

A integração de atividades computacionais e experimentais baseadas na metodologia POE: Um recurso didático para auxiliar o ensino de eletrônica analógica

Marcos Henrique Vieira dos Santos, José Pinheiro de Moura, Cícero Costa Quarto

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação e Sistemas – PECS
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA – São Luís – MA – Brasil

marcoshenrique@ifma.edu.br, josepinheiro@professor.uema.br,
ciceroquarto@professor.uema.br

Abstract: *This article refers to a didactic proposal for integrated computational and experimental activities as a methodological resource in teaching the subject of Analog Electronics to students of the Electronics Technician course at the Federal Institute of Maranhão (IFMA), located in the city of Alcântara - MA, specifically with 20 students from the fourth module. The methodology of the activities was structured using qualitative and quantitative techniques. This study aimed to develop the topic of diode biasing through the integration of computational and experimental activities. In this study, the POE (Predict, Observe, and Explain) guides were used as data collection instruments. Technological support was implemented through the Tinkercad and Arduino platforms. At the end of the activities, it was observed that the students positively evaluated the methodology of this pedagogical proposal. Thus, it is concluded that this teaching strategy, which incorporates computational and experimental activities developed by teachers and students, is aligned with the new era of education that seeks to understand the world through experience and the use of technology.*

Resumo: *O presente artigo refere-se a uma proposta didática de atividades computacionais e experimentais de forma integrada como recurso metodológico no ensino da disciplina Eletrônica Analógica para os alunos do curso Técnico em Eletrônica do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), localizado na cidade de Alcântara - MA, mais especificamente, com 20 alunos do quarto módulo. A metodologia das atividades foi estruturada nas técnicas qualitativas e quantitativas. Este estudo teve como objetivo desenvolver o tema polarização dos diodos por meio da integração entre atividades computacionais e experimentais. Neste estudo, os guias POE (Prever, Observar e Explicar) foram usados como instrumentos de coleta de dados. O suporte tecnológico efetivou-se por meio das plataformas Tinkercad e Arduino. No final das atividades, percebeu-se que os alunos avaliaram positivamente a metodologia dessa proposta pedagógica. Desta forma, conclui-se que essa estratégia de ensino que incorpora atividades computacionais e experimentais desenvolvidas por professores e alunos, está alinhada com os novos tempos da educação que busca compreender o mundo por meio da experiência e com uso da tecnologia.*

1 Introdução

A sociedade contemporânea está fortemente influenciada pelos avanços tecnológicos em diversas áreas, incluindo a educação, onde as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel crucial. Estas tecnologias estão transformando métodos de aprendizagem e redefinindo as relações entre professores e alunos, exigindo que os educadores saibam explorar seu potencial pedagógico (VARGAS; ARAÚJO, 2020).

Na educação profissional, especialmente no ensino da disciplina Eletrônica Analógica, muitos professores ainda utilizam métodos tradicionais baseados em cálculos extensos e aulas expositivas. No entanto, há um debate crescente sobre como ensinar esses conteúdos de maneira mais envolvente e eficaz, promovendo a participação ativa dos alunos. A integração de ferramentas computacionais pode preparar os alunos para as demandas tecnológicas do século XXI, ajudando a superar dificuldades com conteúdos abstratos e promovendo uma formação tecnológica (BARBOSA, 2019).

Moro, Neide e Vettori (2015) destacam que a combinação de atividades computacionais e experimentais pode transformar o modelo de ensino tradicional, centrado no professor, em métodos alternativos que incentivam a construção do conhecimento pelos próprios alunos. Essas atividades permitem uma aprendizagem mais significativa, onde os alunos participam ativamente por meio de experimentos e análises.

Rodrigues (2017) e Scarpati (2018) afirmam que a integração dessas atividades oferece um modelo promissor para a aprendizagem, permitindo que os métodos computacionais e experimentais se complementem em vez de se substituírem.

Diante desse cenário, a proposta pedagógica aqui apresentada visa integrar atividades computacionais e experimentais no ensino da Eletrônica Analógica, especificamente no tópico de circuitos com diodos, utilizando as plataformas Tinkercad e Arduino. As atividades serão estruturadas seguindo o método Prever, Observar e Explicar (POE), incentivando o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

Essa abordagem busca desenvolver uma aprendizagem dinâmica e eficaz para os alunos do IV módulo do curso Técnico em Eletrônica do IFMA - Campus Alcântara, promovendo melhores condições de entendimento sobre o funcionamento dos diodos semicondutores. A utilização das ferramentas Tinkercad e Arduino como suporte tecnológico pretende engajar e interagir os alunos de maneira significativa, alinhando-se com as exigências educacionais contemporâneas.

2 Referencial Teórico

O referencial teórico que embasa este estudo, está organizado em quatro tópicos. O primeiro destaca a importância do uso integrado de atividades computacionais e experimentais em ambientes de aprendizagem. O segundo apresenta a metodologia POE. O terceiro descreve os principais recursos da ferramenta Arduino. E por fim, no quarto, faz-se um breve relato sobre a plataforma de simulação *Tinkercad*.

