

# CONSTRUINDO CONHECIMENTOS EM ELETRÔNICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE OFICINAS PRÁTICAS

---

*Data de submissão: 08/11/2023*

*Data de aceite: 01/12/2023*

### **Geronimo Barbosa Alexandre**

Mestre em Engenharia Elétrica  
Professor do Ensino Básico, Técnico e  
Tecnológico  
Instituto Federal da Paraíba Campus  
Cajazeiras  
Cajazeiras – PB

### **Brenda Mayra da Silva Pereira**

Graduanda em Engenharia de Controle e  
Automação  
Instituto Federal da Paraíba Campus  
Cajazeiras  
Cajazeiras – PB

### **Francisco Camilo Felix Filho**

Graduando em Engenharia de Controle e  
Automação  
Instituto Federal da Paraíba Campus  
Cajazeiras  
Cajazeiras – PB

### **Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto**

Mestre em Tecnologias Agroindustriais  
Técnico de Laboratório - Área: Elétrica  
Instituto Federal da Paraíba Campus  
Cajazeiras  
Cajazeiras – PB

### **Vinícios dos Santos Mangueira**

Tecnólogo em Automação Industrial  
Electronic Maker - ME  
Cajazeiras – PB

### **José Tavares de Luna Neto**

Professor EBTT  
Unidade Acadêmica da Indústria (UNIND)  
IFPB Campus Cajazeiras  
Titulação: Especialista

**RESUMO:** Este artigo traz o relato de experiências vivenciadas por alunos do ensino médio quando o conteúdo de circuitos elétricos e eletrônica é feito por meio de oficinas práticas, unindo teoria e experimentação. O trabalho é fruto de uma parceria extensionista entre o IFPB Campus Cajazeiras e as escolas estaduais do município, tendo como foco as turmas do 3º ano, onde foi estudado conceitos de circuitos elétricos, prototipagem eletrônica e reparos básicos de equipamentos. Além de uma aprendizagem dinâmica por meio de montagens, foram feitas revisões conceituais sobre o tema, visando a preparação para o ENEM. A metodologia consistiu em oficinas teóricas assistidas por simulação em sala de aula e em seguida as oficinas práticas no Laboratório de Eletrônica. Ao todo foram três turmas que experimentaram a metodologia de ensino e foram realizadas três montagens em cada

oficina. Ao término do projeto foi aplicado um questionário web para avaliar a satisfação dos alunos a respeito da metodologia vivenciada. Os resultados da pesquisa de satisfação, traz que os alunos se sentiram motivados a estudar o assunto e que houve uma aproximação com o mundo da tecnologia e das ciências exatas, antecipando vivências do ensino superior e do mundo do trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Circuitos elétricos; Experimentação; Ensino médio; Oficinas.

## BUILDING KNOWLEDGES IN ELECTRONIC IN HIGH SCHOOL THROUGH PRACTICAL WORKSHOPS

**ABSTRACT:** This paper reports on experiences lived by high school students when the content of electrical circuits and electronics is taught through practical workshops, combining theory and experimentation. The work is the result of an extension partnership between the IFPB Campus Cajazeiras and the municipality's state schools, focusing on 3<sup>rd</sup> year classes, where study concepts of electrical circuits, electronic prototyping and basic equipment repairs. In addition to dynamic learning through montages, conceptual reviews were made on the topic, aiming to prepare for the ENEM. The methodology consisted of theoretical workshops assisted by simulation in the classroom and then practical workshops in the Electronics Laboratory. In total, there three groups that tried out the teaching methodology and three assemblies were carried out in each workshop. At the end of the project, a web questionnaire was administered to assess student satisfaction with the methodology experienced. The results of the satisfaction survey show that students felt motivated to study the subject and that there was an approach to the world of technology and exact sciences, anticipating experiences of higher education and the world of work.

**KEYWORDS:** Electric circuits; Experimentation; High school; Workshops.

## 1 | INTRODUÇÃO

Durante o ensino médio muitas vezes os jovens encontram-se em dúvida de como prosseguir após sua conclusão, conhecimentos soltos que muitas vezes se tornam confusos não são favoráveis à tomada de decisões. Tendo em vista que o ensino atual tende a falhar quando o assunto é uma abordagem diferente dos conteúdos vistos em sala, uma abordagem mais prática parece se tornar uma proposta promissora para a fixação das lições apresentadas, trazendo à tona o fazer além de pensar.

