

ETEC ROSA PERRONE SCAVONE

Erick Minster

Thiago Valério Rocha

Vitor Cardoso

SHIELD DIDÁTICO PARA ESP 32

ITATIBA
2025

Erick Minster
Thiago Valério Rocha
Vitor Cardoso

SHIELD DIDÁTICO PARA ESP 32

Projeto apresentado pelos alunos do
terceiro ano do curso Técnico em
Eletrônica da Etec Rosa Perrone
Scavone, no ano de 2025.

Orientador: Prof. Leonardo Delforno

Coorientador: Prof. Wellington Fernandes Barbosa

ITATIBA
2025

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, em primeiro lugar, ao Prof. Leonardo Delforno, pelo apoio, incentivo e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Diretor da ETEC, Prof. Alex Paulo da Silva, pela confiança depositada em nós e pelo constante incentivo à pesquisa e ao aprendizado dos alunos.

Aos nossos professores orientadores, Prof. Anderson Wilker Sanfins e Prof. Wellington Fernandes Barbosa, pela orientação, dedicação e paciência em cada etapa deste projeto, contribuindo de forma decisiva para o nosso crescimento acadêmico e profissional.

A todos os colegas de sala que ajudaram e auxiliaram no desenvolvimento do projeto, com sugestões e ideias de melhoria

“A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação aplicada a uma operação eficiente aumentará a eficiência. A segunda é que a automação aplicada a uma operação ineficiente aumentará a ineficiência.” — Bill Gates

Sumário

Resumo do Projeto	6
Introdução	8
Objetivos e Relevância do Trabalho	10
Desenvolvimento do Projeto	11
Resultados	17
Conclusões	21
Referências Bibliográficas	23

Resumo

O presente trabalho descreve o desenvolvimento de um shield didático modular compatível com a plataforma ESP32, com o objetivo de oferecer uma ferramenta prática e eficiente para o ensino técnico em Eletrônica e áreas correlatas. O shield centraliza em uma única placa diversos componentes fundamentais para atividades laboratoriais, como LEDs, botões, potenciômetro, buzzer, sensores de temperatura e luminosidade, display I2C e conectores de expansão. A proposta surge da necessidade de superar limitações comuns no ambiente de ensino, como o excesso de tempo gasto em montagens em protoboard, erros de conexão e dificuldade de replicação das práticas entre diferentes turmas. A integração desses elementos em uma única plataforma pedagógica possibilita maior padronização das aulas, otimização do tempo didático e estímulo a metodologias ativas de aprendizagem. Os resultados obtidos demonstraram que o shield reduziu significativamente erros de montagem, aumentou o engajamento dos alunos e possibilitou a simulação de aplicações reais da Indústria 4.0, como automação de iluminação e sistemas de alarme. Assim, o projeto consolida-se como uma contribuição relevante para o ensino técnico, ao mesmo tempo em que abre caminho para futuras expansões em IoT e integração com plataformas digitais.

Palavras-chave: Ensino Técnico; Shield Didático; Indústria 4.0.

ABSTRACT

This paper describes the development of a modular educational shield compatible with the ESP32 platform, aiming to offer a practical and efficient tool for technical education in Electronics and related fields. The shield centralizes several essential components for laboratory activities on a single board, such as LEDs, buttons, a potentiometer, a buzzer, temperature and light sensors, an I2C display, and expansion connectors. The proposal arose from the need to overcome common limitations in the teaching environment, such as excessive time spent on breadboard assembly, connection errors, and difficulty replicating practices across different classes. Integrating these elements into a single pedagogical platform enables greater standardization of classes, optimization of teaching time, and encourages active learning methodologies. The results demonstrated that the shield significantly reduced assembly errors, increased student engagement, and enabled the simulation of real Industry 4.0 applications, such as lighting automation and alarm systems. Thus, the project consolidates itself as a relevant contribution to technical education, while also paving the way for future expansions in IoT and integration with digital platforms.

Keywords: Technical Education; Didactic Shield; Industry 4.0.

Introdução

O avanço tecnológico das últimas décadas trouxe transformações profundas nos processos produtivos, nos modelos de negócio e, principalmente, nas formas de interação entre pessoas, máquinas e sistemas. A chamada Indústria 4.0 consolidou a aplicação de tecnologias como sistemas embarcados, sensores inteligentes, redes de comunicação sem fio, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT) em diversos setores, incluindo a manufatura, a logística, a saúde e os serviços.

Nesse cenário, torna-se imprescindível que a educação técnica acompanhe tais mudanças, preparando os estudantes para lidar com um ambiente de trabalho cada vez mais dinâmico, automatizado e integrado digitalmente. Isso implica não apenas em atualizar os conteúdos curriculares, mas também em repensar as ferramentas pedagógicas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem.

Uma das dificuldades recorrentes em cursos técnicos de Eletrônica e Automação está na execução das práticas laboratoriais. O uso tradicional de protoboards, fios e componentes soltos demanda tempo considerável de montagem, apresenta riscos de falhas de conexão e gera variações nos resultados entre diferentes grupos de alunos. Essa realidade muitas vezes reduz o tempo efetivo dedicado à análise dos conceitos técnicos e à programação de soluções.

