), o Arduino utiliza dispositivos diferentes para a entrada e saída de dados em geral. Por exemplo: em um PC utilizamos teclado e mouse como dispositivo de entrada e monitores e impressoras com dispositivos de saída; já em projetos com Arduino os dispositivos de entrada e saída são circuitos elétricos.

Portanto como a interface do Arduino com outros dispositivos esta mais perto do meio físico que a de um PC, a placa pode ler dados de sensores (temperatura, pressão, obstáculo, etc.) e controlar outros circuitos (lâmpadas, motores, eletrodomésticos etc.), dentre outras coisas que não conseguimos com um PC. A grande diferença com relação ao uso desses dispositivos, no caso do Arduino, é que, na maioria das vezes, nós mesmos construímos os circuitos que são utilizados, ou seja, não estamos limitados apenas a usar produtos existentes no mercado: o limite é dado pelo nosso conhecimento e a criatividade. Com pode ser percebido o arduino pode auxiliar o processo de aprendizagem de uma forma motivadora, pois os estudantes estão suscetíveis a desenvolverem sua criatividade.

3.2 O IDE do Arduino

A criação de uma programação que será executada pela placa Arduino é desenvolvida na interface IDE (Integrated Development Environment, de tradução Ambiente de desenvolvimento integrado). O IDE Arduino, está disponível para os sistemas operacionais (Mac, Windows e Linux) e pode ser baixado gratuitamente no site oficial do Arduino (www.arduino.cc).

Na Figura 2 mostramos um exemplo de um código (sketch) do programa pisca-led, onde é possível apagar e acender um led no intervalo de tempo de 1000 milissegundos.

Figura 2: IDE do arduino com exemplo de programação.



Fonte: Próprio autor.

3.3 A plataforma MIT App Inventor

Criada pelo Google em 2009, o App Inventor é uma ferramenta de programação compatível com a plataforma Android. Atualmente o software é mantido e gerenciado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) que passou a ser conhecido como MIT App Inventor II.

De acordo com Hardesty (2010) o App Inventor II é uma plataforma educacional de programação visual online intuitiva de código aberto que permite a seus usuários criarem aplicativos totalmente funcionais para smartphones e tablets que utilizam o sistema operacional Android.

A criação de aplicativos no software é baseada na montagem de blocos de comandos codificados com cores variadas. Por exemplo, para adicionar um botão, o usuário arrasta o bloco e solta na área de trabalho da plataforma.

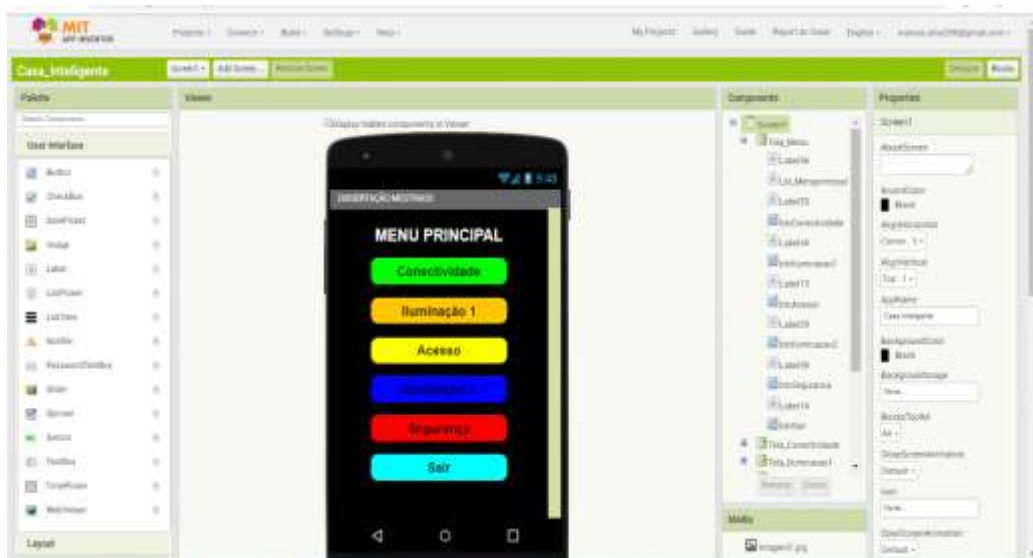
O ambiente de programação visual do MIT App Inventor II permite que qualquer pessoa que tenha conhecimentos básicos de programação, desenvolva aplicativos de forma mais rápida e muito mais fácil do que qualquer outro ambiente de criação de software².

² Para fazer uso de a plataforma o usuário deve acessar a página de internet: <http://ai2.appinventor.mit.edu/> e fazer login através de uma conta no Gmail.

O desenvolvimento de um aplicativo na plataforma online é feito em dois ambientes diferentes: o de designer e o de blocos.

No ambiente de designer é feita a aparência do aplicativo, isto é, o layout da tela (Screen) que aparecerá para o usuário de dispositivos com Android, contendo botões, imagens e informações necessárias do aplicativo que será instalado nos dispositivos móveis. A Figura 3 representa o ambiente de designer do App Inventor II.

Figura 3: Ambiente de designer do (AI2).



Fonte: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>.

O ambiente de designer, mostrado na Figura 3, apresenta quatro partes: paletas, visualizador, componentes e propriedades.