Nos Estados Unidos, o movimento STEM (Science, Technology, Engineering and Math), que aborda justamente esse aprendizado mais prático, tem se mostrado bastante efetivo, conhecimentos que muitas vezes só serão vistos em um curso técnico ou superior são introduzidos já na formação juvenil, com um foco maior no ensino médio. A metodologia de ensino faz com que os estudantes se forcem a achar uma solução prática para um problema real, o que se torna uma contribuição para a sociedade. Um aspecto tão importante quanto é a cultura maker ou cultura DIY (Do It Yourself), faça você mesmo, que incentiva a manutenção e criação utilizando métodos relativamente simples, que podem ser realizados em casa, visando diminuir o consumismo.

Neste contexto o objetivo do Trabalho é levar teoria e práticas sobre circuitos elétricos e eletrônica nas escolas estaduais parceiras no município de Cajazeiras-PB e região, para que os estudantes despertem interesse pelas áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Foram realizadas oficinas junto da comunidade estudantil na construção do conhecimento, ferramentas de simulação e de confecção de circuitos práticos. O foco foram três turmas do 3º ano, reforçando por meio de atividades práticas a preparação para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Por fim, o projeto propôs a aproximação dos estudantes ao mundo da tecnologia e das ciências exatas, antecipando vivências do ensino técnico e superior.

Durante as oficinas teóricas foram introduzidas ferramentas de simulação como por exemplo: o Tinkercad, o Fritzing, Multisim Live e o Proteus versão estudantil, bem como aplicativos disponíveis na Play Store Google para dispositivos móveis. Tais ferramentas são de extrema importância para auxiliar o educador na hora da realização das atividades experimentais e de simulação (HORST; CORDENONS, 2020).

Neste modelo de ensino baseado em oficinas práticas, o aluno passa a ser agente ativo do processo e o professor atua como um consultor, orientando o aluno nas etapas propostas, auxiliando na melhor solução e no feedback de informações técnicas, na gestão de tempo e na gestão dos materiais. Já o aluno é principal ator no processo de aprendizagem, deixando de ser apenas um ouvinte e passa a buscar estratégias viáveis (técnico e econômico) para a confecção de produtos, muitas vezes antecipando vivências e desafios encontrados no cotidiano do futuro profissional.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Pode-se afirmar que, o conceito de Ciência e Tecnologia em ensinos, muitas das vezes são vistos de maneira rasa, o que faz com os alunos não tenham o engajamento para seguir nessas áreas, ou ingressem e não possuam empenho necessário para prosseguir.

Segundo com Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), o engajamento se divide em três categorias, tais como: comportamentais, emocionais e cognitivos.

A participação e o envolvimento dos alunos, bem como as boas ações com as quais eles se comprometem, são fatores no engajamento comportamental. As respostas afetivas e emocionais dos alunos a uma tarefa, um assunto e outros aspectos do ambiente de aprendizagem são consideradas parte de seu nível de envolvimento emocional. O compromisso do aluno com a aprendizagem é refletido em seu engajamento cognitivo. Quando ocorre um bom engajamento, os benefícios são divididos em outros setores, como os professores, gestores ou pesquisadores, pela razão que está relacionada à performance dos estudantes no ambiente de ensino.

Para responder certos questionamentos, Borges, Júlio e Coelho (2005), mostraram

que o método de avaliação envolveu o comportamental e o cognitivo de estudantes do ensino médio em um ambiente de aprendizagem trouxeram resultados pensativos para um projeto de renovação curricular. Eles observaram como o ambiente de aprendizagem afetou os níveis de envolvimento do aluno e como o aprendizado e o envolvimento comportamental e cognitivo estavam relacionados entre si. Os resultados de testes com perguntas abertas e informações sobre atividades gerais como ler, resumir e conversar com colegas de trabalho serviram de base para os indicadores de engajamento. De acordo com os resultados, o ambiente de aprendizagem planejado encorajou os alunos a manter seu envolvimento comportamental ao longo do ano letivo, mas não seu envolvimento cognitivo. Além disso, descobriu-se que a manutenção do engajamento comportamental não implica na aprendizagem, pois os alunos devem estar cognitivamente engajados para que isso aconteça, já que há o correlacionamento com as subsunções, que é a aprendizagem significativa.

