



PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIRCUITO ELÉTRICO UTILIZANDO MÓDULOS ELETRÔNICOS INTERATIVOS

Ademar de Jesus

Produto Educacional associado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz de Paula Filho

MEDIANEIRA
Dezembro de 2019

Prezado professor!

Esse produto educacional foi desenvolvido juntamente com a Dissertação de Mestrado “**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIRCUITO ELÉTRICO UTILIZANDO MÓDULOS ELETRÔNICOS INTERATIVOS**”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

O objetivo desse trabalho é propor uma sequência didática com uma abordagem experimental investigativa utilizando um conjunto didático que propiciará uma ampla variedade de experimentos.

Essa proposta de Sequência Didática (SD) tem como intuito auxiliar na aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo em sala de aula, visando sua aplicação para o 9º ano do Ensino Fundamental II, porém não há impedimento que a mesma seja aplicada em outros níveis de ensino.

Baseado no conceito de Sequência Didática, são apresentadas atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, com o objetivo de favorecer a aprendizagem sobre o tema de circuitos elétricos, seguindo os pressupostos teóricos de Antoni Zabala (1998).

A sequência está dividida em sete etapas a serem executadas em 15 aulas, com tempo de duração de 50 minutos cada.

Bons estudos!

SUMÁRIO

1 MÓDULOS ELETRÔNICOS INTERATIVOS	1
1.1 CONJUNTO DIDÁTICO SIMPLEBITS	1
1.2 CONSTRUÇÃO DOS MÓDULOS ELETRÔNICOS	11
2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	17
2.1 APRESENTAÇÃO	17
2.1.1 Público Alvo	17
2.1.2 Objetivos	17
2.1.3 Número de aulas.....	18
2.1.4 Conteúdos abordados.....	18
2.1.5 Interesse e motivação	18
2.1.6 Recursos/metodologias de ensino	19
2.1.7 Quadro sintético de aulas	19
2.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES	20
2.2.1 Primeira etapa: Cargas elétricas	20
2.2.2 Segunda etapa: Energia elétrica	21
2.2.3 Terceira etapa: Resistores	22
2.2.4 Quarta etapa: LEDs e Ondas eletromagnéticas.....	25
2.2.5 Quinta etapa: Análise da corrente elétrica.....	26
2.2.6 Sexta etapa: Associação de resistores	27
2.2.7 Sétima etapa: Magnetismo	29
2.3 AVALIAÇÃO	32
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 MÓDULOS ELETRÔNICOS INTERATIVOS

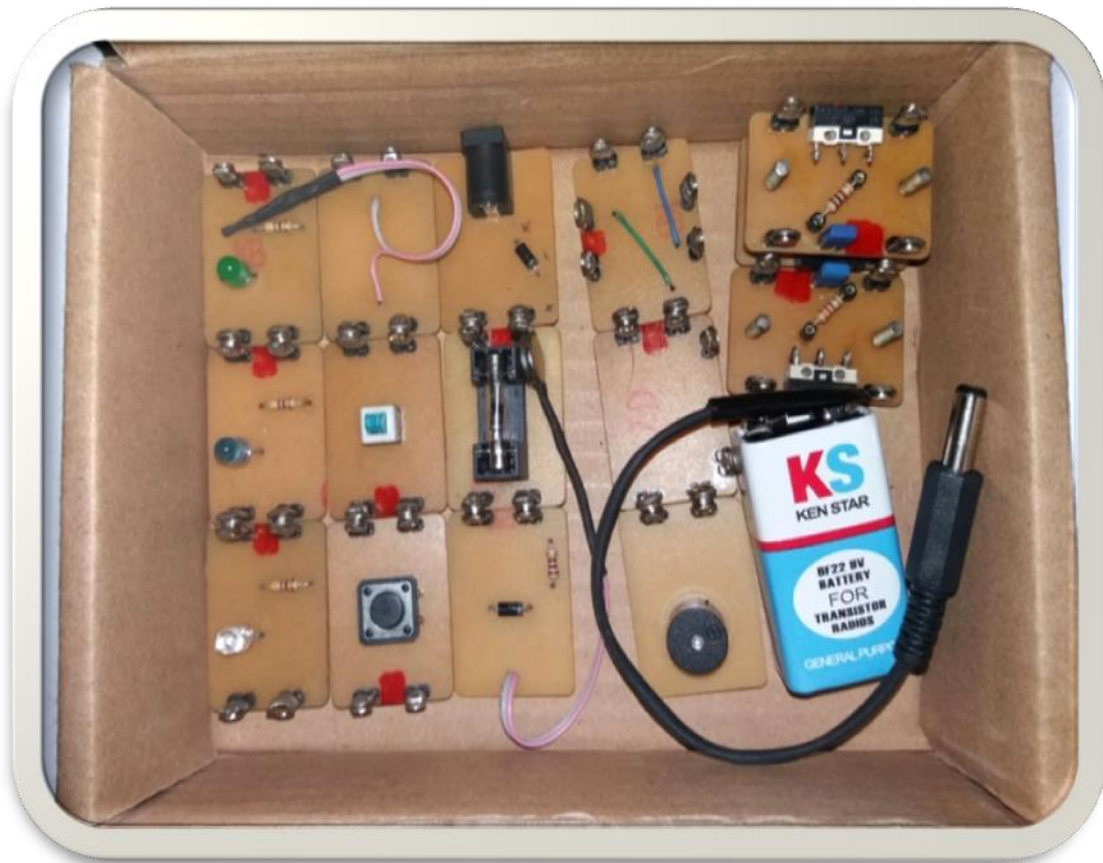
O conjunto didático pedagógico, denominado SimpleBits, é constituído de módulos eletrônicos interativos desenvolvidos com o objetivo de propiciar uma ampla variedade de experimentos demonstrativos dos fenômenos relacionados ao eletromagnetismo. O conjunto de módulos eletrônicos foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira (Ribeiro, 2018). Os módulos podem ser confeccionados utilizando componentes eletrônicos provenientes do lixo eletrônico. Os módulos possuem uma conexão simples e intuitiva, por meio da utilização de ímãs de neodímio, que facilitam o manuseio dos mesmos, ao mesmo tempo que servem como um sistema de proteção caso a conexão entre os módulos esteja incorreta, pois os módulos se afastarão.

O conjunto didático é composto pelos seguintes módulos: bateria, botões, resistores, ímãs, eletroímã, sirene, motor, diodo e chave magnética. O referido kit possibilita que os professores abordem os seguintes conteúdos de Eletricidade e Eletromagnetismo: circuito elétrico (energia, diferença de potencial e corrente elétrica), condutores e isolantes elétricos, componentes eletrônicos, associação de resistores em série e em paralelo, ímãs e bússolas. Nos tópicos a seguir é detalhado o conjunto didático utilizado nesta pesquisa.

1.1 CONJUNTO DIDÁTICO SIMPLEBITS

O conjunto didático SimpleBits é composto por: 1 Bateria, 1 Módulo de Energia (módulo de entrada), 1 Módulo Pushbutton (botão sem trava), 1 Módulo botão com trava, 1 Módulo Reed Switch (chave magnética), 3 Módulos Luz (módulo LED), 1 Módulo Adaptador, 3 Módulos resistor, 1 Módulo Extensor, 1 Módulo Diodo, 1 Módulo Sirene, 1 Módulo Motor e 1 Módulo Eletroímã. A Figura 1 ilustra o kit SimpleBits.

Figura 1. Conjunto Didático SimpleBits.



Fonte: Autoria própria

O Módulo Energia é o primeiro módulo a ser utilizado, sendo composto por dois pinos, um diodo retificador e por um conector de entrada. Ao se conectar à bateria, tem-se uma DDP na saída do módulo. As Figuras 2 e 3 ilustram esse módulo:

Figura 2: Módulo Energia, visão superior, inferior e do circuito, respectivamente.