2.1 A integração de atividades computacionais e experimentais no ensino

Sobre a integração de atividades computacionais e experimentais no contexto educacional, Dorneles, Araujo e Veit (2012) afirmam que as simulações computacionais proporcionam melhor compreensão dos conceitos teóricos e a realização de atividades

experimentais favorecem o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais e, também, experiências com situações do mundo real, o que pode auxiliar os alunos no desenvolvimento de ideias para superar o contexto físico. Atividades computacionais e experimentais podem ser facilmente combinadas na prática docente. Esta diversidade de abordagens aumenta a probabilidade de despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos abordados em sala de aula, o que torna o aprendizado mais fácil em comparação ao ensino com apenas uma abordagem (ALVES, 2018).

Scarpatti (2018) expressa que a combinação destas ferramentas metodológicas, conduzidas de forma intensiva por um professor, produz uma melhora significativa no processo de aprendizagem dos alunos do que quando usadas isoladamente. Além disso, promovem o desenvolvimento de novas habilidades e competências, entre as quais podemos citar a flexibilidade, proatividade, planejamento e capacidade de aprender a cooperar. Desta forma, a inserção de atividades computacionais e experimentais em conjunto mostra-se um recurso didático favorável e relevante para o ensino da disciplina Eletrônica Analógica. Portanto, o uso dessas atividades de forma integrada e conduzida pelo professor, apresentam características determinantes para o desenvolvimento desta proposta pedagógica.

2.2 O método *Prever, Observar e Explicar* - POE

Neste estudo, escolheu-se o método POE como ferramenta para orientar as atividades computacionais e experimentais a serem desenvolvidas. Segundo Barbosa (2019), simplesmente propor uma atividade sem um roteiro planejado pode transformar essas atividades em uma estratégia sem base pedagógica, contribuindo para que a atividade se torne desmotivadora e desvinculada das habilidades e competências propostas no planejamento. O método POE é um roteiro experimental adequado para o desenvolvimento de atividades de laboratório, o qual se baseia na visão construtivista da aprendizagem e tende a criar as condições para a ativação cognitiva dos alunos, permitindo-lhes repensar suas ideias (TAO; GUNSTONE, 1999).

Segundo Schwahn, Silva e Martins (2007), ao interpretar espontaneamente um fenômeno, o aluno recorre ao pensamento do senso comum, que geralmente está muito distante da visão científica. Essas ideias e concepções, sempre presentes na aprendizagem do tema, permanecem implícitas e enraizadas se não forem trazidas à tona e discutidas para estimular a mudança conceitual. Neste caso, os autores acima recomendam que a sequência da estratégia POE nas atividades dirigidas aos alunos seja seguida: inicialmente, os alunos serão solicitados a predizer sobre o comportamento do experimento proposto, em seguida, deverão observar o resultado da experimentação e, finalmente, explicar se os resultados obtidos estão convergentes ou divergentes de suas previsões iniciais. Ao seguir essas etapas, os alunos podem desenvolver várias habilidades como por exemplo: análise e interpretação dos dados, comunicação científica e melhoria na compreensão conceitual dos fenômenos observados.

Ainda sobre o método POE, os autores citados, alertam que se ao final da sequência houver discrepância entre as hipóteses e a observação, pode-se concluir que estas estavam erradas ou que houve um erro na construção do experimento. Desse modo, cabe sempre ao professor estar atento às discussões dos alunos durante a realização de uma experimentação, para intervir quando necessário, com a finalidade de conduzir o trabalho de construção coletiva do conhecimento. Sendo assim, neste estudo, o método POE será utilizado para: a) detectar as concepções iniciais dos alunos diante do

experimento; b) promover a observação da experimentação e c) procurar uma explicação sobre o resultado da experimentação.

2.3 Plataforma Arduino

A Plataforma Arduino é uma placa de prototipagem composta por vários componentes eletrônicos, sendo o microcontrolador Atmega 328 o principal componente. Existem vários modelos no mercado que têm a mesma funcionalidade, mas seu tamanho, número de pinos e capacidades de processamento são diferentes. Sua característica proeminente vem do recurso de *hardware* e *software* aberto, ou seja, todos os sistemas desenvolvidos são compartilhados entre os usuários para estimular novas ideias e avançar em novos recursos tecnológicos (ARDUINO, 2024). Na Figura 1, apresenta-se a imagem da Plataforma Arduino UNO.