- Paleta – A paleta é composta pelas divisões: Interface Usuário, Organização, Mídia, Desenho e Animação, Sensores, Social, Armazenamento, Conectividade e outros. Cada divisão contém os componentes que serão utilizados na construção da interface do aplicativo. Para usar um componente, precisa-se clicar sobre o mesmo e arrastá-lo para a área de visualização de construção do aplicativo;
- Visualizador – Local de construção da aparência do aplicativo, onde o usuário organiza os componentes arrastados da Paleta e visualiza a forma mais interessante para o layout da tela (Screen) do aplicativo;

- Componentes – Contém a lista dos componentes que foram adicionados no aplicativo. Nessa parte é possível deletar ou renomear um componente;
- Propriedades – Local de edição das propriedades de um componente selecionado na área de visualização, onde é possível alterar o tamanho da fonte, a cor de um texto, o formato de um botão entre outros.

No ambiente de Blocos, todo o algoritmo de programação é desenvolvido através da montagem de blocos lógicos que se encaixam de forma apropriada. A Figura 4 representa o ambiente de blocos do App Inventor II.

Figura 4: Ambiente de blocos do (AI2).



Fonte: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>.

O ambiente de Blocos do MIT App Inventor, mostrado na Figura 4, representa a área da lógica de programação dos componentes adicionados no ambiente de designer. Nesse local é possível, também, acessar todos os blocos dos componentes internos adicionados no layout do aplicativo.

O ambiente de blocos é dividido em duas partes: blocos e visualizador.

- Blocos – Local contendo os blocos de comandos internos: Controle; Lógica; Matemática; Texto; Listas; Cores; Variáveis e Procedimentos. E, também, os blocos específicos dos componentes adicionados na tela de Designer de aplicativo. Para usar um bloco de um componente, precisa-se clicar sobre o mesmo e arrasta-lo para a área de visualização de construção da lógica de programação, através do encaixe parecido com um quebra-cabeça, como no exemplo mostrado na figura 4.

- Visualizador – Local de construção de montagem da lógica de programação do aplicativo. Para usar um bloco específico de um componente, precisa-se clicar sobre o mesmo e arrasta-lo para a área de visualização.

Para testar em tempo real as aplicações desenvolvidas na plataforma, basta utilizar o emulador MIT AI2 Companion, mostrado na Figura 5, instalado em um dispositivo smartphone ou tablet, conectados na mesma rede Wi-Fi que está sendo usada para construir o aplicativo. Para fazer a conexão com o dispositivo é preciso entrar no menu conectar e depois no Assistente AI, localizado na parte superior da plataforma online.

Figura 5: Emuladora Android MIT AI2 Companion.



Fonte: Próprio autor.

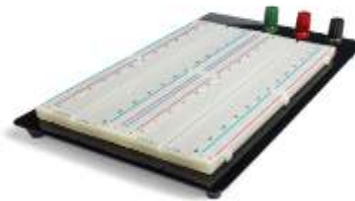
4 PRINCIPAIS COMPONENTES ELETRÔNICOS USADOS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA MAQUETE

Nesta seção apresentamos os principais componentes eletrônicos utilizados na construção da sequência didática proposta nesta dissertação.

4.1 *Protoboard*

A *Protoboard*, também conhecida como matriz de contato contém orifícios divididos em linhas e em colunas e são constituídas por uma régua plástica como base, onde os orifícios são destinados à conexão de componentes eletrônicos externos, cabos de alimentação leds, sensores, buzzer, módulos Bluetooth, entre outros³.

Figura 15: Protoboard.



Fonte: www.robocore.com.

Na seguinte subseção apresentaremos o led (diodo emissor de luz) que é usado na iluminação da maquete.

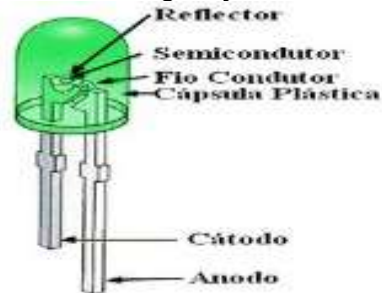
4.2 *Diodo emissor de luz (led)*

O *led* é um semicondutor que produz luz monocromática no espectro visível. Este componente possui polaridade e é constituído por dois terminais o ânodo e o cátodo. Em nosso projeto usamos leds de alto brilho de 5 mm branco⁴ (ver Figura 16).

³ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br

⁴ Disponível em: www.electronica-pt.com/led

Figura 16: Configuração física do led.



Fonte: <http://www.electronica-pt.com/led>.

4.3 Resistor

Dispositivo usado em circuitos com o objetivo de limitar a corrente elétrica. Seu valor é variável e usado para limitar mais ou menos a corrente elétrica. Um bom exemplo de uso é na ligação de leds que não suportam altas correntes, sendo o resistor usado neste caso para a proteção do mesmo. Para esse projeto utilizou-se resistores de $100 \Omega^5$ (ver Figura 17).

Figura 17: Resistor.



Fonte: www.robocore.com.

Na subseção abaixo apresentamos o servo motor componente eletrônico que usaremos para abrir e fechar a porta e o portão da maquete.

4.4 Servo motor

O *servo motor* é constituído de um motor que apresenta movimentos baseados em ângulos, ao invés de girar livremente como os outros motores. Para o

⁵ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br

nosso projeto o servo escolhido possui uma faixa de posicionamento de aproximadamente 180 graus, ou seja, ele consegue girar de 0 a 180 graus com movimentos precisos. Essa precisão, no movimento, fez com que fosse escolhido para efetuar o controle da porta e do portão da maquete. Nesse projeto foram usados dois micros servos tipo 9g SG90 “TowerPro”⁶ (ver Figura 18).