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

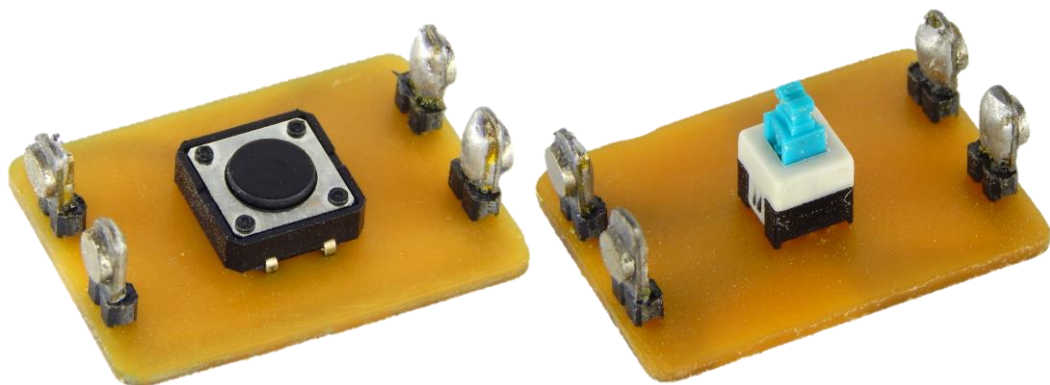
Figura 3: Módulo Energia (conexão).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O kit didático dispõe de dois módulos botão, um contendo o botão de pressão (*pushbutton*), que liga o circuito quando pressionado e mantém o circuito aberto quando não pressionado, e o outro contém um botão com trava que ao ser pressionado mantém o circuito ligado, desligando apenas quando pressionado novamente.

Figura 4: Módulos botão.

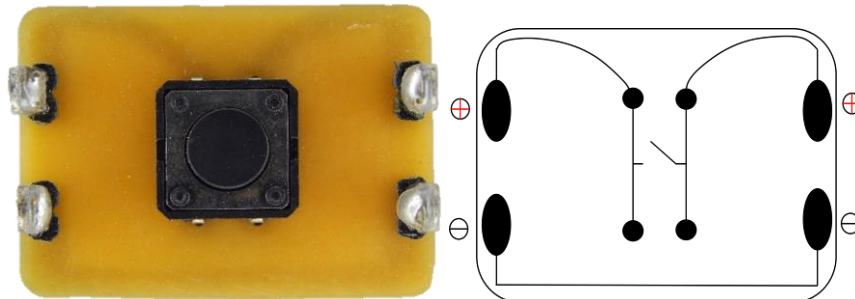


Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O módulo *Pushbutton* é composto por quatro pinos e um botão de pressão. É utilizado para efetuar o fechamento e a abertura do circuito. O botão está ligado em série com os terminais de entrada e saída. Quando pressionado, o módulo conduz corrente e, quando não pressionado, o mesmo

não permite a passagem da corrente no circuito. A Figura 5 apresenta o referido módulo.

Figura 5: Módulo Pushbutton (Visão superior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Por sua vez, o módulo botão é composto por quatro pinos e um botão com trava. Esse é utilizado para realizar o chaveamento e a abertura do circuito. Ressalta-se que o botão está ligado em série com os terminais de entrada e saída (Figura 6). Sua função, portanto, é efetuar o chaveamento. Quando pressionado com apenas um toque libera a passagem de corrente e interrompe as mesmas, quando for pressionado novamente com apenas um toque. Pode-se estudar tipos de chaves a partir desses módulos.

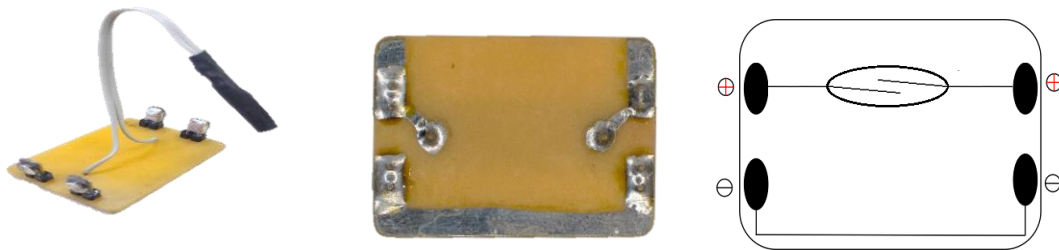
Figura 6: Módulo Botão (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

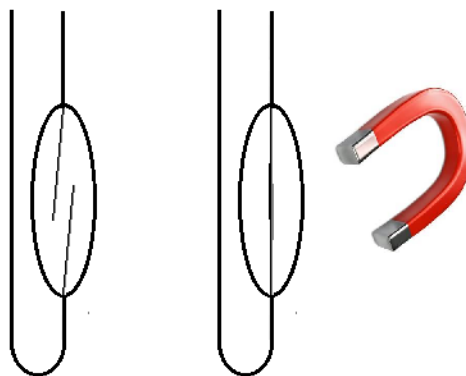
O kit conta ainda com o módulo Chave Magnética, que é composto por 4 pinos e um sensor magnético (*Reed Switch*) (Figura 7). O módulo tem como função efetuar o fechamento do circuito quando sob influência de um campo magnético.

Figura 7: Módulo Chave Magnética (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Figura 8: Funcionamento do Módulo Chave Magnética.

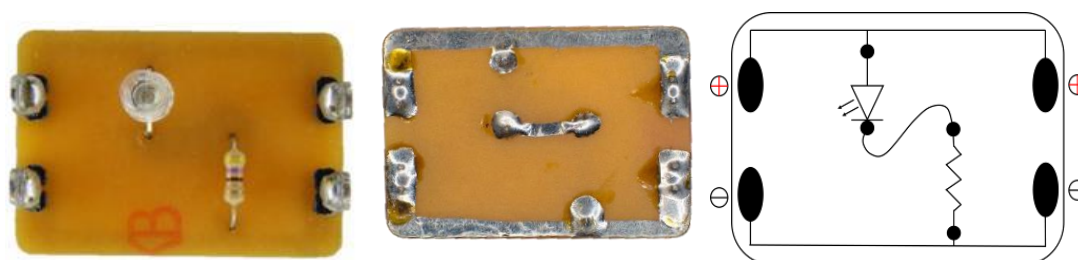


Fonte: Autoria própria

O conjunto didático possui três Módulos Luz com LEDs emitindo em diferentes comprimentos de onda. O módulo é constituído por quatro pinos, um LED e um resistor de resistência 470Ω . Como o conjunto é alimentado por uma bateria de 9 V , o resistor é conectado em série com o LED, para que ocorra uma queda de tensão no LED e a DDP seja levemente superior a tensão mínima para acendê-lo, Tabela 2. O LED e o resistor são ligados em paralelo com a tensão de entrada e a tensão de saída para que não haja queda de tensão nos pinos de saída, assim, podendo ligar outros módulos nos pinos de saída.

Esses módulos podem ser utilizados para demonstrar a emissão de luz em diferentes comprimentos de onda, inclusive em regiões do espectro não visível aos olhos humanos, como no infravermelho. Com esse módulo também é possível estudar ondas eletromagnéticas e suas aplicações.

Figura 9: Módulo Luz (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Figura 10: Os três módulos Luz (Visão superior).



Fonte: Ribeiro (2019).

O módulo de resistência é composto por um *micro switch*, dois pinos para a inserção de um resistor, dois parafusos e os pinos de entrada e saída (Figura 11). Este módulo tem por objetivo demonstrar de forma simples e prática a associação de resistências em série e em paralelo, apenas alterando a posição dos módulos. Colocando-os um sobre o outro, os módulos estarão ligados em paralelo (Figura 12a), porém, se ligados um ao lado do outro, os mesmos estarão ligados em série (Figura 12b).