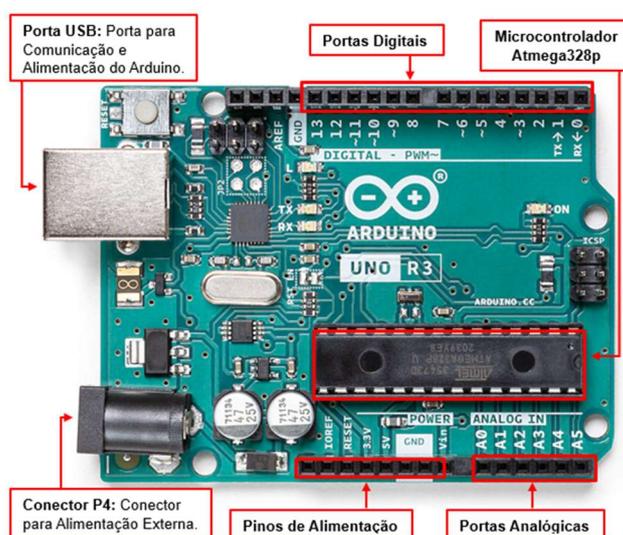


Figura 1-Plataforma Arduino UNO

Fonte: Arduino (2024)

Esta ferramenta foi desenvolvida em 2005 pela equipe de Massimo Banzi na cidade Italiana de Ivrea. O foco inicial do projeto Arduino não era a educação. Entretanto, o baixo custo, a facilidade de instalar, usar e desenvolver novos projetos, foram determinantes para sua aplicação em programas educacionais (ARDUINO, 2024).

O seu ambiente de programação padrão é denominado IDE (*Integrated Development Environment* - Ambiente de Desenvolvimento Integrado), uma importante ferramenta para criação e desenvolvimento de projetos eletrônicos. Projetada para programadores iniciantes e experientes, o Arduino IDE fornece um ambiente intuitivo e fácil de usar, possui um editor de código com destaque de sintaxe, o que facilita a digitação de um código para placas Arduino (WARREN, 2019).

No contexto educacional, o uso dessa tecnologia, geralmente, melhora o aprendizado dos conteúdos abordados, favorece a motivação, desenvolve habilidades em linguagens de programação e ainda facilita o entendimento dos discentes em circuitos eletrônicos. Torna-se uma opção para explorar os conceitos de eletrônica e programação (ALIMISIS *et al.*, 2017). Por estas razões, elegeu-se esta ferramenta como suporte tecnológico para o desenvolvimento das atividades experimentais desse estudo.

2.4 Plataforma *Tinkercad*

O *Tinkercad* é uma ferramenta online e gratuita usada para simulação de circuitos eletrônicos digitais e analógicos, desenvolvida pela *Autodesk*. Seu ambiente de simulação conta com um laboratório virtual com diversos componentes como: protoboards, resistores, diodos, LEDs, capacitores, display de sete segmentos, entre outros, incluindo um simulador da Plataforma Arduino (AUTODESK, 2024).

Esta plataforma de simulação oferece um ambiente intuitivo conforme ilustrado na Figura 2, fácil de usar tanto na edição do diagrama elétrico quanto na simulação dos circuitos. Além do mais, permite ao usuário realizar diversas simulações antes da implementação física, portanto, as possibilidades de falhas e danos aos componentes eletrônicos são reduzidas no projeto final. Os usuários podem criar seus códigos em um ambiente semelhante ao IDE para Arduino e programar com a linguagem de programação C/C++ definida como padrão. Os circuitos e códigos desenvolvidos são salvos automaticamente nas nuvens e podem ser compartilhados com diversas comunidades de desenvolvedores (MOHAPATRA *et al.*, 2020). Diante disso, escolhe-se a Plataforma *Tinkercad* como suporte tecnológico nas atividades computacionais desse estudo.

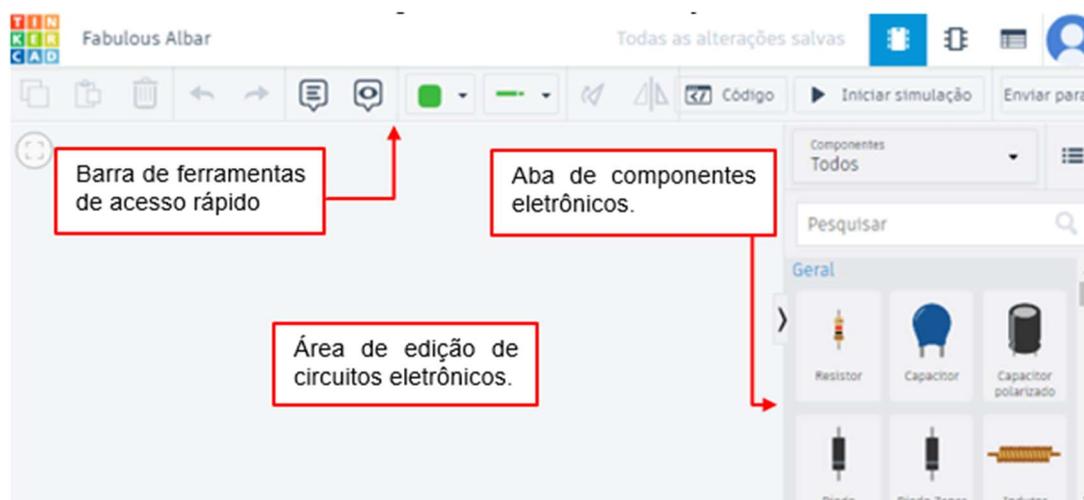


Figura 2. Ambiente de Simulação do Tinkercad

Fonte: Tinkercad (2024)