Em Moreira e Portelo (2009), analisaram o envolvimento de alunos do ensino médio por meio da iniciação científica em um projeto que incluía coleta automática de dados e processamento em laboratório. Os resultados mostram que variações na ligação entre o significado inicial que os alunos atribuem às atividades e seu significado podem ajudar a explicar os vários níveis de envolvimento dos alunos. Em Magennis e Farrell (2005) em seu trabalho, *Emerging issues in the practice of university learning and teaching*, apresentam um esquema onde formas de transmissão de conhecimento são relacionadas ao índice de retenção desse conhecimento, é possível observar que o método prático apresenta um índice de 75% de retenção, além de que atividades práticas promovem desafios e entregam uma satisfação ao aluno quando resolvidos.

No trabalho de Carlos Laburú (2005), existem diversos métodos relacionados a epistemologia, métodos esses que não estão relacionados apenas a sala de aula e buscam entregar aos alunos competências por meio de práticas comuns vinculadas a objetivos gerais. A maioria das escolas não aplicam esses métodos, na maior parte dos casos, por dois fatores, o primeiro é a falta de equipamentos e o segunda é a falta de capacitação do corpo docente, ambos relacionados à omissão de investimento nas escolas da rede pública. Todavia, uma solução para esses problemas foi proposta por Guedes, *et al* (2008), em seu artigo sobre o desenvolvimento de um software voltado para o ensino de eletrônica básica, onde ele ressalta a importância da prática de eletrônica para uma maior compreensão dos conteúdos e a visualização dos resultados obtidos de forma simulada devido às próprias limitações das instituições.

Esse processo também foi debatido por Moreira (2011), onde traz novas informações que relaciona com outras pré-existentes, por exemplo, os alunos estudam conceitos de física como as Leis de Kirchhoff, porém com uma prática simples de circuitos eletrônicos há uma fixação melhor do conteúdo visto, já que o conceito teórico apresentado em sala de aula foi comprovado de modo prático e o próprio aluno será responsável pela dedução.

Além disso, a prototipagem vem crescendo de maneira elevada durante os anos, na qual os alunos podem entender como componentes e elementos físicos podem funcionar, por meio de aplicativos de montagem e prática, como por exemplo, Arduino, que pode ser programado com softwares de código abertos. Dessa forma, são ferramentas projetadas com objetivos educacionais que podem ajudar os professores a trabalhar com os alunos sobre os conceitos teóricos de suas disciplinas, (Horst; Cordenons, 2020).

De maneira mais ampla, todos os estudos são voltados ao movimento crescente de STEM, que vem ganhando força pelo mundo, pois prioriza na educação básica e superior estudos sobre Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, de modo incentive os indivíduos a seguirem em alguma das quatro áreas, de maneira que rompe o ensino tradicional, o que traz ao aluno conexões mais próximo da realidade. Para Ritz e Fan (2015), a reforma educacional do STEM difere das outras porque se concentra em resolver questões econômicas e globais.

Nos Estados Unidos, o investimento nas áreas do STEM chega à casa de bilhões de dólares por ano, pois para eles os STEM são os empregos do futuro, sendo primordial para as competitividades globais e avanço tecnológico (LANGDON, *et al*, 2011). Já no Brasil, o movimento ainda é fraco, pouco se é debatido nas revistas de ciência sobre o STEM, e na maioria dos casos, quando ocorre é por órgãos não-governamentais em escolas públicas, sendo possível observar que quando a um incentivo, ainda não é tão avançado ou até mesmo desatualizado da crescente evolução desse meio, seja por falta de equipamentos e componentes ou pela falta de profissionais que busca levar mais conhecimentos sobre as quatro áreas, porém de maneira atual, (PUGLIESE, 2020).

Em suma, a competitividade e o crescimento econômico sustentaram essas ideias por muitos anos. Em 1983, já era notado pelo governador do Arizona, nos Estados Unidos, que o desenvolvimento de outros países estava sendo prejudicado por seu destaque nas áreas de educação, engenharia e matemática em face do desenvolvimento econômico, (CONTRERAS; SIU, 2015). Assim, garantir que os estudantes tenham experiências pré-universitárias durante o ensino e promover sua fluência técnica é uma estratégia para atraí-las para as áreas de engenharia, (CROSS, *et al*, 2015).

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com três turmas do 3º ano do ensino médio de escolas públicas estaduais no município de Cajazeiras-PB, e consistiu em: (a) oficinas teóricas com simulação computacional em sala de aula; (b) Oficinas práticas no laboratório de eletrônica do IFPB Campus Cajazeiras. As oficinas capacitaram 45 alunos, tornando-os aptos a trabalhos de reparos de equipamentos eletrônicos, bem como fortaleceu a preparação dos estudantes envolvidos para o ENEM.