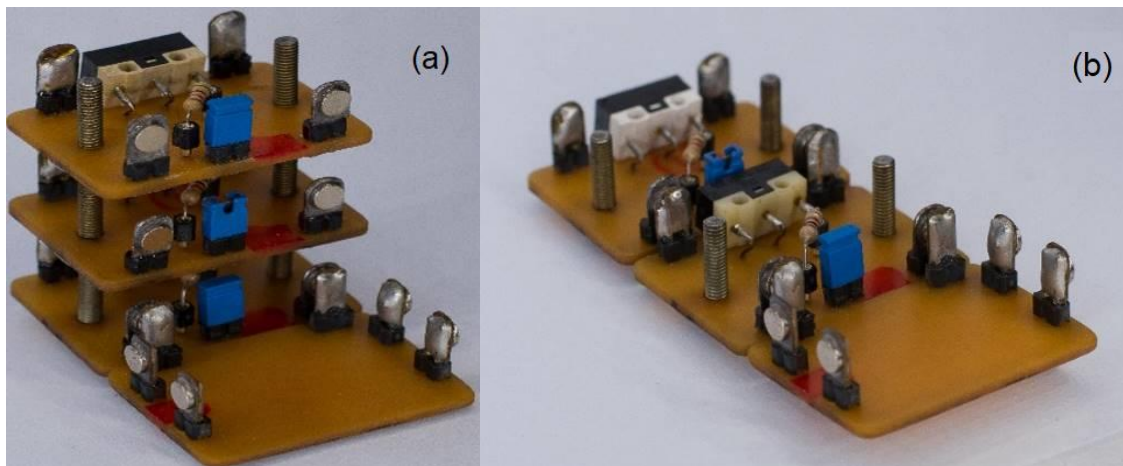
Figura 11: Módulo Resistor (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Salienta-se que para a utilização do módulo resistor, faz-se necessário o uso do módulo adaptador (Figura 13). Ele é responsável pela inclusão da resistência, em série e em paralelo no circuito. O módulo de resistor somente pode ser conectado no circuito através deste adaptador. O kit didático dispõe de três módulos resistores. Os resistores podem ser substituídos facilmente. Foram utilizados resistores de 100 Ω , 1 k Ω e 5 k Ω .

Figura 12: Módulo Resistor (Montado em série e paralelo).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O módulo adaptador é composto por seis pinos, formando duas saídas para diferentes portas. O referido módulo tem como função fazer a ligação dos módulos de resistências com o circuito, ligando os módulos de resistências em série com o circuito. A Figura 13 ilustra o referido módulo.

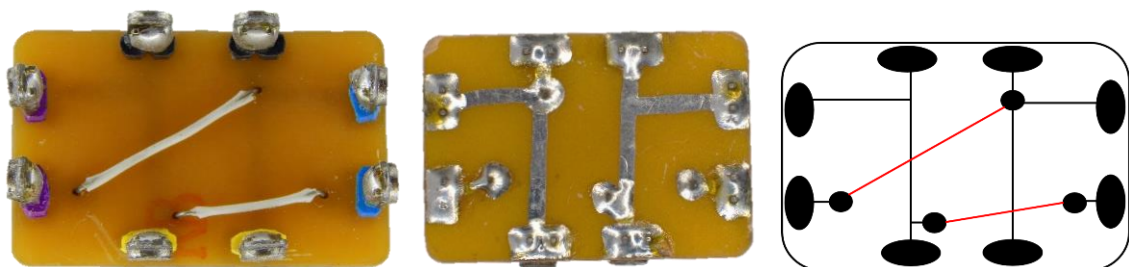
Figura 13: Módulo Adaptador (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O Módulo Extensor é utilizado para multiplicar o número de saídas, de uma para três, fazendo assim o circuito ir para três caminhos diferentes a partir de uma entrada. Funciona como um multiplicador de tomadas, também conhecido por T. Destaca-se que o módulo extensor é composto por oito pinos, formando quatro conexões. A Figura 14 apresenta este módulo.

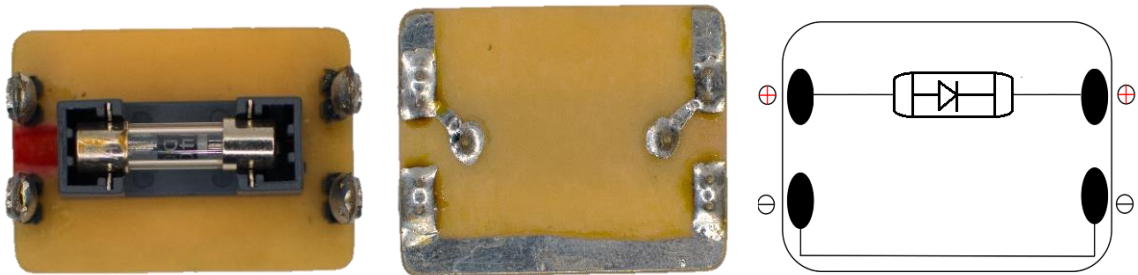
Figura 14: Módulo Extensor (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O módulo Diodo é composto por quatro pinos, sendo dois de entrada e dois de saída, e um diodo soldado dentro de um encapsulamento de fusível (Figura 15). Sua função é a de demonstrar o funcionamento de um diodo retificador, sendo possível a conexão direta e indireta do diodo no circuito apenas invertendo encapsulamento.

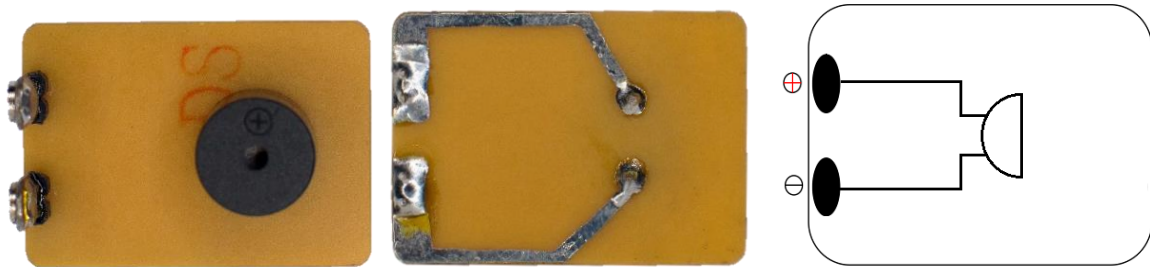
Figura 15: Módulo Diodo (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O Módulo Sirene é dotado de um *buzzer* ativo e dois pinos e tem como função emitir um sinal sonoro (Figura 16). Esse módulo pode ser utilizado para o estudo de transformação de energia elétrica em sonora.

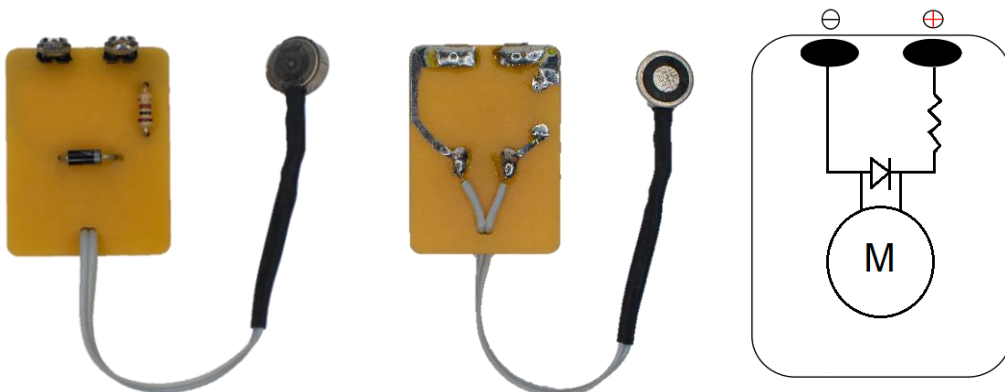
Figura 16: Módulo sirene (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O Módulo Motor é composto por dois pinos, um resistor de 100Ω , um diodo e um motor *vibracall*, tendo como função transformar energia elétrica em energia mecânica, mais especificadamente em vibração (Figura 17).