3 Metodologia

Os participantes desta proposta de ensino foram os alunos do quarto módulo do curso técnico em Eletrônica integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Alcântara. A turma, composta por 20 alunos, realizou atividades de pesquisa semanalmente durante 9 horas/aula, divididas em sessões de 3 horas/aula (50 minutos cada). As aulas ocorreram no laboratório de Eletrônica, que acomoda até 30 alunos, equipado com vinte computadores conectados à internet para as atividades computacionais, cinco bancadas com kits Arduino para os experimentos físicos, e um quadro branco para as aulas expositivas.

No início de cada atividade, os alunos foram divididos em grupos de três ou quatro. Em seguida, foram apresentados de forma expositiva os conteúdos relacionados ao tema, além de instruções sobre as ferramentas tecnológicas *Tinkercad* e Arduino. Após essa etapa, foram realizadas as atividades computacionais sob orientação do professor,

seguidas pelos experimentos reais. Essa ordem segue as recomendações de Jaakkola e Nurmi (2008), que sugerem que o uso de simulações antes das atividades experimentais ajuda os alunos a aplicar princípios teóricos ao interagir com materiais experimentais.

O método POE, mencionado anteriormente, foi utilizado em todas as atividades da intervenção pedagógica. Quando aplicado em grupos, essa estratégia estimula debates sobre o tema e auxilia o professor a identificar e corrigir conceitos que não ficaram claros durante a experimentação (SCHWAHN; SILVA; MARTINS, 2007).

A seguir, são apresentadas as atividades computacionais e experimentais integradas, escritas segundo a metodologia POE, para minimizar dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Eletrônica Analógica, com foco nos circuitos com diodos.

3.1 Guia POE 01

Conteúdo: Polarização de Diodos.

Objetivo: Desenvolver os conceitos básicos relacionados à polarização dos Diodos.

Atividade computacional: Etapas.

1. Abrir a plataforma Tinkercad com o navegador de sua preferência, em seguida, transfira o esquema de ligação da Figura 3 para o ambiente de simulação.

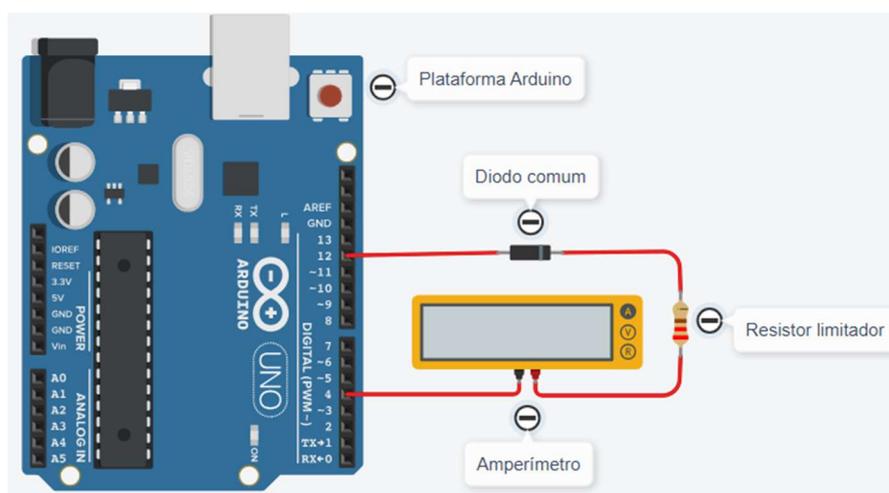


Figura 3. Esquema de ligação 01

Fonte: Autores, 2024

Questão A: Após montar o esquema de ligação da Figura 3 no ambiente de simulação, programe a porta digital D12 com nível lógico baixo (0 volts) e a porta digital D4 com nível lógico baixo. Com essa programação, o amperímetro irá registrar corrente elétrica?

Faça sua previsão antes de efetuar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão B: Agora, configure a porta digital D12 com nível lógico baixo e a porta digital D4 com nível lógico alto (5 volts). Com essa programação, o amperímetro registrará corrente elétrica?

Faça sua previsão antes de efetuar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão C: Desta vez, configure a porta digital D12 com nível lógico alto e a porta digital D4 com nível lógico baixo. Com essa programação, o amperímetro registrará corrente elétrica?

Faça sua previsão antes de efetuar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Atividade experimental: Etapas

1. Faça a montagem do esquema de ligação da Figura 4 no protoboard (placa de teste), ao finalizar, conecte a Plataforma Arduino ao computador e carregue o ambiente IDE para desenvolver a programação conforme as questões abaixo.