A pesquisa realizada é do tipo pesquisa de campo com natureza exploratória e

descritiva com abordagem qualitativa. A pesquisa buscou investigar a satisfação do alunado na aplicação da metodologia de ensino baseado em oficinas experimentais, a importância desse método em sua carreira profissional do aluno. O trabalho teve amostragem não probabilística por conveniência. De acordo com Cozby (2006), diz que a amostra não probabilística por conveniência, o pesquisador seleciona os participantes da pesquisa pela acessibilidade.

O instrumento de coleta utilizado foi um questionário de satisfação pessoal, aplicado por meio da plataforma Formulários Google, onde cada aluno que participou do experimento respondeu a perguntas abertas, de múltipla escolha e escalonamento de satisfação.

### 3.1 Oficinas Teóricas com Simulação

A primeira etapa das oficinas foram as aulas teórica com simulação em ambiente de sala de aula, onde conceitos de eletrônica básica, cálculos vistos em disciplinas como Física, em Lei de Ohm e Lei de Kirchhof, foram trabalhados. De modo que os alunos pudessem absorver melhor o conteúdo e entender todo o processo, antes mesmo de praticar.

Dessa forma, orientou-se de primeira partida uma explicação e demonstração dos componentes elétricos, sendo esses os que seriam trabalhados durante o processo. Os componentes foram mostrados na sua maneira teórica e prática (simulação), são: (NILSSON, 2016):

1. O resistor: Nessa parte os alunos viram como pode se medir a resistência com o multímetro e pelos anéis ao seu redor, usando o aplicativo para identificar as cores, intitulado resistor, de fácil acesso pela Play Store, além de entender que é responsável por limitar a corrente elétrica. Também foram trabalhados os conceitos de associação equivalente em série (soma das resistências) e paralelo (soma do inverso das resistências)
2. O potenciômetro: Sendo esse um resistor variável, só que agora, pode alterar a limitação de corrente, os alunos conseguiram entender isso através de uma prática de controle de luminosidade com o LED (Light Emitting Diode, em inglês).
3. O capacitor: dispositivo que armazena energia elétrica, para este componente houve a prática para a medição da capacitância e em seguida a visualização do ciclo de carregando e descarregando em um circuito RC, também foram trabalhados os conceitos de associações em série (soma do inverso das capacitâncias) e paralelo (soma das capacitâncias).
4. O Diodo e o LED: Nessa parte para entender como ambos tem uma funcionalidade bem similar, sendo que o diodo tem como objetivo dar uma orientação a carga e o LED, o mesmo, porém com um fator agora de iluminar, foi ligado um diodo e um LED com a polarização contrária, para que os alunos entendessem como funciona parte do cátodo e anodo.

5. O Indutor: Para se compreender como é a criação de um campo magnético quando se possui uma bobina e é aplicado nos terminais uma corrente elétrica.

Na sequência foram trabalhados em sala de aula os procedimentos para a fabricação de uma placa de circuito impresso (PCI). Os circuitos são feitos, geralmente, em placas de fenolite cobreada, porém antes de partir para a confecção da PCI é preciso passar pelo protótipo, que nada mais é do que montar o circuito planejado de uma maneira mais simples e não definitiva, para isso é utilizado placas de protótipo ou protoboard.

### 3.2 Oficinas Experimentais

No ambiente do Laboratório de Eletricidade e Eletrônica do IFPB do Campus Cajazeiras os alunos foram apresentados aos equipamentos das bancadas didáticas (gerador de sinais, fonte CC e osciloscópio) e aos componentes eletrônicos (protoboard, resistor, capacitor, LED e indutor).

Na sequência a turma foi dividido em duplas para montagem do circuito elétrico ilustrado na Figura 1. O circuito consiste de um resistor em série com um LED, alimentado por uma fonte de corrente contínua, nesta etapa os alunos aprenderam como está ligada as trilhas do protoboard e o funcionamento do circuito proposto.