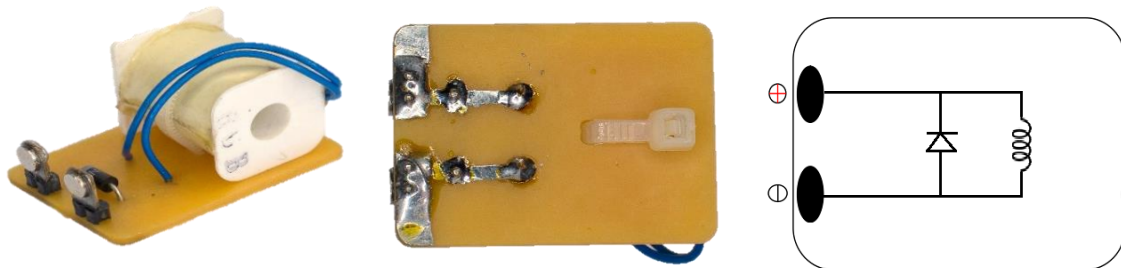
Figura 17: Módulo Motor (Visão superior, inferior e de circuito)



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

O Módulo Eletroímã é composto por um par de pinos, um diodo e um solenoide (Figura 18). Este módulo, juntamente com o módulo Chave Magnética, pode ser utilizado para explorar fenômenos do magnetismo, como a produção de campo magnético por corrente elétrica, força magnética, sensor de campo magnético.

Figura 18: Módulo Eletroímã (Visão superior, inferior e de circuito).



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Após conhecimento de cada módulo, o tópico a seguir detalha a construção dos módulos eletrônicos.

1.2 CONSTRUÇÃO DOS MÓDULOS ELETRÔNICOS

Para a construção dos módulos, utiliza-se para a base uma placa de fenolite com uma face cobreada, que será recortada de acordo com o tamanho desejado, conforme Figura 19.

Figura 19. Placa de Fenolite.



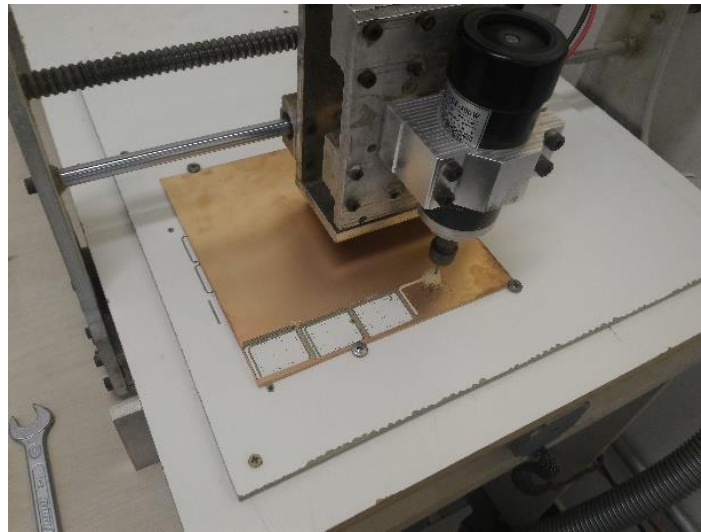
Fonte: Autoria própria

Cada módulo é desenhado em um software capaz de gerar um código (Gcode), que é composto pela localização exata dos furos e corte das placas. Este código é utilizado na CNC¹ Router, que, por meio de brocas especiais, efetua a furação e corte dos módulos nas placas de fenolite cobreadas, como ilustrado na Figura 20.

No entanto, apesar de ser mais trabalhoso, os módulos podem ser desenhados, cortados e perfurados manualmente com a utilização de outras ferramentas, como por exemplo, cortado com uma makita de mesa e perfurado com uma furadeira manual com uma broca fina.

¹ CNC é a sigla para Controle Numérico Computadorizado.

Figura 20: CNC efetuando o corte dos módulos na placa fenolite.



Fonte: Autoria própria

Após o corte dos módulos, faz-se necessária a limpeza da face cobreada com uma palha de aço para remover as impurezas da superfície da face cobreada, evitando o mau contato nas trilhas. Além disso, as bordas também são alisadas para evitar o corte no manuseio (Figura 21).

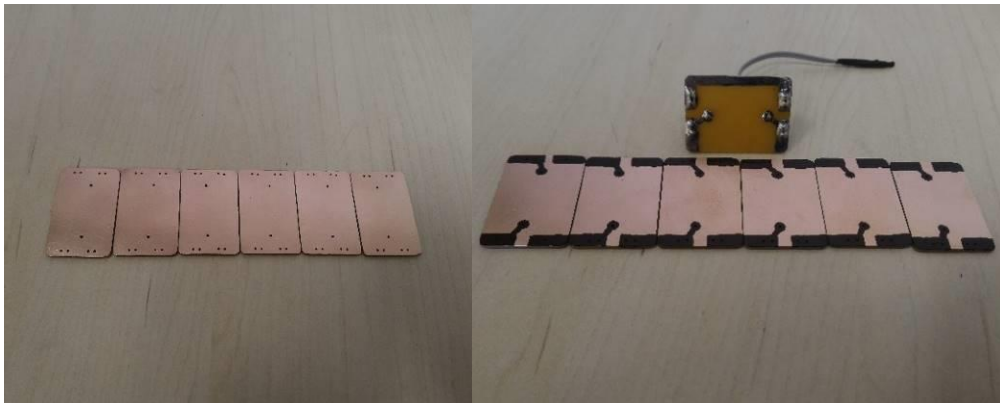
Figura 21. Limpeza da face cobreada.



Fonte: Autoria própria

Em seguida, com o marcador de CD (ou de projetor) é desenhado sob a face cobreada as trilhas dos circuitos, como ilustrado na Figura 22.

Figura 22: Desenho do circuito na placa.



Fonte: Autoria própria

Após desenhado os circuitos nas placas, as mesmas são colocadas em um recipiente contendo uma mistura de água com Percloroeto de Ferro, tal solução é responsável por corroer o cobre exposto, deixando somente as trilhas desenhadas com a caneta (Figura 23).

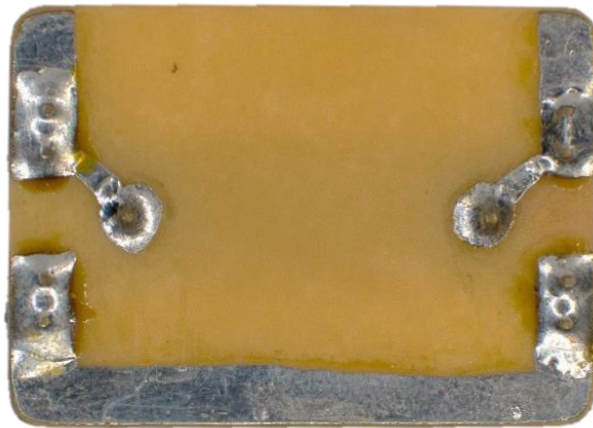
Figura 23: Produto utilizado no processo de corrosão.



Fonte: Autoria própria

A fim de retirar a tinta das trilhas, mantendo apenas o cobre exposto, é realizado a limpeza das placas com álcool etílico. Em seguida, é aplicada uma fina camada de estanho de solda sobre as trilhas, com o intuito de protegê-las da oxidação (Figura 24).

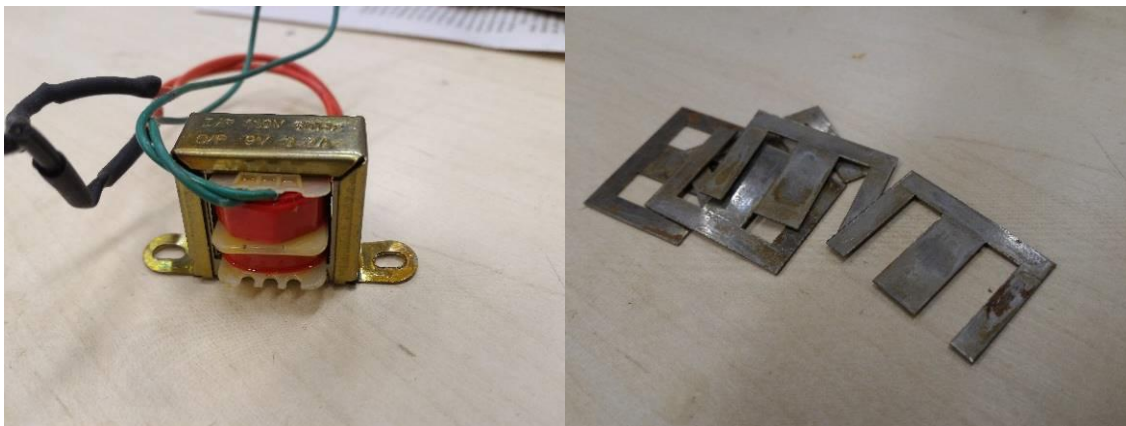
Figura 24: Fina camada de estanho sobre as trilhas de cobre.