Figura 18: Servo motor.



Fonte - www.robocore.com.

4.5 Sensor de presença

O *Sensor de presença*, como o próprio nome diz, é capaz de captar variações de movimento em um determinado ambiente e converter em um sinal analógico. Para esse projeto será utilizado o PIR (Sensor Infravermelho Passivo) seu funcionamento está baseado na captação da variação da radiação infravermelha (calor) no ambiente⁷ (ver Figura 19).

Figura 19: Sensor de presença.



Fonte: www.robocore.com.

A seguir apresentamos o buzzer componente eletrônico responsável para emitir som quando o sistema de alarme da maquete for acionado.

⁶ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br

⁷ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br.

4.6 Buzzer

O *buzzer* é um componente que ao ser percorrido por uma corrente elétrica emite um som. Este dispositivo é polarizado, portanto é necessário atenção ao ligá-lo, sendo que o pino negativo é ligado ao GND do arduino (fio Terra do arduino) e o positivo ao pino que será utilizado como alimentação. Para esse projeto usamos um buzzer de 5 V⁸ (ver Figura 20).

Figura: Buzzer.



Fonte - www.robocore.com.

4.7 Potenciômetro

Dispositivo eletrônico com resistência variável, em geral é um resistor de três, pinos, em que se pode, deslizando o do meio, fazer sua resistência variar. Se usarmos os três pinos ele funcionará como um divisor de tensão. Para o nosso projeto usamos um potenciômetro de 10 K Ω ⁹ (ver Figura 21).

Figura: Potenciômetro.



Fonte: www.robocore.com.

Na sequência apresentamos ao leitor o display de LCD que é o dispositivo responsável para exibir em sua tela os dados enviados pelo arduino.

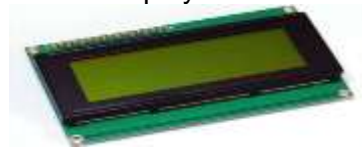
⁸ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br.

⁹ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br.

4.8 Display de LCD

O display LCD é um dispositivo capaz de exibir dados em sua tela de acordo com os comandos enviados aos seus terminais. Existem diversos tamanhos de display e esses são representados na forma matricial (AXB), onde A é número de colunas e B o número de linhas. No nosso projeto usamos um display 16x2 que possui 32 células, isso significa que ele possibilita apresentar simultaneamente até 32 caracteres¹⁰ (ver Figura 22).

Figura 22: Display de LCD.



Fonte: www.robocore.com.

4.9 Módulo Bluetooth

Este módulo é responsável por integrar a tecnologia de comunicação sem fio entre o Android e Arduino. A conexão do módulo é feita diretamente nas portas Tx e Rx do arduino. Em sua placa existe um regulador de tensão que pode ser alimentada com 3,3 a 5 V, bem como um led que indica se o módulo está pareado com outro dispositivo. Em nosso projeto foi usado o módulo Bluetooth HC-O5 que possui um alcance de 10 m¹¹ (ver Figura 23).

Figura 23: Módulo Bluetooth.



Fonte: www.robocore.com.

¹⁰ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br.

¹¹ Disponível em: www.baudaeletronica.com.br.

Na próxima seção descrevemos a sequência didática que utilizará os componentes eletrônicos e a plataforma arduino para apoiar o ensino de eletricidade no ensino médio.

5 PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DE ELETRICIDADE USANDO O ARDUINO

Propomos caro professor ou professora uma sequência de ensino para nortear o planejamento de aulas de Física sobre eletricidade que considere o uso do arduino por meio da construção de uma maquete residencial. A sequência aqui apresentada não pode ser definitiva, mas está aberta a modificações e novos ajustes a depender de seu contexto. Em geral a sequência engloba três etapas, que são:

Etapa I: realização de práticas experimentais com o uso de uma matriz de contato (protoboard) para montagem de circuitos elétricos.

Etapa II: apresentar a plataforma arduino aos alunos e a construção de projetos de baixo custo fazendo uso da placa.

Etapa III: construção do protótipo interativo para simular as instalações elétricas de uma maquete residencial.

A programação da sequência didática deu-se com as atividades e aulas expositivas descritas na Tabela 1 e os resultados foram avaliados a partir da observação cuidadosa da participação dos estudantes, da análise dos relatórios por eles entregues e de miniprojetos por eles construídos com a utilização do arduino.

Tabela 1: Síntese da aplicação das atividades da Sequência Didática

AULAS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	OBJETIVOS
01 - 02	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta de trabalho aos alunos. - Divisão das equipes. - Discussão sobre o uso de tecnologias no espaço escolar. - Sondagem dos conhecimentos dos alunos sobre eletricidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir os objetivos do trabalho a ser realizado. - Mostrar a importância do uso de tecnologias. - Investigar os conhecimentos pré-existentes dos educandos.
03 - 04	<ul style="list-style-type: none"> - Seminário sobre a Plataforma Arduino. - Apresentação de componentes eletrônicos: led, resistor, protoboard, sensores, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o Arduino e a sua funcionalidade. - Identificar as principais características dos componentes eletrônicos.
05 - 06	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega do Kit básico para Arduino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelar circuitos utilizando