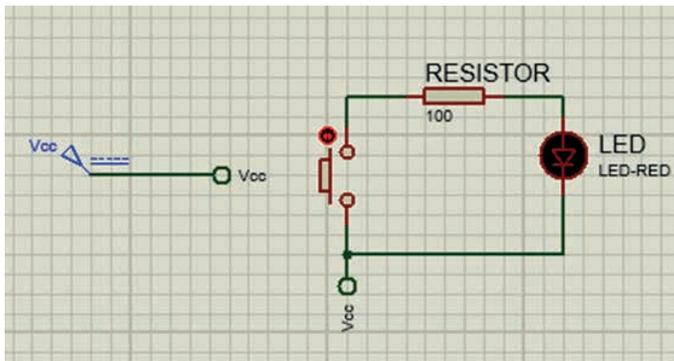


Figura 1. Acionamento de um LED usando botão.

Fonte: Autorial Própria, 2023.

O objetivo da prática é verificar a lei de Ohm, ao apertar o botão a fonte fornece tensão e corrente para a carga (resistor e LED), acendendo o LED.

A segunda montagem da oficina prática consiste no acionamento de um motor CC usando o circuito integrado (CI) 555 e ajuste da velocidade por meio de um potenciômetro (Figura 2). Novamente a turma foi dividida em duplas para execução da atividade experimental, durante a montagem foi explicado o funcionamento do CI, a forma de onda gerada (Pulse Width Modulation – PWM) e as aplicações do circuito proposto.

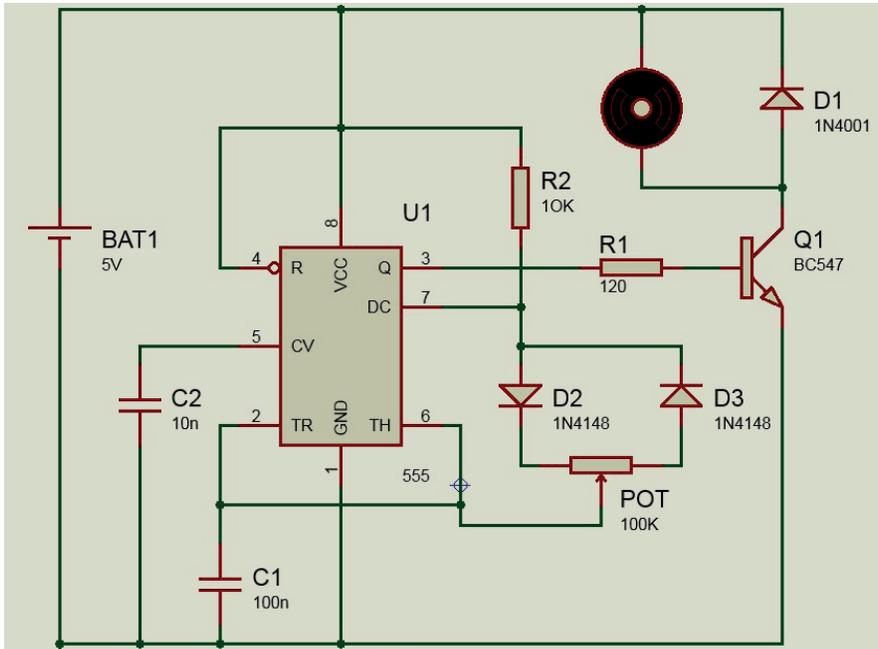


Figura 2: Circuito de acionamento do motor CC usando o CI 555.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Vale salientar que foi feita a simulação do circuito da Figura 2 e a montagem por todas as duplas. A montagem foi feita em protoboard e testada com sucesso pelas equipes. Na Figura 3 é ilustrado as equipes divididas no Laboratório no dia da oficina prática.



Figura 3. Alunos no laboratório durante as atividades experimentais.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

A terceira e última montagem da oficina consistiu na confecção da placa de circuito

impresso (PCI) para o circuito da Figura 2, as equipes seguiram as seguintes etapas:

- Desenho do circuito proposto no Proteus, KiCad ou outra ferramenta de prototipagem;
- Impressão do layout (arquivo BOTTOM) em papel fotográfico;
- Corte da placa fenolite, limpeza e aplicação do desenho (transferência térmica do desenho impresso para a placa) - Uso do ferro de passar roupas;
- Imersão (30 a 45 min) em água morna com detergente do conjunto placa com papel fotográfico;
- Retirada do papel fotográfico (fricção com os dedos);
- Limpeza da placa em água corrente, conferência e retoques das trilhas;
- Corrosão da placa usando percloroeto de ferro (30 a 45 min), em seguida remoção do toner usando removedor de esmaltes de unhas.
- Teste de continuidade das trilhas;
- Furar a placa para receber os componentes;
- Fixação e soldagem dos componentes;
- Testes elétricos de validação do produto (PCI).