Fonte: Autoria própria

Após o processo de oxidação, os componentes e os pinos de ligação entre os módulos são soldados à placa de circuito impresso. As chapas metálicas que compõem os pinos de conexão são reaproveitadas de pequenos transformadores de tensão (Figura 25).

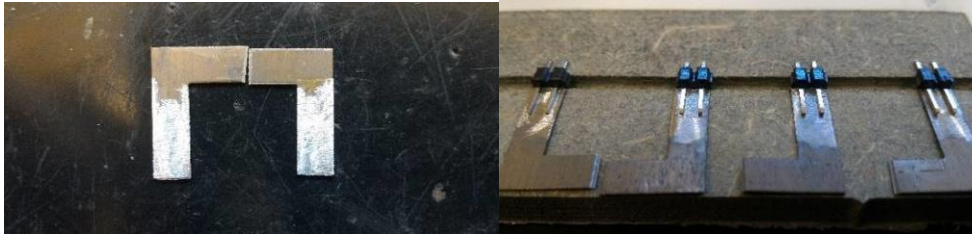
Figura 25: Transformadores de Tensão.



Fonte: Ribeiro (2019).

As chapas são lixadas para remoção do verniz, cortadas e soldadas nos pinos. Além das placas lixadas e cortadas apresentada na Figura 26, apresenta-se também o modelo de pinos utilizados na Figura 27 e na Figura 28, os pinos já soldados na placa. A Figura 29 apresenta os pinos prontos para serem soldados nos módulos.

Figura 26: Placas lixadas e cortadas.



Fonte: Autoria própria

Figura 27: Modelo de pinos utilizados.



Fonte: Autoria própria

Figura 28: Os pinos soldados nas placas.



Fonte: Autoria própria

Figura 29: Pinos prontos.



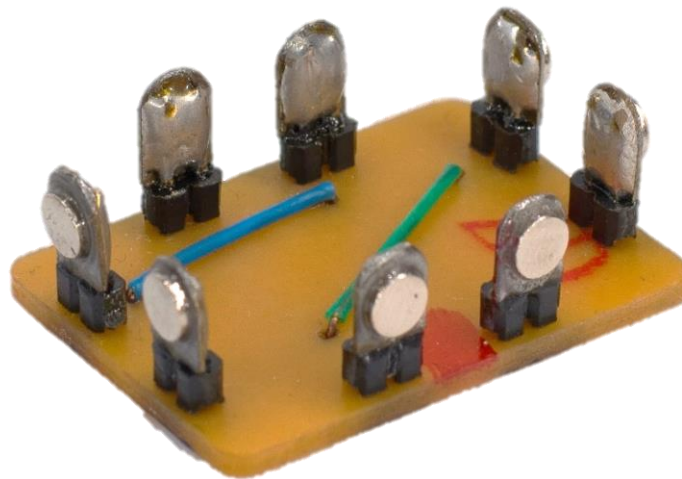
Fonte: Autoria própria

Os pinos de conexão são soldados à placa do módulo sem os ímãs estarem colados a eles. Pois, caso os ímãs fossem colados aos pinos antes dos mesmos serem soldados nos módulos, os ímãs poderiam perder sua

característica magnética. Por esse motivo, os ímãs de neodímio são colados com supercola nas placas metálicas após a soldagem dos pinos nos módulos. É importante destacar, que os ímãs são colados nas bordas para que o contato elétrico seja mantido. Além disso, antes dos ímãs serem colados é de suma importância lixar as chapas metálicas para retirar o verniz e/ou sujeiras grudadas, melhorando o contato elétrico do ímã de neodímio com a placa metálica do pino.

Os módulos possuem a dimensão de 2,5 cm por 3,5 cm cada. Os ímãs de neodímio utilizados possuem 4 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. A Figura 30 apresenta um módulo finalizado.

Figura 30: Módulo pronto para uso.



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2.1 APRESENTAÇÃO

A proposta nessa sequência didática é incentivar a aprendizagem a partir de projetos e experiências fomentando a consciência ambiental, criatividade lúdica e a relação entre teoria e prática, com a associação dos conteúdos de ciências.

O conjunto didático pedagógico irá propiciar uma ampla variedade de experimentos aos estudantes e professores do Ensino Fundamental II, podendo também ser utilizado no Ensino Médio, associando conhecimento teórico, presentes nas ementas das disciplinas ciência e física, ao conhecimento prático. Incentivando, assim, o estímulo dos alunos a busca e soluções de pequenos desafios práticos. Pode também despertar junto à sociedade a conscientização sobre o lixo eletrônico.

2.1.1 Público Alvo

A sequência didática é indicada para introduzir conceitos de eletricidade e eletromagnetismo para estudantes do 9º ano - Ensino Fundamental II. No entanto, não existem impedimentos para que seja utilizada no Ensino Médio.

2.1.2 Objetivos

O objetivo geral desta sequência didática consiste em apresentar aos estudantes os conceitos de eletricidade e magnetismo por meio de experimentos demonstrativos e investigativos utilizando o conjunto didático SimpleBits, suas funções básicas e representações simbólicas, levando em consideração os subsunçores dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II.

Espera-se que ao final o estudante tenha adquirido noções sobre o funcionamento dos módulos, equipamentos e circuitos elétricos, saiba diferenciar os tipos de resistores e associações, aprenda a utilizar o conjunto

didático para construir circuitos e fazer análise de corrente elétrica em relação ao brilho de diferentes LEDs e aplique os conhecimentos adquiridos em seu cotidiano.

2.1.3 Número de aulas

A sequência didática prevê a utilização de 15 aulas de 50 minutos cada.

2.1.4 Conteúdos abordados

- ✓ Eletricidade e Eletromagnetismo
- ✓ Circuito elétrico: Energia, tensão e corrente elétrica.
- ✓ Condutores e Isolantes elétricos;
- ✓ Componentes eletrônicos: resistores, diodos, LEDs, sirenes, vibracall, interruptores (botão com trava, botão de pressão, chave magnética);
- ✓ Associação de resistores em série e em paralelo;
- ✓ Ímãs e bússolas.

2.1.5 Interesse e motivação

A ciência é uma construção humana que constitui ferramenta importante para satisfazer as demandas da sociedade. Seu estudo torna a natureza compreensível e possibilita o desenvolvimento de tecnologias que nos proporcionam conforto, qualidade de vida e outras facilidades. Apesar da importância desta disciplina, seu ensino não tem despertado o interesse dos estudantes, evidenciando uma distância cada vez maior entre o que é ensinado em sala de aula e o mundo real. Muitos alunos concluem o Ensino Fundamental carregando conceitos distantes do conhecimento científico. O conjunto didático SimpleBits será ferramenta importante para os professores de Ciências/Física na demonstração de fenômenos físicos do eletromagnetismo.

2.1.6 Recursos/metodologias de ensino

- ✓ Quadro, pincéis e apagador;
- ✓ Livro didático;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Módulos eletrônicos interativos (conjunto SimpleBits);
- ✓ Resistores, LED, multímetro e atividades impressas;
- ✓ Equipe de trabalho: 3 a 4 estudantes.