	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem de um circuito simples. - Montagem de um circuito em série e em paralelo. 	<p>componentes eletrônicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar as principais características de um circuito em série e em paralelo.
07 – 08	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de projetos com Arduino: - Projeto pisca-led. - Projeto potenciômetro. - Projeto LDR. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer uso do Arduino na modelagem de circuitos elétricos. - Identificar a função do resistor em um circuito elétrico. - Diferenciar resistor de resistência fixa dos resistores de resistência variável.
09 - 10	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem do sistema de iluminação da maquete. - Montagem do sistema de acesso da maquete. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelar o circuito elétrico para simular a iluminação da maquete. - Modelar o circuito para abrir e fechar a porta e o portão da maquete.
11 - 12	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem do sistema de alarme da maquete. - Montagem do circuito do LCD da maquete. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelar o circuito elétrico para simular o sistema de alarme da maquete. - Modelar o circuito do dispositivo LCD.
13 -14	<ul style="list-style-type: none"> -Apresentação do aplicativo para controlar a maquete. - Uma escuta aos estudantes para investigar suas opiniões sobre a proposta desenvolvida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Testar a funcionalidade do aplicativo no controle da maquete.

No próximo capítulo apresentamos resultados obtidos após uma intervenção didática realizada em uma escola pública de tempo integral da cidade de Iguatu, CE. O professor autor deste caderno pedagógico pertence ao quadro de professores lotados na mesma.

6 UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE INTERVENÇÃO EM UMA ESCOLA DA CIDADE DE IGUATU USANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO PARA O ESTUDO DE ELETRICIDADE

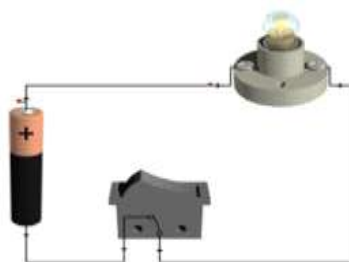
Ao todo foram 15 encontros, ou seja, cada encontro uma aula de 50 minutos cada. A escola era estadual de tempo integral e oferece o ensino médio. Participaram aproximadamente 20 estudantes que integravam a disciplina eletiva sobre o estudo de eletricidade. Buscamos descrever esta experiência a seguir.

Nosso primeiro encontro foi destinado à apresentação da proposta de trabalho aos alunos, esclarecendo que a pesquisa tinha como objetivo apresentar uma sequência didática para apoiar o ensino de eletricidade utilizando a plataforma arduino. Em seguida discutimos sobre o uso das tecnologias na sala de aula. Em uma escuta aos estudantes registramos algumas opiniões sobre este tema. Disponibilizamos algumas posições: *“A aula fica mais atrativa quando o professor usa algum software no ensino de física”*. (Estudante 1); *“Podemos simular alguns fenômenos físicos utilizando o computador”*. (Estudante 2); *“Gosto das aulas de física quando o professor utilizar o datashow para expor os conteúdos, pois a aula fica mais interessante”*. (Estudante 3).

Na sequência dividimos a turma em dez duplas que identificamos por letras do alfabeto (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J); depois aplicamos um teste de sondagem (Apêndice A) composto de dez questões para investigar os conhecimentos prévios dos educandos sobre conceitos básicos de eletricidade.

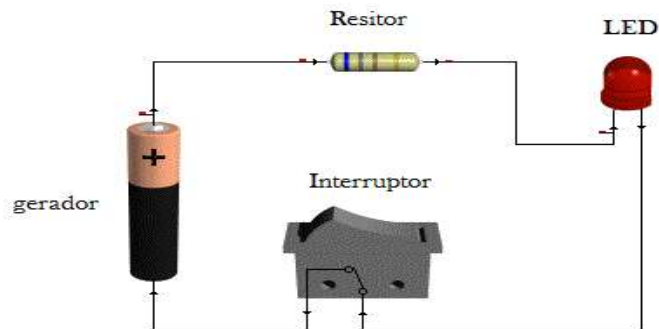
O teste de sondagem era composto por nove questões abertas e uma de múltipla escolha. Buscamos explorar o entendimento dos estudantes sobre conceitos elementares do conteúdo sobre eletricidade (ex. circuitos elétricos, resistores e suas possíveis associações em série e em paralelo). Segue as questões que podem ser melhoradas em outras intervenções:

01. Observe o circuito e responda:



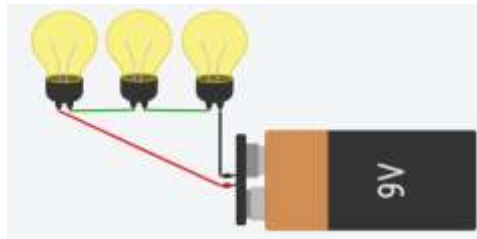
Porque a lâmpada acende quando a chave é apertada?

02. Observe o circuito abaixo:



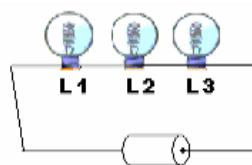
Qual a função do resistor no circuito?

03. Um circuito é formado por três lâmpadas idênticas, em série, ligados a uma bateria de 9 V, conforme a figura. Analise a situação e responda:



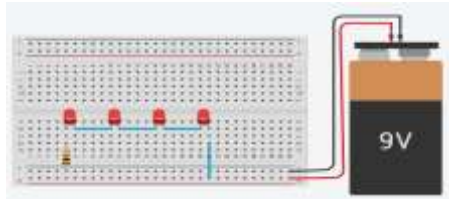
Se a corrente da lâmpada da direita for de 2 A, qual será a corrente elétrica nas outras lâmpadas? Justifique sua resposta.