Na Figura 4 é ilustrada a placa de circuito impresso confeccionada por uma das duplas, onde é visto o processo de soldagem dos componentes e a etapa dos testes do funcionamento (ajuste da velocidade do motor).



Figura 4. PCI confeccionada por uma dupla.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Vídeo das etapas da confecção da PCI, disponível em:

[https://www.linkedin.com/posts/geronimo-barbosa-alexandre-50236196\\_ensino-eletronica-pcb-activity-7091810934486134784-h8C\\_?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/geronimo-barbosa-alexandre-50236196_ensino-eletronica-pcb-activity-7091810934486134784-h8C_?utm_source=share&utm_medium=member_desktop)

O vídeo com todas as etapas de confecção da placa de circuito impresso (PCI) pode ser acessado no link acima.

Durante todo o processo os alunos foram orientados, de modo que eles se sentissem seguros para manusear os equipamentos, pois foi possível notar que durante o experimento, de princípio, os discentes estavam nervosos e sem entender bem como funcionava conceitos vistos durante as aulas teóricas, porém depois de diversos testes e experimentações, eles puderam notar que não se distanciava tanta da teoria e as montagens foram concluídas com sucesso.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao término dos trabalhos, disponibilizou-se um formulário web para que os alunos avaliassem a satisfação com relação a oficina experimental. Dos 45 alunos que participaram das oficinas apenas 17 alunos responderam ao questionário web.

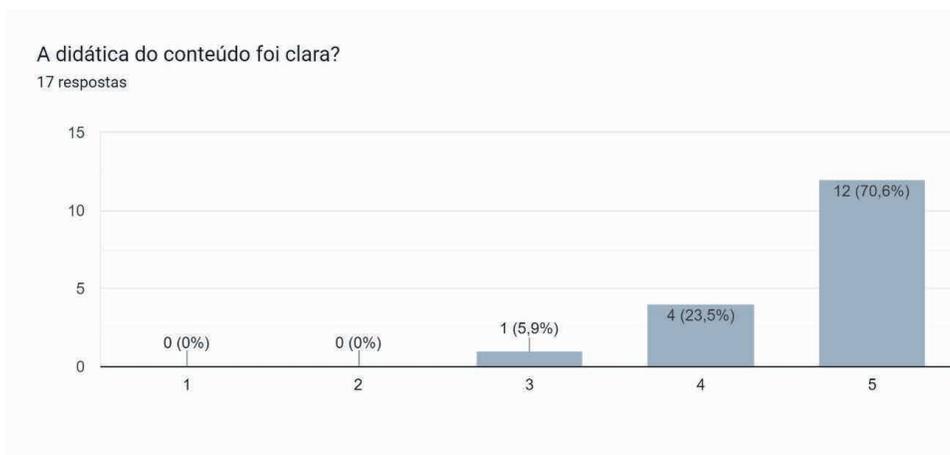


Figura 5. Resultados da pesquisa acerca da didática durante as oficinas.

O primeiro questionamento teve como foco a didática trabalhada durante a oficina, Figura 5, em uma escala de um a cinco, sendo cinco o máximo de satisfação com o método trabalhado, aproximadamente 71% dos integrantes expressaram o máximo de satisfação e absorção com relação ao conteúdo trabalhado durante a realização das práticas.

A Figura 6 ilustra a coerência das práticas com os assuntos vistos em sala, o quão similar era com as teorias vistas anteriormente, em uma escala de um a cinco, sendo cinco o maior nível de coerência, aproximadamente 82% dos integrantes viram uma maior similaridade com os conteúdos ministrados em sala, os exemplos práticos trouxeram um entendimento mais aprofundado ou até mesmo uma compreensão para assuntos que antes não haviam sido completamente absorvidos.

### Os exemplos foram coerentes?

17 respostas

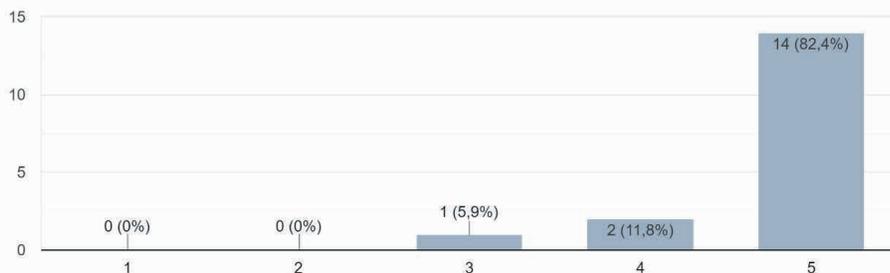


Figura 6. Resultados da pesquisa acerca da coerência dos assuntos trabalhados.