2.1.7 Quadro sintético de aulas

Quadro 1: Quadro sintético de aulas da SD

ETAPAS	AULAS	ATIVIDADES/ENCAMINHAMENTOS
1ª Etapa Cargas elétricas	01 - 02	<ul style="list-style-type: none">• Aula expositiva sobre cargas elétricas, condutores e isolantes elétricos;• Aula expositiva sobre eletrização por atrito e eletrização por contato com realização de experimentos demonstrativos;• Vídeos de experimentos demonstrativos;• Aula expositiva sobre descargas elétricas.
2ª Etapa Energia elétrica	03 - 04	<ul style="list-style-type: none">• Atividade prática com o conjunto didático (SimpleBits). Na sondagem inicial, os alunos são divididos em grupos e incentivados a investigar os módulos do SimpleBits. O contato inicial com o conjunto didático desperta a curiosidade sobre o funcionamento dos dispositivos eletrônicos.• Aula expositiva sobre corrente elétrica;• Conversão de energia elétrica em: Energia luminosa, sonora e mecânica.
3ª Etapa Resistores	05 - 07	<ul style="list-style-type: none">• Aula expositiva sobre resistores, fontes e interruptores;• Analogia com resistência do chuveiro elétrico e ferro de passar;• Prática com multímetro (ohmímetro);• Levar para aula a tabela de cores impressa (colorida);• Levar para aula vários resistores com diferentes resistências;• Realizar atividades práticas com resistores;• Medir a resistência elétrica com o multímetro e comparar com a tabela de cores;• <i>TAREFA</i>: Deixar com os alunos um texto para de leitura sobre LEDs (conteúdo da aula seguinte);• <i>TAREFA/Lembrete</i>: Trazer o celular para a próxima aula (prática da aula seguinte).
4ª Etapa LEDs e Ondas eletromagnéticas	08 - 09	<ul style="list-style-type: none">• Aula expositiva sobre LEDs (diodo emissor de luz) e diodos;• Atividades práticas com os conjuntos didáticos (SimpleBits): Introduzir os LEDs (vermelho, verde, infravermelho);

		<ul style="list-style-type: none"> • Observar onda eletromagnética do LED infravermelho com a câmera do celular.
5ª Etapa Análise da corrente elétrica	10 - 11	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades práticas com os conjuntos didáticos (SimpleBits): Análise qualitativa da corrente elétrica, observando a intensidade do LED com diferentes resistores: 100 Ω, 1k Ω e 5k Ω.
6ª Etapa Associação de resistores	12 - 13	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva sobre associação de resistores, em série e em paralelo; • Aula prática: Montar as associações de resistores com o conjunto didático: Associação em série – Ordem: 100 Ω, 1k Ω, 5k Ω; Associação em paralelo – Ordem: 5k Ω, 1k Ω, 100 Ω; • Análise qualitativa do brilho dos LEDs; • Obs.: Levar para aula os circuitos confeccionados com as lâmpadas incandescente (série e paralelo).
7ª Etapa Magnetismo	14 - 15	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva sobre ímãs e bússolas; • Fontes de campo magnético; • Experimentos de atração e repulsão entre ímãs; • Experimento de interação entre bússola e ímã; • Aplicação com conjunto didático (ímã, eletroímã e chave magnética).

Fonte: Autoria própria

2.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES

A seguir é apresentada a descrição detalhada de cada etapa da sequência didática. Também são indicados os recursos metodológicos a serem utilizados.

2.2.1 Primeira etapa: Cargas elétricas

O objetivo desta aula expositiva é introduzir noções sobre cargas elétricas, condutores e isolantes elétricos, eletrização por atrito e eletrização por contato, descargas elétricas. Tornar os estudantes conscientes da origem dos choques que podem acontecer e destacar a importância dos para-raios na prevenção de acidentes.

Como recursos são utilizados materiais como livro didático, projetor multimídia, pincel e lousa. A aula será dividida em três momentos. No primeiro momento tem-se a exposição de conceitos dos conteúdos físicos: cargas elétricas, condutores e isolantes elétricos (50 min.). No segundo momento são apresentados vídeos e realizados experimentos demonstrativos (20 min.). E no

terceiro momento é feita a exposição de conceitos dos conteúdos físicos sobre descargas elétricas (30 min.).

Salienta-se que deve ser desenvolvida uma aula prática e dialogada, com um espaço aberto para os alunos compartilharem suas concepções e ideias. Prática em grupo de 3 ou 4 alunos, a fim de manipular materiais simples para realizar experimentos de eletrização. Os alunos deverão desenvolver experimentos com materiais alternativos encontrados facilmente em que possam perceber os conceitos de carga elétrica, condutores e isolantes elétricos.

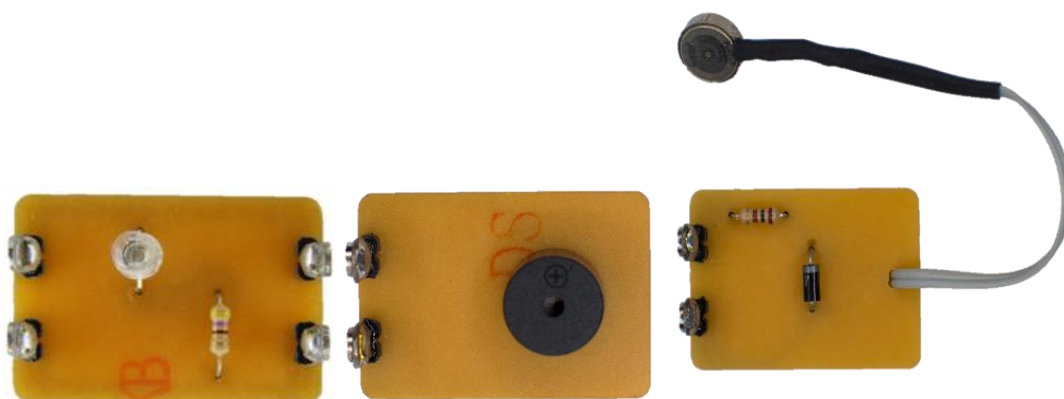
2.2.2 Segunda etapa: Energia elétrica

O objetivo desta aula expositiva e prática é apresentar o conceito de corrente elétrica e transformação de energia. Realizar experimentos demonstrativos em que o efeito de conversão de energia elétrica em energia luminosa, sonora e mecânica podem ser observados. Espera-se que os estudantes percebam que muito do conforto da vida moderna se deve a utilização de progressos científicos. Salientar os cuidados básicos com a eletricidade (como visto na aula da primeira etapa).

Como recursos faz-se o uso de livro didático, do conjunto didático (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa. A aula é dividida em dois momentos: exposição de conceitos dos conteúdos físicos (50 min.); e divisão da sala em grupos, deixando os alunos investigarem os módulos do SimpleBits com a finalidade de promover uma sondagem inicial, colocando-os em contato com o conjunto didático para despertar a curiosidade sobre o funcionamento dos dispositivos eletrônicos (50 min.).

Os alunos são divididos em equipes de 3 ou 4 integrantes. Neste momento, ao interagir com o conjunto didático, os alunos acendem os LEDs, acionam a sirene e vibram o motor. O professor acompanha o processo e fomenta a discussão sobre quais as transformações de energia estão ocorrendo em cada caso.

Figura 31: Módulos de exemplificação de conversão de energia: LED, sirene e motor.



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Figura 32: Uso de módulos do SimpleBits para o ensino de conversão de energia, em cada foto é utilizado um interruptor diferente.



Fonte: Autoria própria

2.2.3 Terceira etapa: Resistores

Nesta aula, são apresentados os conteúdos sobre resistores, fontes e interruptores. Como recursos para realização da aula faz-se necessário um multímetro, conjuntos didáticos (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa.

A aula é dividida em quatro momentos, os quais: Exposição de conceitos dos conteúdos físicos (50 min.); Distribuição dos conjuntos didáticos (SimpleBits) aos grupos e solicitação para que identifiquem a presença de resistores no conjunto didático (20 min.); Prática com multímetro (ohmímetro)

(30 min.); Distribuição da tabela de código de cores aos grupos, para que as equipes façam a leitura da resistência nominal de diversos resistores (50 min.).

Trata-se de uma aula prática com SimpleBits, com um espaço aberto para os alunos compartilharem suas concepções e ideias. Prática em grupo de 3 ou 4 alunos. A dinâmica precisa ocorrer com distribuição dos multímetros aos grupos e em seguida é necessário que o professor explique o funcionamento do mesmo.