04. No circuito abaixo as lâmpadas são idênticas e estão submetidas a mesma diferença de potencial.



- L1 brilha mais do que L2.
- L2 brilha mais do que L1 e L3.
- L3 brilha mais do que L1 e L2.
- As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

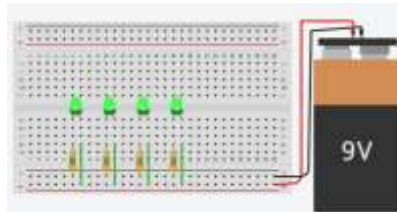
05. Observe o circuito abaixo:



O que acontece a associação em série se um dos leds for retirado do circuito?

Justifique sua resposta.

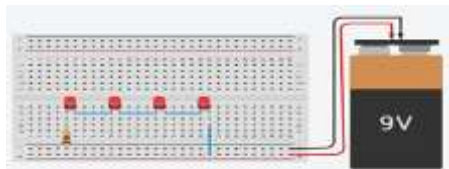
06. Observe a figura abaixo:



O que acontece a associação em paralelo se um dos leds for retirado do circuito?

Justifique sua resposta.

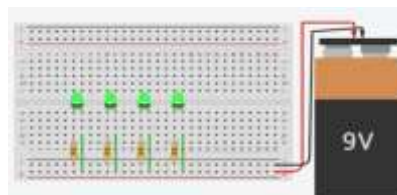
07. Observe a associação em série e responda:



O que acontece com o brilho dos leds se forem colocados mais leds no circuito?

Justifique a sua resposta.

08. Observe a associação em paralelo abaixo e responda:



O que acontece com o brilho dos leds se forem colocados mais leds no circuito?

Justifique a sua resposta.

09. Para você o que é “Corrente elétrica”.

10. Defina com suas palavras “Circuito elétrico”.

Obtivemos algumas respostas às questões, por exemplo: (i) sobre circuito aberto e fechado: *Porque o circuito é fechado; Porque a pilha gera corrente elétrica; Porque ao fechar o circuito haverá circulação de energia;* (ii) sobre a função de um resistor: *Limitar a passagem de corrente; Evitar que o led queime; Limita a corrente no led.;* (iii) entendimento sobre o conceito de corrente elétrica: *Fluxo de elétrons ao longo do tempo; Passagem de elétrons de um ponto ao outro do circuito; Movimento ordenado de elétrons;* (iv) entendimento sobre o conceito de circuito elétrico: *Conjunto de componentes elétricos que precisa de uma fonte de energia para funcionar; Conjunto de componentes eletrônicos ligados em série ou paralelo alimentados por uma fonte de tensão;* Tabela 1: Análises do teste de sondagem.

A turma teve dificuldade em fornecer respostas mais próximas da linguagem científica, no entanto apesar do pouco domínio conceitual apresentado pelas duplas percebemos que os discentes já possuem conhecimentos existentes adquiridos anteriormente sobre noções básicas de eletricidade.

No laboratório de informática apresentamos um seminário sobre a plataforma arduino e as principais características de alguns componentes eletrônicos como leds, resistores, potenciômetro, protoboard, LDR, etc.

Após a apresentação do seminário percebemos que os alunos mostraram-se interessados em saber mais sobre a plataforma arduino e começaram a perguntar qual o preço da placa e onde poderia ser adquirida.

Dividimos a turma em equipes os alunos receberam o Kit básico para arduino (Figura 25).

Figura 25: Kit básico para arduino.

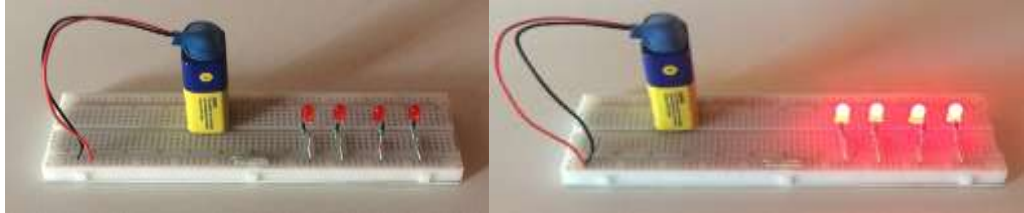


Fonte: Próprio autor.

Logo depois propomos a cada equipe a montagem de experimentos usando alguns componentes do kit. Por exemplo, montamos um circuito em paralelo onde

usamos os seguintes componentes: uma protoboard, fios para as conexões, quatro leds, uma bateria de 9V e quatro resistor de 100 Ω . A montagem do circuito é mostrada na Figura 30.

Figura 30: Representação de uma associação em paralelo usando o arduino.



Fonte: Próprio autor.

Os estudantes foram questionados sobre as principais características da associação em paralelo como se segue, por exemplo: (i) O que acontece na associação em paralelo quando retiramos um led do circuito? Resposta: *“Os demais leds do circuito continuarão acesos porque na associação em paralelo a ddp é constante”*. (Equipe C); (ii) O que acontece com o brilho dos leds em uma associação em paralelo quando adicionamos mais leds ao circuito? Resposta: *“O brilho dos leds não se altera, pois a diferença de potencial do circuito não varia”*. (Equipe A); Descreva as principais características da associação em paralelo; *“Em uma associação em paralelo a corrente no circuito é variável e a diferença de potencial é constante”*. (Equipe A).

A Figura 31 mostra um registro do momento da execução da atividade proposta.