### Quão adequados os materiais fornecidos no kit eram para a prática?

17 respostas

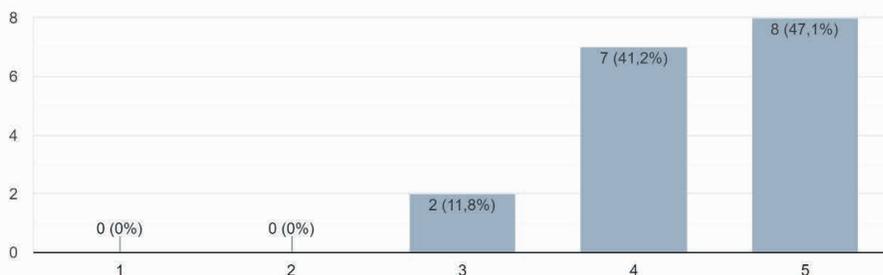


Figura 7. Resultados da pesquisa acerca dos materiais usados durante as oficinas.

Os indicadores acerca da qualidade e da quantidade dos materiais usados nas montagens experimentais, estão ilustrados na Figura 7. Dos alunos que responderam o questionário, 41% indicaram o nível quatro, enquanto 47% apontaram o nível cinco, apresentando um alto nível de adequação.

A Figura 8 traz os resultados sobre possíveis obstáculos encontrados durante o processo de corrosão da placa de fenolite, numa escala de um (menor dificuldade) a cinco (maior dificuldade). Observou-se que todos os participantes enfrentaram uma maior dificuldade nesta fase. O tempo que o percloroeto leva para corroer pode variar dependendo de como é preparado, no geral deve ser usado 45 minutos.

Finalmente, a análise geral do que foi observado, se o conteúdo foi bem apresentado, a satisfação geral em relação aos materiais e apoio nas atividades, é ilustrado na Figura 9. Em uma escala de um a dez, onde dez indica a maior satisfação com o desempenho do

projeto, a maioria dos resultados está entre nove e dez, o que nos leva a acreditar que a o ensino baseado em práticas experimentais traz bons resultados, colaborando na formação do futuro profissional.

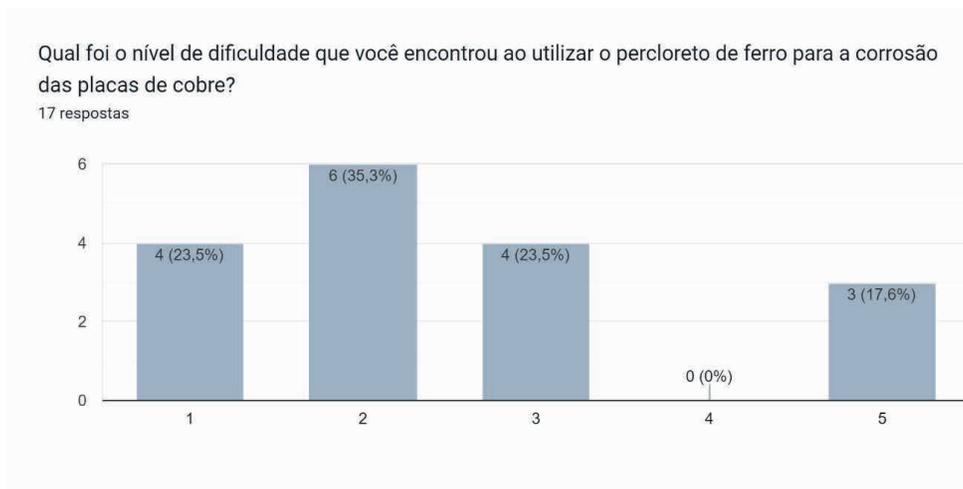


Figura 8. Resultados da pesquisa acerca das dificuldades no processo de corrosão.



Figura 9. Resultados da pesquisa acerca da satisfação geral com as oficinas práticas.