A partir da tabela de código de cores, os alunos verificam a resistência nominal dos resistores distribuídos, fazem a medida experimental com o multímetro (ohmímetro) e comparam os resultados. Por fim, o professor pode solicitar a tarefa, deixar com os alunos um texto para leitura sobre LED (conteúdo da aula seguinte ²) e solicitar que tragam o celular para a próxima aula (prática da aula seguinte).

A unidade de resistência é o ohm (Ω), e para determinar seu valor nominal é realizado a leitura das cores dos anéis que estão pintados sobre ele e consultar a tabela de código de cores. Veja o exemplo abaixo:

Tabela 1: Código de cores explicativa na SD

• A primeira faixa indica o primeiro dígito.
 • A segunda faixa indica o segundo dígito.
 • A terceira faixa indica o número de zeros que deve ser acrescentado após o segundo dígito.
 • A última faixa corresponde à tolerância na medida.
 • No exemplo ao lado temos, portanto, um resistor de 4700 Ω , com tolerância de 5%.

Tabela de código de cores									
Preto	Marron	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul	Violeta	Cinza	Branco
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tolerância									
Marron	± 1%	Vermelho	± 2%	Ouro	± 5%	Prata	± 10%		

Fonte: Mundo da elétrica (2019) <https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/> - acesso 02/02/2019

² Indicação de leitura: HELERBROCK, Rafael. "O que é LED?"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-led.htm>>

Atividade prática

1. Identifique os resistores presentes no conjunto didático.
2. Verifique o valor de cada resistor de acordo com a tabela de cores.
3. Acender um dos LEDs utilizando no circuito os diferentes interruptores/botão (um de cada vez).

Responda:

- 1) Quantos resistores possuem no conjunto didático?

- 2) Qual o valor do resistor de maior resistência elétrica?

- 3) De acordo com a tabela, faça a leitura da resistência nominal e meça com o ohmímetro a resistência de cada resistor.

Código de Cores

Identificar o valor dos resistores disponíveis, através tabela de código de cores.

Resistor	Cor dos anéis				Valores do Resistor		
	1° Anel	2° Anel	3° Anel	4° Anel	Valor Lido	Tolerância	Valor Experimental
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

2.2.4 Quarta etapa: LEDs e Ondas eletromagnéticas.

Nesta etapa são realizadas atividades práticas com o conjunto didático (SimpleBits), tendo em vista introduzir LEDs (vermelho, verde, infravermelho), diodo e observar a onda eletromagnética do LED infravermelho com a câmera do celular. Os conteúdos físicos abordados nesta etapa envolvem LED e noções sobre a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.

Como recursos são utilizados o conjunto didático (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa. A aula é dividida em quatro momentos, os quais: exposição de conceitos dos conteúdos físicos (50 min.); atividades práticas com os conjuntos didáticos (SimpleBits): introduzir os LEDs (vermelho, verde, infravermelho). (20 min.); observação da onda eletromagnética do LED infravermelho com a câmera do celular (20 min.); e solicitação aos alunos que façam breve relatório sobre as observações (10 min.).

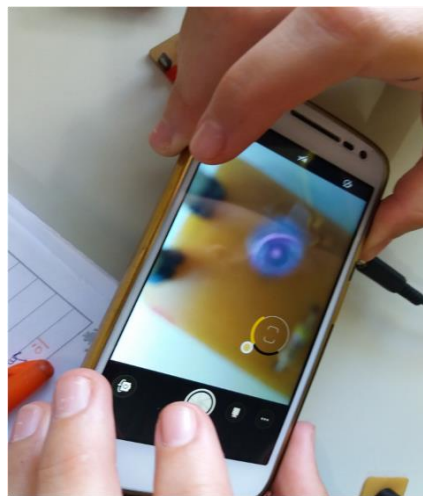
Sugere-se que durante essa aula sejam realizadas atividades práticas com os conjuntos didáticos (SimpleBits), introduzindo os LED (vermelho, verde e infravermelho), buscando sempre interagir com os alunos e promover a discussão entre eles sobre o que é observado. Nesta etapa, os alunos geralmente dizem que um dos LEDs está queimado ou estragado. Cabe ao professor guiar os alunos e mostrar que diferentes LEDs podem emitir em diferentes regiões do espectro, inclusive em regiões que nossos olhos não possuem sensibilidade. O professor pode sugerir a observação do LED infravermelho com a câmera do celular para observar a luminosidade. Algumas câmeras de celular possuem filtro que impedem a visualização de ondas eletromagnéticas no infravermelho próximo. Neste caso, tente a visualização com outro aparelho celular. Além disso, é apresentado o diodo a fim de demonstrar as suas características de funcionamento, sendo possível a conexão direta e indireta do diodo no circuito apenas invertendo encapsulamento. Dessa forma, ao visualizar o LED aceso com diodo polarizado diretamente e apagado quando o diodo estiver inversamente polarizado, facilita ao aluno compreender a característica deste componente eletrônico. Ao final, sugere-se que seja solicitado aos alunos um breve relatório sobre o que observaram durante a aula.

Figura 33: Módulos para visualização das características de um diodo.



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Figura 34: Uso do Smartphone para observar ondas eletromagnéticas no infravermelho próximo.



Fonte: Autoria própria

2.2.5 Quinta etapa: Análise da corrente elétrica.

Nesta etapa tem-se como objetivo analisar a corrente elétrica, através da observação da intensidade do LED em função da mudança de resistores com o conjunto didático. Os conteúdos físicos que precisam ser considerados nesta etapa são LED e resistores. Para o bom desenvolvimento da proposta é necessário que o professor conte com conjuntos didáticos (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa. A aula será dividida em três momentos. No primeiro momento o professor deve solicitar que os alunos explorem o conjunto didático, fazendo a montagem dos módulos (30 min.). No segundo momento é importante que o professor oriente aos alunos a fazer a mudança de resistores – 100 Ω , 1 k Ω e 5 k Ω para cada LED, observando a intensidade luminosa dos LEDs em relação cada mudança (30 min.). Para finalizar o professor pode

solicitar aos alunos que façam um relatório sobre as observações e acontecimento quando da mudança dos resistores. (40 min.).

Sugere-se que a dinâmica de ensino e aprendizagem seja realizada a partir de uma aula prática, com SimpleBits – Análise da corrente elétrica, observando a intensidade do LED em função da mudança de resistores. O aluno terá espaço aberto para compartilharem suas concepções e ideias. Prática em grupo de 3 ou 4 alunos, para que os mesmos possam fazer a mudança de resistores e tirarem suas conclusões. O grupo deverá fazer um relatório sobre as observações.

2.2.6 Sexta etapa: Associação de resistores

Nesta aula os conjuntos didáticos (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa são utilizados. A aula é dividida em três momentos. Assim como as demais aulas, no primeiro momento é feita a exposição de conceitos dos conteúdos físicos, complementando a aula com uma demonstração de dois circuitos, um em série e outro em paralelo, constituídos de lâmpadas incandescente. A Figura 35 ilustra o experimento demonstrativo.

Figura 35: Conjunto demonstrativo de associação de resistores.



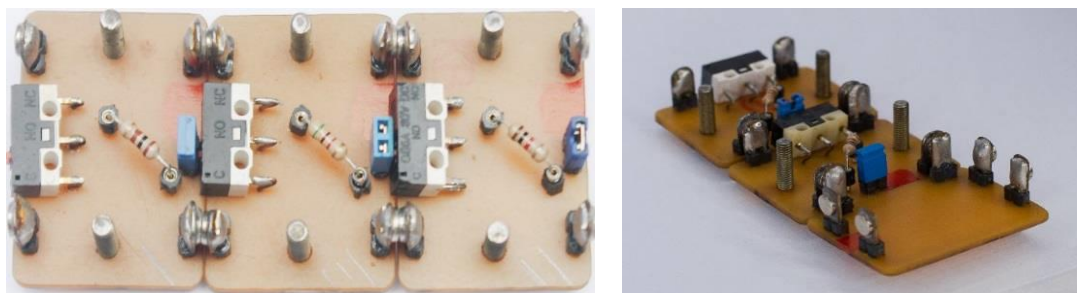
Fonte: Autoria própria.