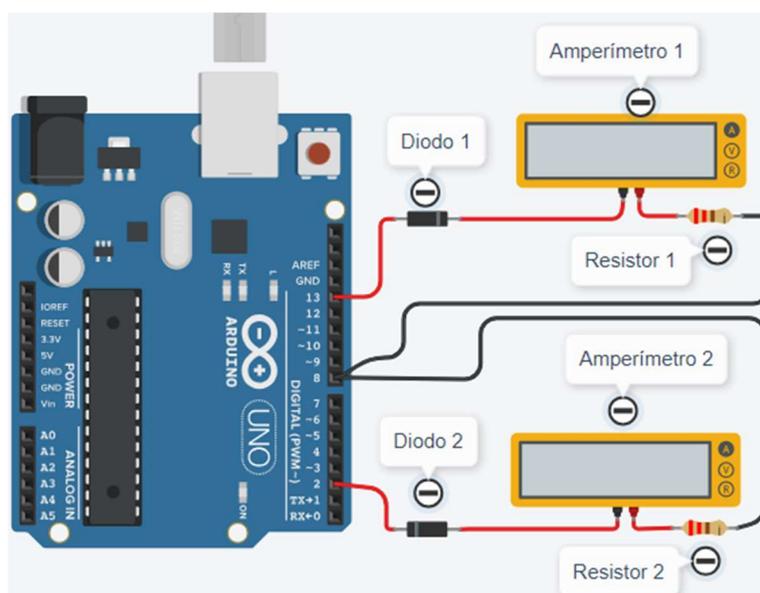


Figura 4. Esquema de ligação 02

Fonte: Autores, 2024

Observações: Antes de transferir a programação solicitada para o Arduino, ou seja, executar o experimento, responda as questões e tente prever o que irá acontecer em cada situação, faça suas anotações. Feito isso, execute o código, observe o resultado e explique com suas palavras as diferenças (se houver) entre o que você observou e o que previu. Novamente, faça suas anotações.

Materiais: 01 Plataforma Arduino Uno; 01 Protoboard; 02 Resistores de 220 Ω ; 02 Diodos 1N4004; 02 Amperímetros, Cabo USB e Fios para ligações dos componentes.

Questão D: De início, configure as portas digitais (D13, D8 e D2) com nível lógico baixo. Com essa configuração, qual a leitura dos amperímetros 1 e 2? Descreva suas observações.

Faça sua previsão antes de executar a programação.

Após a execução da programação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão E: Agora, configure as portas (D13 e D2) com nível lógico alto e mantenha D8 com nível lógico baixo, nesta situação, qual será a leitura dos amperímetros? Descreva suas observações.

Faça sua previsão antes de executar a programação.

Após a execução da programação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão F: E por último, configure as portas (D13 e D2) com nível lógico baixo e ajuste D8 para alto, com essas alterações, qual será a leitura dos amperímetros? Descreva suas observações.

Faça sua previsão antes de executar a programação.

Após a execução da programação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

3.2 Guia POE 02

Conteúdo: Polarização dos diodos com finalidades específicas.

Objetivo: Verificar o efeito da polarização do Diodo emissor de luz (LED).

Atividade computacional: Etapas

1. Abrir a plataforma *Tinkercad* com o navegador de sua preferência, em seguida, transfira o esquema de ligação da Figura 5 para o ambiente de simulação.

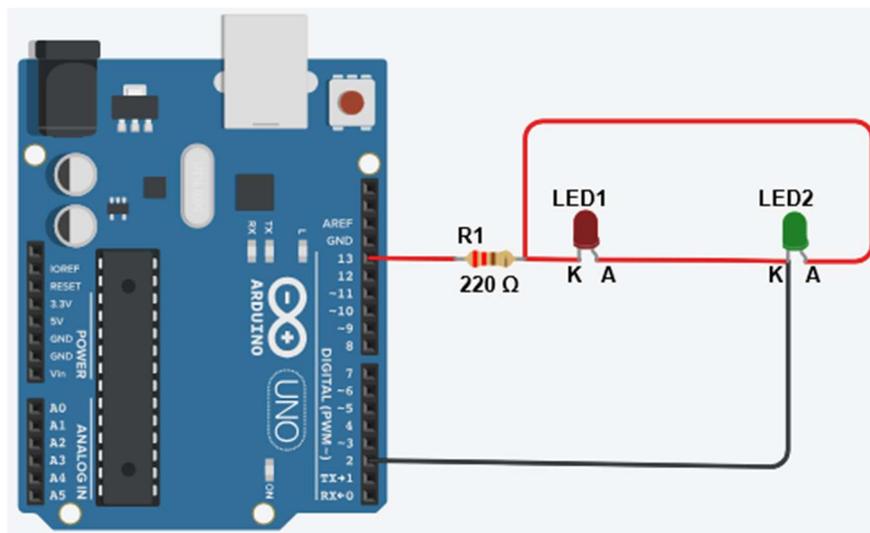


Figura 5. Esquema de ligação 03

Fonte: Autores, 2024

Questão A: Após montar o esquema de ligação da Figura 5 no ambiente de simulação, programe a porta digital D13 com nível lógico baixo e a porta digital D2 com nível lógico baixo. Com essa programação, os LEDs 1 e 2 permaneceram apagados ou acenderão? Explique sua resposta.