A participação de cada integrante durante o questionário foi crucial para a análise do trabalho como um todo, identificando pontos que podem ser melhorados, entre outros aspectos. As opiniões coletadas foram as seguintes:

- A prática poderia ter um tempo maior para ser executada.
- O uso da impressora LPKF foi citado, contudo não houve o uso.
- Maiores cuidados ao inserir as trilhas na simulação para que na prática fique um espaçamento maior.

- Apesar da explicação ser clara, o uso do Proteus versão estudantil ainda pode ser bastante confuso.

Essas e outras opiniões foram coletadas ao final da oficina, identificando áreas de déficit nas práticas. No entanto, esses pontos não impediram o bom andamento das aulas.

## 5 | CONCLUSÕES

Pode-se observar que quando é explicado um determinado assunto, seja ele qual for, porém no final da explicação haja uma prática envolvendo todo o ocorrido, os alunos tendem a ter um interesse maior sobre o assunto.

Dessa forma, verificou-se que quando os componentes eram explicados, existia uma parte com cálculo, mas que os alunos poderiam provar que os cálculos estavam certos por equipamentos como multímetro, ou observando um simples LED ligar ou não, o interesse pelo assunto era maior. Ou outro exemplo, é quando apenas um simples circuito visto de maneira bem simples na aula, era colocado para funcionar em um software, os discentes entendiam, como cálculos da Lei de Ohm ou Lei de Kirchhof funcionava do mesmo jeito, e que essas análises servem também, seja para melhorar o circuito ou entender como uma malha se comporta.

Já na prática, notou-se que apesar dos alunos estarem um pouco inseguros, depois de diversas experimentações, os discentes se sentiram mais seguros para buscar soluções para os desafios, seja na escola ou na vida profissional, de modo que muitos abriram a cabeça para o mundo além do teórico.

Fica claro que quando se tem um incentivo, mesmo que simples, porém que desperte o interesse do discente, o retorno seja na atenção à aula ou para seguir nas áreas de Ciência e Tecnologia é crescente. Assim, levar tais ideias para os componentes curriculares como matemática, física ou química no ensino médio, irá trazer mais alunos para essas áreas.

Pode-se concluir que as oficinas práticas foram repletas de novas experiências, levando consigo um trabalho em equipe e com segurança, leitura de manuais, elaboração de projetos, a experiência ao falar em público, aprendizagem no uso de manuais de equipamentos elétricos, aprendizagem em organização e guarda de materiais elétricos e o trabalho em equipe.

## REFERÊNCIAS

BORGES, O.; JULIO, J. M.; COELHO, G. R. Efeitos de um Ambiente de Aprendizagem sobre o Engajamento Comportamental, o Engajamento Cognitivo e sobre a Aprendizagem. **Anais**. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.

CONTRERAS, G. J.; SIU, K. W. M. Computer programming for all: A case-study in product design education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 182:388 – 394. 4<sup>th</sup>, 2015.

COZBY, P. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

CROSS, J. L., HAMNER, E., BARTLEY, C., AND NOURBAKHS, I. Arts and bots: Application and outcomes of a secondary school robotics program. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**, El Paso, pages 1–9.

FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. **Review of Educational Research**, v. 74, n. 1, p. 59–109, 2004.

GUEDES, J. R.; DREHER, J. R.; GUEDES, C. L. Software para Ensino de Eletrônica Básica. **Anais. Congresso Sul Brasileiro de Computação (SULCOMP)**, 2008.

HORST, E. L.; CORDENONSI, A. Z. O uso das plataformas de prototipagem Arduino e Raspberry Pi na educação brasileira: uma Revisão Sistemática de Literatura. **RENOTE**, v. 18, n. 2, p. 470-480, 2020.

LABURU, C. E. **Educação científica: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico**. Londrina: EDUEL, 2005.

LANGDON, D.; BEEDE, D.; DOMS, M. STEM: Good Jobs Now and for the Future. In: **Economics and Statistics Administration Issue Brief**, v. 3, n. 11, p. 1–10, 2011.

MAGENNIS, S.; FARRELL, A. Teaching and learning activities: Expanding the repertoire to support student learning. **Emerging issues in the practice of university learning and teaching**, v. 1, 2005.

MOREIRA, A. F.; PONTELO, I. Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, p. 148–167, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2ª Edição Ampliada. São Paulo: E.P.U., 2011.

NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos Elétricos**. 10. ed. Pearson, 2016.

PUGLIESE, G. STEM EDUCATION - um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

RITZ, J. M.; FAN, S.C. STEM and technology education: international state-of-the-art. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 25, n. 4, p. 429–451, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>