Figura 31: Estudantes montando um experimento de associação em paralelo usando o arduino.

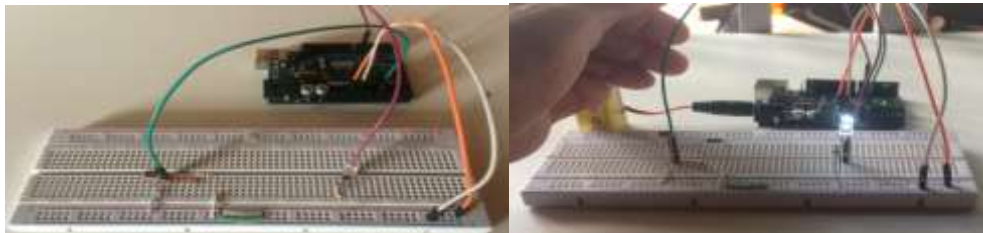


Fonte: Próprio autor.

Neste momento percebemos a motivação dos educandos na realização das práticas usando os componentes eletrônicos associando assim a teoria com a prática.

Dentre várias possibilidades de trabalho com o arduino, propomos um projeto de trabalho de montagem de um circuito utilizando um LDR para simular um sistema automatizado. O objetivo do projeto foi apresentar aos alunos o componente eletrônico LDR cuja resistência elétrica diminui quando sobre ele incide energia luminosa. O projeto desenvolvido pelos alunos pode ser visto na Figura 36.

Figura 36: Representação da montagem de funcionamento de um LDR.



Fonte: Próprio autor.

Para verificar esse efeito foi sugerido aos alunos cobrir o LDR e em seguida observassem o que acontecia com o led. O projeto possibilitou ao grupo observar o comportamento de um resistor que sofre alterações em função de algumas características externas (como a luminosidade no caso do LDR). A Figura 37 mostra este momento dos alunos trabalhando neste projeto.

Figura 37: Estudantes trabalhando na montagem do projeto sobre o funcionamento de um LDR.



Fonte: Próprio autor.

Fizemos questões provocadoras aos alunos para explorar as opiniões deles sobre os projetos desenvolvidos usando o arduino. Nesta experiência. A seguir citamos alguns comentários feitos pelas duplas a respeito dos projetos realizados:

“Gostamos do projeto em que usamos o LDR, pois agora foi possível compreender como funciona a iluminação pública”. (Dupla B); *“As aulas de física ficaram mais interessantes com as práticas realizadas com o arduino”*. (Dupla D); *“Após conhecermos o arduino e vê como é fácil trabalhar com a placa estamos pensando em construir um robô seguidor de linha para participar da próxima feira de ciências da escola”*. (Dupla E).

Em outro encontro propomos a montagem do protótipo para simular as instalações elétricas da maquete. A Figura 38 ilustra a maquete que foi automatizada.

Figura 38: Modelo da Maquete representativa de uma casa residencial.

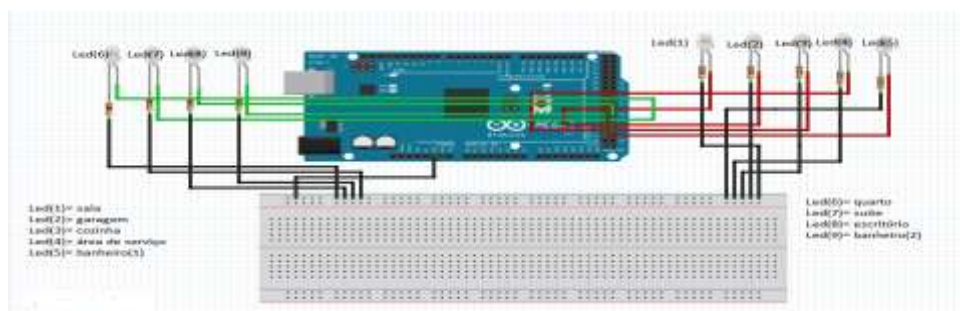


Fonte: Próprio autor.

Para este projeto usamos uma maquete de madeira composta de nove cômodos incluindo garagem e área de serviço (usamos materiais de fácil acesso tais como: madeira MDF de 6 mm; cola branca e pregos. Na confecção pode-se usar papelão o acrílico. Na nossa maquete usamos madeira de uma madeireira que seria descartadas)

Inicialmente montamos o circuito responsável pela iluminação da maquete onde foram utilizados nove resistores de 100Ω , nove leds branco (de alto brilho) e fios para as conexões. A Figura 39 representa a montagem do circuito em paralelo utilizado na iluminação dos cômodos da maquete.

Figura 39: Circuito de iluminação da maquete.



Fonte: Próprio autor.

As imagens mostradas na Figura 40 evidenciam a realização deste momento onde os alunos realizaram as instalações elétricas da maquete participando ativamente da construção do conhecimento testando possibilidades e soluções na realização da atividade proposta.

Figura 40: Estudantes trabalhando na montagem das instalações elétricas usando a maquete de uma casa residencial.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida apresentamos aos educando o servo motor que é dispositivo elétrico responsável para abrir e fechar a porta e o portão da maquete. Na Figura 41 podemos observar os alunos testando o funcionamento do servo motor.