Faça sua previsão antes de executar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão B: Agora, ajuste a porta digital D13 com nível lógico alto e mantenha a porta digital D2 com nível lógico baixo. Nesta configuração, qual a polarização dos LEDs 1 e 2? Explique sua resposta.

Faça sua previsão antes de executar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão C: Vamos agora, configurar as portas (D13 e D2) com nível lógico alto. Com essa configuração, qual o estado dos LEDs 1 e 2? Novamente, explique sua resposta.

Faça sua previsão antes de executar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Atividade experimental: Etapas

1. Reproduza fisicamente o esquema de ligação da Figura 6 na placa de prototipagem, durante a montagem, mantenha a placa Arduino desconectada do computador. Concluída esta etapa, reconecte o Arduino e faça a programação de acordo com as questões abaixo:

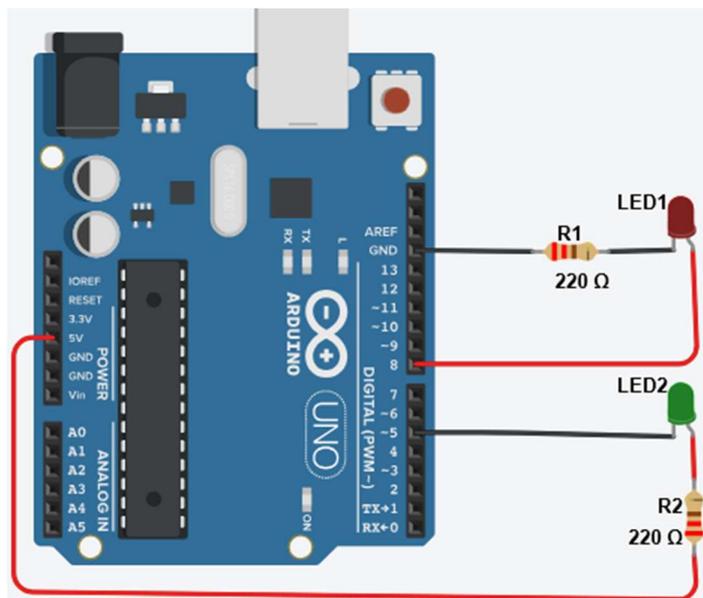


Figura 6. Esquema de ligação 04

Fonte: Autores, 2024

Observações: Antes de simular o circuito construído, responda as questões e tente prever o que irá acontecer em cada situação, faça suas anotações. Feito isso, execute o código, observe o resultado e explique com suas palavras as diferenças (se houver) entre o que você observou e o que previu. Novamente, faça suas anotações.

Materiais: 01 Plataforma Arduino Uno; 01 Protoboard; 02 Resistores de 220 Ω ; 02 LEDs, Cabo USB e Fios para ligações dos componentes.

Questão D: Logo após montar o esquema de ligação da Figura 6 no protoboard, programe a porta digital D8 e D5 com nível lógico baixo. Com essa programação, descreva o comportamento dos LEDs 1 e 2. Explique sua resposta.

Faça sua previsão antes de executar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

Questão E: Como devem ser configuradas as portas digitais (D8 e D5) para garantir a polarização direta dos LEDs (1 e 2)? Explique sua resposta.

Faça sua previsão antes de executar a simulação do circuito.

Após a execução da simulação, observe o resultado e explique o que aconteceu.

4 Análise das Atividades Computacionais e Experimentais

Neste tópico, apresenta-se os resultados do estudo utilizando o guia POE como instrumento de coleta de dados. Os alunos apresentaram uma solução por grupo, e uma amostra representativa das respostas foi analisada devido ao volume de dados. No primeiro encontro, as atividades do guia POE 01 abordaram a polarização dos diodos com três questões computacionais (A, B e C) e três experimentais (D, E e F).

O grupo A (A1, A2, A3 e A4) respondeu à questão "C" da atividade computacional, prevendo que uma tensão positiva entre as portas D12 e D4 do Arduino polarizaria diretamente o diodo, resultando em corrente registrada pelo amperímetro. A simulação confirmou a previsão, consistente com a definição de polarização direta de Boylestad (2013), onde a corrente flui facilmente quando o anodo do diodo está conectado ao terminal positivo da fonte de tensão.

O grupo C (C1, C2, C3 e C4) respondeu à questão "D" da atividade experimental, prevendo que nos circuitos 1 e 2, com as portas ajustadas para 0 *volts*, não haveria polarização dos diodos e, portanto, a corrente seria zero. A observação experimental corroborou a previsão, alinhada com Boylestad (2013), que afirma que sem tensão aplicada, a corrente no diodo é zero.