No segundo momento tem-se uma aula prática, com a montagem das associações de resistores com o conjunto didático: Associação em série – Ordem: 100 Ω , 1 k Ω , 5 k Ω ; Associação em paralelo – Ordem: 5 k Ω , 1k Ω , 100 Ω ; e Análise qualitativa do brilho dos LEDs; (30 min.). Por fim, no terceiro momento, sugere-se a elaboração de um relatório de atividades.

Atividade prática

1) Monte as associações de resistores com o conjunto didático:

Figura 36: Módulos de resistores conectados em série.

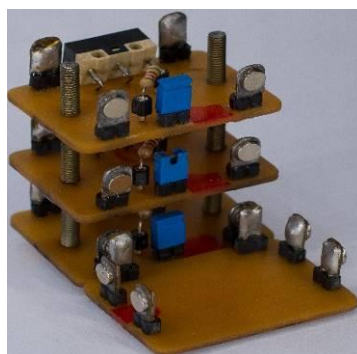


Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Obs: Para facilitar a visualização da mudança de brilho do LED, sugere-se que os resistores sejam colocados na seguinte ordem: $100\ \Omega$, $1\ \text{k}\Omega$, $5\ \text{k}\Omega$. Pois, como os resistores estão em série. Ao adicionar o resistor de $1\ \text{k}\Omega$ ao de $100\ \Omega$, a resistência equivalente irá aumentar uma ordem de grandeza, e a diminuição da intensidade luminosa será facilmente perceptível. O mesmo ocorre ao adicionar o resistor de $5\ \text{k}\Omega$.

2) Monte as associações de resistores com o conjunto didático:

Figura 37: Módulos de resistores conectados em paralelo.



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019).

Obs: Para facilitar a visualização da mudança de brilho do LED, sugere-se que os resistores sejam adicionados na seguinte ordem: $5\ \text{k}\Omega$, $1\ \text{k}\Omega$, $100\ \Omega$.

Responda:

3) Faça uma análise qualitativa do brilho dos LEDs, o que perceberam nas duas associações de resistores?

2.2.7 Sétima etapa: Magnetismo

O objetivo desta aula expositiva e prática é explicar o funcionamento de uma bússola, fontes de campo magnético, realizar experimentos de atração e repulsão entre ímãs, interação entre bússola e ímã, experimento com chave magnética e eletroímã. Salienta-se que é importante que o professor faça um breve resgate das aulas anteriores, considerando que esta fecha o ciclo de aulas propostas, ratificando ao aluno a importância desse conteúdo no seu cotidiano.

Como recursos são utilizados livro didático, conjuntos didáticos (SimpleBits), projetor multimídia, pincel e lousa. A aula é dividida em cinco momentos: Exposição de conceitos dos conteúdos físicos (40 min.); Experimentos de atração e repulsão entre ímãs (15 min.); Experimento de interação entre bússola e ímã (15 min.); Aplicação do conjunto didático (ímã, eletroímã e chave magnética) (15 min.); Relatório das atividades (15 min.).

Sugere-se que essa última aula seja predominantemente prática com diferentes experimentos. A atividade pode ser iniciada com o levantamento do que os alunos pensam quando se fala em magnetismo. Geralmente eles falam em ímã como algo que atrai coisas, atrai metais, atrai ferro, que o ímã tem polos + e -, polos norte e sul, bússolas, etc. Em seguida, experimentos de atração e repulsão entre ímãs podem ser realizados. Os alunos podem ser indagados, sobre o que observaram e que explicação se dá para os acontecimentos.

As atividades práticas de atração e repulsão entre ímãs podem ser realizadas utilizando os módulos dos SimpleBits. Pois, os mesmos possibilitam essa interação, uma vez conectados corretamente, se atraem, indicando polos diferentes e invertendo apenas um dos módulos, eles se repelem, indicando nesse momento polos iguais.

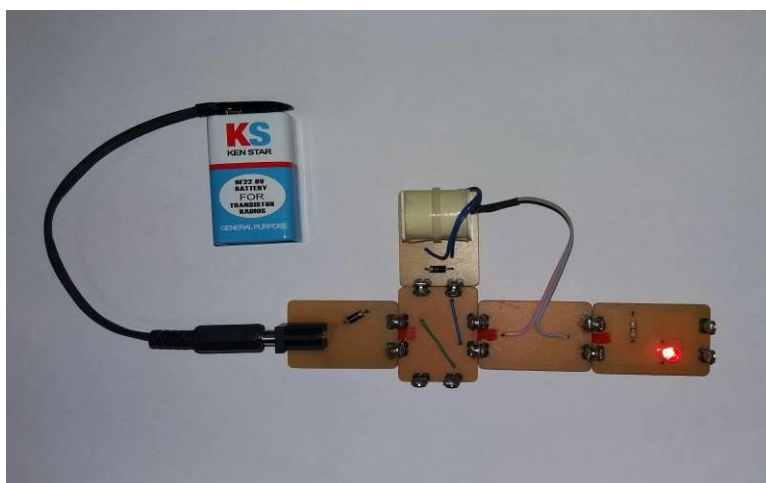
Em seguida, sugere-se uma atividade prática com a bússola. Deve ser abordado e lembrados com os alunos, os pontos cardeais. Depois de identificado a direção norte-sul da Terra. Os alunos já de posse das bússolas, devem verificar e responder em qual direção a ponta da agulha da bússola apontou.

Na sequência, sugere-se que seja feita uma nova experiência, dessa vez sobre a interação entre bússola e ímã. Inicialmente aproxime da bússola um ímã. Conhecendo o comportamento da bússola, utilize-a para determinar os polos norte e sul do ímã. Na bússola simples, a porção vermelha da agulha aponta para o norte geográfico da terra, o que corresponde ao polo sul magnético. Dessa forma, a ponta vermelha corresponde ao polo norte da agulha. Portanto, ao aproximar-se o ímã à bússola, a face deste para a qual apontar à porção vermelha da agulha da bússola será o polo sul do ímã.

Sugere-se, a aplicação do conjunto didático SimpleBits para explorar o eletroímã e a chave magnética. Utiliza-se o módulo chave magnética para o chaveamento do circuito. Nesta interação dos alunos com o conjunto é demonstrado que o campo magnético é gerado pelos ímãs e pelo eletroímã. Visto que, o chaveamento do circuito ocorre apenas quando um campo magnético é aplicado sobre o *reed switch*. Deve-se salientar que, o campo magnético do ímã é constante e permanente e o campo magnético do eletroímã é criado pela corrente elétrica.

Para finalizar a aula, sugere-se que o professor solicite aos alunos um relatório das atividades realizadas.

Figura 38: Uso de módulos do SimpleBits para o ensino de magnetismo, experimento interação eletroímã e chave magnética.



Fonte: Autoria própria

Exercícios propostos

1. O que é um ímã?

2. Que materiais os ímãs atraem?

3. Um polo é mais forte do que o outro?

4. Como são os polos geográficos da Terra em relação aos polos magnéticos? Explique.

5. Como posso identificar os polos de um ímã?

6. O que é gerado no interior de um eletroímã quando este se encontra energizado?

7. Qual a função da chave magnética no circuito?

2.3 AVALIAÇÃO

Sugere-se que a avaliação dos alunos seja feita a partir dos relatórios realizados no final de cada aula prática, assim como pela participação dos mesmos durante as aulas práticas, a partir da observação do professor.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RIBEIRO, W. C.; PAULA FILHO, P. L.; LUMERTZ, M. M.; SILVA, H. P. **Disposição Introduzida em conjunto de módulos eletrônicos com associação magnética**. 2018, Brasil. Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR2020180731411. Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 09/11/2018

RIBEIRO, William Candido. **Desenvolvimento de kit didático pedagógico para o ensino de física e eletrônica**. 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa**. Como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.