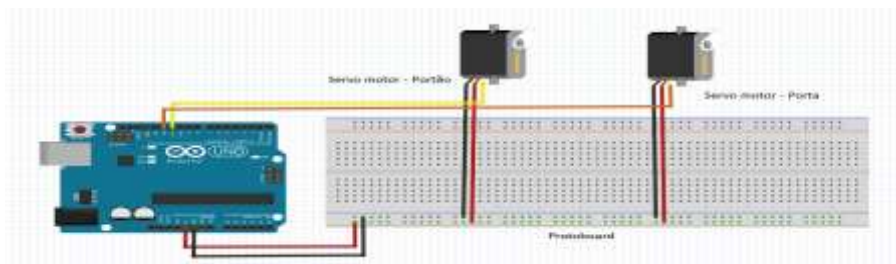
Figura 41: Estudantes testando o servo motor.



Fonte - Próprio autor.

Após o teste dos motores apresentamos a turma o esquema de montagem do circuito para controlar o sistema de acesso da maquete (Figura 42).

Figura 42: Circuito servo motor.



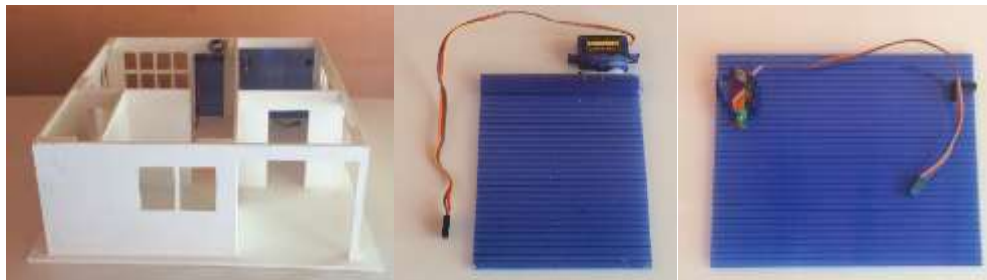
Fonte - Próprio autor.

Para a montagem do circuito usamos os seguintes componentes: dois servos motores, uma protoboard, um arduino e fios para as conexões.

Na sequência preparamos o material para instalação da porta e do portão na maquete.

Para a confecção da porta e do portão usamos dois pedaços de policarbonato (azul) e dois servos motores. A Figura 43 ilustra a montagem e a fixação da porta e do portão na maquete.

Figura 43: Instalação da porta e do portão da maquete.



Fonte: Próprio autor.

Apresentamos aos alunos os componentes eletrônicos buzzer e o sensor de movimento que serão usados na montagem do sistema de alarme da maquete. A Figura 44 ilustra o teste destes dispositivos pelos estudantes.

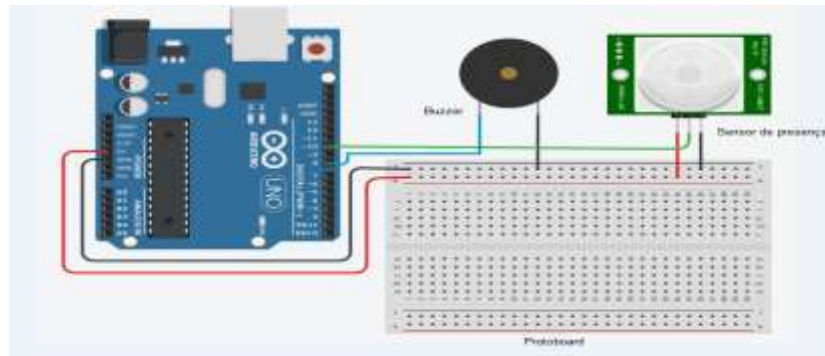
Figura 44: Dispositivos sensores de presença e buzzer.



Fonte: Próprio autor.

Depois de testarem os dispositivos buzzer e o sensor de movimento apresentamos aos educandos o esquema de montagem para o sistema de alarme da maquete (Figura 45).

Figura 45: Circuito alarme.

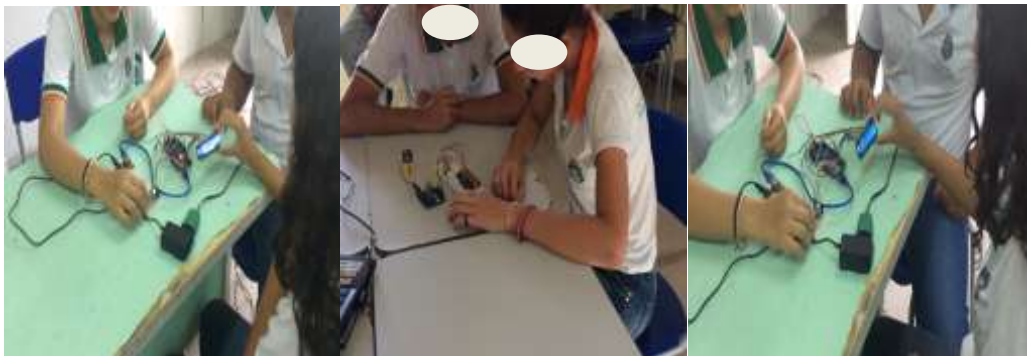


Fonte: Próprio autor.

Na montagem do circuito foram usados os seguintes componentes: um arduino, um buzzer de 5 V, um sensor de presença e fios para as conexões.

Na sequência os alunos conheceram o display de LCD que é o dispositivo responsável por mostrar em sua tela os dados enviados pelo arduino. As imagens abaixo (Figura 46) mostram os alunos testando este dispositivo.