A questão "B" da atividade computacional do guia POE 2, focando na polarização dos LEDs, foi respondida pelo grupo D (D1, D2, D3 e D4). Os alunos deste grupo previram que o LED1 ficaria apagado (polarizado reversamente) e o LED2 aceso (polarizado diretamente). A simulação confirmou essa previsão, de acordo com as concepções de Boylestad (2013) sobre a polarização dos diodos.

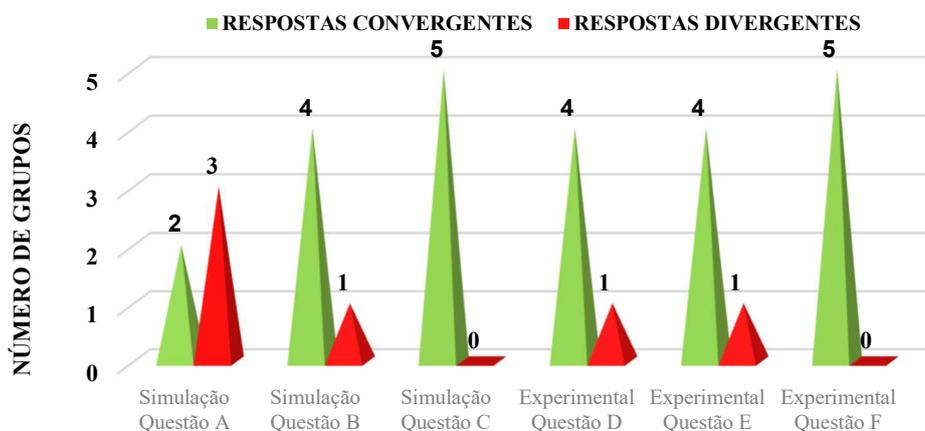
A Tabela 1 e o Gráfico 1 apresentam as quantidades de respostas convergentes (RC) e divergentes (RD) dos cinco grupos durante a intervenção pedagógica do guia POE 1, classificadas segundo as concepções científicas de Boylestad (2013) sobre a polarização dos diodos, mostrando os percentuais correspondentes. A análise demonstra que a integração de atividades computacionais e experimentais, orientadas pelo guia POE, é eficaz para o ensino de conceitos de Eletrônica Analógica, promovendo uma aprendizagem significativa e alinhada com as exigências tecnológicas contemporâneas.

Tabela 1- Respostas dos grupos - Guia POE 1

Guia POE 01									
Atividade computacional					Atividade experimental				
Questões	RC	RD	% RC	% RD	Questões	RC	RD	% RC	% RD
A	2,0	3,0	40,00	60,00	D	4,0	1,0	80,00	20,00
B	4,0	1,0	80,00	20,00	E	4,0	1,0	80,00	20,00
C	5,0	0,0	100,00	00,00	F	5,0	0,0	100,00	00,00

Fonte: Autores, 2024

Gráfico 1 - Respostas dos grupos - Guia POE 1



Fonte: Autores, 2024

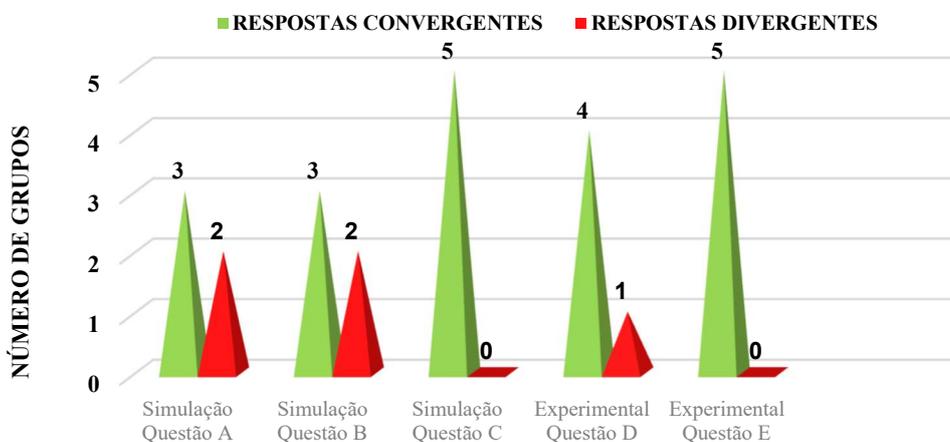
De acordo com as respostas fornecidas pelos cinco grupos referente as 06 questões do guia POE 01, a partir do Gráfico 1, percebe-se que as questões B, C, D, E e F apresentaram os maiores índices de respostas convergentes, respectivamente 4, 5, 4, 4 e 5. Neste guia, somente na questão A, três grupos forneceram respostas divergentes da referência científica de Boylestad (2013). Com base nessas respostas, notou-se de forma geral que os alunos apresentaram um desempenho satisfatório na resolução das questões presentes neste guia.

Tabela 2 - Respostas dos grupos - Guia POE 2

Guia POE 02									
Atividade computacional					Atividade experimental				
Questões	RC	RD	% RC	% RD	Questões	RC	RD	% RC	% RD
A	3,0	2,0	60,00	40,00	D	4,0	1,0	80,00	20,00
B	3,0	2,0	60,00	40,00	E	5,0	0,0	100,00	00,00
C	5,0	0,0	100,00	00,00	-				

Fonte: Autores, 2024

Gráfico 2 - Respostas dos grupos - Guia POE 2



Fonte: Autores, 2024

E por último, a Tabela 2 e o Gráfico 2, apresentam as respostas fornecidas pelos grupos, referente ao guia POE 2. A validação também foi realizada segundo as afirmações de Boylestad (2013) sobre o tema abordado nas questões.

Analisando o Gráfico 2, percebe-se que todas as questões apresentaram um elevado índice de respostas convergentes com o referencial científico de Boylestad (2013). Assim, resumindo os resultados do guia POE 2, verificou-se que os grupos desenvolveram as atividades computacionais e experimentais, sempre fazendo questionamentos ao professor sobre os temas abordados nas questões.

O guia POE favoreceu a interação e as discussões entre os alunos durante as experimentações. Após análise das questões desse guia, constata-se que todos os grupos apresentaram avanços na compreensão do efeito da polarização dos diodos em um circuito.

5 Considerações Finais

Durante a realização das atividades, observou-se a importância de integrar novos métodos de ensino que promovam a motivação, a curiosidade e o interesse dos alunos. A abordagem adotada melhorou a compreensão dos conceitos teóricos, tornando-os mais acessíveis. Os objetivos da intervenção pedagógica foram alcançados, com os alunos demonstrando maior interesse e curiosidade pelos conteúdos estudados. Integrar atividades de simulação com experimentos reais, foi inovador e resultou em constante interação entre alunos e professor.

Ao final das atividades, constatou-se que a metodologia POE facilitou a compreensão dos conceitos apresentados e estudados. A inserção de atividades computacionais e experimentais promoveu engajamento, interação social e participação ativa no processo de aprendizagem. Conclui-se que essa estratégia de ensino está adequada ao contexto tecnológico atual e ao ambiente de aprendizagem, favorecendo um ensino mais dinâmico e eficiente.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e ao programa de Pós-Graduação de Engenharia de Computação e Sistema (PECS) pela contribuição na realização deste trabalho. Agradecemos também à FAPEMA por incentivar a pesquisa de alto nível no Estado do Maranhão e por fim, agradecemos à CAPES por promover e apoiar pesquisas avançadas que contribuíram para este trabalho.

Referências

- ALIMISIS, D.; MORO, M.; MENEGATTI, E. Educational Robotics in the Makers Era. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer. 2017.
- ALVES, N. F. A integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica: Uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. 2018. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado-RS, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2621>. Acesso em: 15 abr. de 2024.

- ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc/>. Acesso em: 07 abr. de 2024.
- BARBOSA, Wagner Pereira. Uma proposta de ensino de eletrodinâmica: associando recursos tecnológicos do PhET à discussão significativa de conceitos do GREF. 2019. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2019. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/referencias/teses/BARBOSA_2019.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.
- BOYLESTAD, Robert L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos / Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky; tradução Sônia Midori Yamamoto; revisão técnica Alceu Ferreira Alves. – 11. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- DORNELES, Pedro F. T.; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane. A Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, vol.18 n°1, 2012.
- JAAKKOLA, T.; NURMI, S. Fostering elementary school students understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, Oxford, v. 24, n. 4, p. 271-283, Aug. 2008.
- MOHAPATRA, B. N *et al.* Smart Performance of Virtual Simulation Experiments Through Arduino Tinkercad Circuits. *Perspectives in Communication, Embedded-systems and Signal-processing - PiCES*, [S. l.], v. 4, n. 7, p. 157-160, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.4249073. Disponível em: <http://www.pices-journal.com/ojs/index.php/pices/article/view/275>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- MORO, Fernanda T.; NEIDE, Italo G.; VETTORI, M. Atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio. *Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Uberlândia, Minas Gerais, 2015.
- RODRIGUES, José Jorge Vale. O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética. 2017.
- SCARPATI, Roniedison. Atividades computacionais e experimentais como ferramentas de ensino da eletricidade. 2018. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado-RS, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2621>. Acesso em: 08 mai. 2024.
- SCHWAHN, M. C. A.; SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. A abordagem POE (Predizer, Observar e Explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de Química.: VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. *Atas do VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2007.
- TINKERCAD . Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- VARGAS, R. S.; ARAÚJO, M. C. P construção de um novo paradigma educacional e sua relação com as tecnologias de informação e comunicação. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 3, n. 1, 4 jun. 2020.
- WARREN, John-David. *Arduino para robótica*. São Paulo: Blucher, 2019.