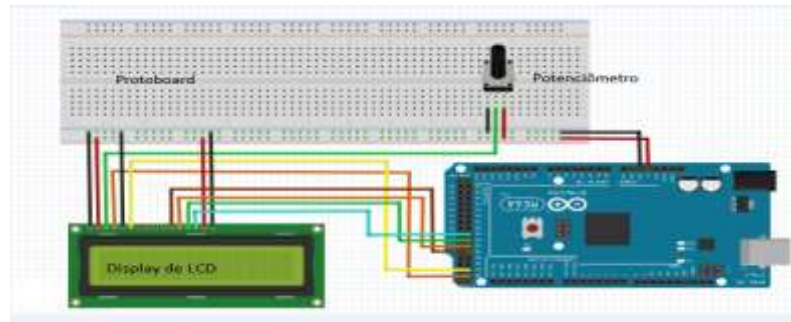
Figura 46: Teste do display de LCD pelos estudantes.



Fonte: Próprio autor.

Na sequência montamos o circuito elétrico do display de LCD. Para a montagem do circuito foram usados uma protoboard, um arduino, um potenciômetro e fios para as conexões. A Figura 47 ilustra a montagem do circuito.

Figura 47: Circuito display de LCD.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida colocamos toda a parte elétrica do projeto no teto da maquete (isso pode ser visto na Figura 48).

Figura 48: Montagem da parte elétrica do projeto na maquete.



Fonte: Próprio autor.

Após a finalização da construção do projeto abrimos um espaço para discussão sobre a automação da maquete. A seguir descrevemos alguns relatos da experiência vivida pelos estudantes: *“Professor, o uso da maquete deixou as aulas mais atrativas e com ela foi possível compreender o funcionamento de uma casa controlada por um aparelho celular”*. (Equipe B); *“Professor, podemos usar esse projeto em nossa residência”*. (Equipe D); *“Foi legal estudar circuitos elétricos usando a maquete”*. (Equipe A); *“Professor, com o uso da maquete para explicar conceitos básicos de eletricidade passamos a compreender a importância da física para o desenvolvimento tecnológico”*. (Equipe C).

Pode ser usado um aplicativo para o controle da instalação elétrica da maquete, por exemplo, a abertura da porta e do portão e o sistema de alarme da maquete. O aplicativo pode ser visualizado na Figura 49.

Figura 49: A construção de um aplicativo para celular para controlar o funcionamento da instalação elétrica da maquete.



Fonte: Próprio autor.

O aplicativo foi desenvolvido no App Inventor II uma plataforma online destinada ao desenvolvimento de aplicativos compatíveis com o sistema Android.

Após conhecerem o aplicativo os alunos testaram a suas funcionalidades junto à maquete como mostra a Figura 50.

Figura 50: Teste com o aplicativo proposto para o controle de uso da instalação elétrica da maquete.



Fonte: Próprio autor.

Após os testes os alunos constataram a eficiência do aplicativo construído no App Inventor II que apresenta o recurso de aplicação Bluetooth para conectividade com o arduino.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caro professor ou professora espero que esta proposta de construção de um protótipo interativo para simular as instalações elétricas de uma casa residencial, por meio de uma maquete, com o uso da plataforma arduino, possa apoiar, de alguma forma, suas aulas de Física no estudo da eletricidade no Ensino Médio.

Como foi falado, também oferecemos uma sequência de ensino inspirada nas ideias do pensador Vygotsky sobre o impacto do contexto sociointeracionista na aprendizagem dos estudantes. Como vimos o desenvolvimento de projetos com a plataforma arduino tem a finalidade de introduzir ideias básicas de eletrônica e de programação computacional na montagem de circuitos elétricos. O protótipo, que usa a Plataforma arduino, pode servir para ajudar os estudantes a entenderem o controle do sistema de iluminação, acesso e segurança de uma residência.

8 ALGUMAS REFERÊNCIAS PARA CONSULTA

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<http://www.Arduino.cc>> Acesso em: 20 de novembro de 2019.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n.4, 2011.

CARVALHO, L. R. M.; AMORIM, H. S. Observando as marés atmosféricas: Uma aplicação da placa Arduino. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 3, 3501, 2014.

CORDOVA, H..., & TORT, A. (10 de Maio de 2016). Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 38 (2).

KENKI, V. M. Novos processos de interação e comunicação no ensino mediado pelas tecnologias. **Cadernos Pedagogia Universitária da USP, São Paulo - SP, 2008**.

LEVY, Pierre; DA COSTA, Carlos Irineu. **Tecnologias da Inteligência**, As. Editora 34, 1993.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MOLISANI E; TEIXEIRA R. M. R.; CAVALCANTE M.A. Arduino e ferramentas da web 2.0 no ensino de física: um exemplo de aplicação em aulas de óptica. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013, São Paulo.

MOURÃO, Oseias. **Arduino & ensino de Física: automação de práticas experimentais**. Tianguá: Clube dos Autores, 2018.

OLIVEIRA, José Marcelo Velloso de Criação de Aplicativo para Dispositivos Móveis e sua Utilização como Recurso Didático em Aulas de Geometria Analítica. 2016. 181 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2016.

SILVEIRA, S.; GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n.4, e4502, 2017.

SOUZA, A. R et al. A placa Arduino: Uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v.33, n.1,2011.

VISCOVINI, R.; SILVA, D.; ÁVILA, E.; MARTON, I.; SANTOS, M.; BALISCEI, M.; OLIVEIRA, M.; SANTOS, R.; SABINO, A.; GOMES, E.; PASSOS, M.; ARRUDA, S. Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 856-869, dez. 2015.