Para enfrentar esse desafio, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um shield didático modular compatível com a plataforma ESP32. A proposta consiste em centralizar em uma única placa diversos componentes utilizados com frequência em atividades educacionais — como LEDs, botões, potenciômetro, buzzer, sensores de temperatura e luminosidade, display I2C e conectores para expansão. Essa integração visa otimizar o tempo em laboratório, padronizar as práticas e estimular a adoção de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL).

Dessa forma, o projeto se posiciona como uma solução inovadora no campo da educação técnica, permitindo que os alunos concentrem seus esforços na análise, interpretação e resolução de problemas, em vez de desperdiçarem tempo com dificuldades de montagem. Ao mesmo tempo, cria-se um ambiente propício para a simulação de situações reais de automação e IoT, preparando os futuros técnicos para os desafios da Indústria 4.0.

Objetivos e Relevância do Trabalho

Objetivo Geral

Desenvolver um shield didático modular compatível com a plataforma ESP32, que reúna em uma única placa os principais componentes utilizados no ensino técnico de Eletrônica e Automação, de forma a otimizar o tempo de montagem em atividades práticas, reduzir erros de conexão e promover metodologias ativas de aprendizagem.

Objetivos Específicos

- Projetar e implementar um circuito impresso (PCB) que integre LEDs, botões, potenciômetro, buzzer, sensores ambientais (temperatura e luminosidade), display I2C e conectores de expansão;
- Utilizar softwares de automação de projeto eletrônico (EDA), como Autodesk Eagle e Proteus, para elaboração esquemática e de layout;
- Validar o protótipo por meio de testes funcionais individuais e integrados;
- Elaborar material didático complementar, contendo roteiros progressivos de experimentação, fluxogramas e códigos comentados;
- Aplicar e avaliar o shield em aulas reais com estudantes do curso técnico, registrando percepções e melhorias;
- Analisar o potencial de aplicação do shield como recurso pedagógico alinhado às demandas da Indústria 4.0 e da Internet das Coisas (IoT).

Relevância do Trabalho

O presente projeto apresenta relevância em três dimensões principais:

1. **Pedagógica** – possibilita ao professor otimizar o tempo de aula prática, garantindo que os estudantes dediquem mais esforço ao desenvolvimento de competências técnicas, como programação, análise de dados e integração de sistemas, e menos tempo a problemas de montagem e conexão.
2. **Tecnológica** – promove a inserção de tecnologias atuais (ESP32, IoT, sensores integrados) no ambiente educacional, aproximando os alunos da realidade encontrada no setor produtivo e fortalecendo a formação prática em sistemas embarcados.
3. **Social e Profissional** – contribui para a formação de profissionais mais qualificados, preparados para os desafios da Indústria 4.0, ampliando a empregabilidade e a capacidade de inovação dos egressos dos cursos técnicos.

Desenvolvimento do Projeto

O desenvolvimento do Shield Didático Modular para ESP32 foi realizado entre fevereiro e agosto de 2025 e estruturado em etapas que seguiram o método de engenharia, aliando pesquisa bibliográfica, planejamento técnico, prototipagem, testes e validação pedagógica. A seguir, descrevem-se cada uma das fases de maneira detalhada.

Pesquisa Inicial e Definição do Tema

O processo começou com reuniões entre a equipe de estudantes e o orientador, onde se discutiram diversos temas possíveis para um trabalho de conclusão. As primeiras ideias giraram em torno de projetos de automação residencial, sistemas vestíveis e aplicações de Internet das Coisas (IoT). Entretanto, ao refletir sobre as principais dificuldades enfrentadas no próprio curso de Eletrônica, surgiu a questão central: o tempo excessivo gasto com montagens em protoboard e a frequência de erros de conexão que prejudicam o aprendizado.

Essa constatação levou a equipe a considerar a criação de uma solução pedagógica que fosse ao mesmo tempo prática, acessível e replicável em diferentes turmas. Após análises comparativas entre plataformas embarcadas (Arduino, Raspberry Pi e ESP32), optou-se pelo ESP32 por oferecer maior robustez, conectividade Wi-Fi e Bluetooth, além de ampla documentação disponível. O tema foi então definido: o desenvolvimento de um shield modular para ESP32, voltado ao ensino técnico.

Levantamento de Requisitos Pedagógicos

Antes do início do projeto eletrônico, foi feito um levantamento detalhado das demandas pedagógicas. Para isso, a equipe consultou:

- **Documentos oficiais** como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), que destacam a

necessidade de integrar teoria e prática, estimular metodologias ativas e aproximar os estudantes de situações reais de trabalho.

- **Ementas e planos de curso** das disciplinas de Eletrônica Analógica, Eletrônica Digital, Sistemas Embarcados e Automação, verificando quais componentes eram mais utilizados em atividades práticas.
- **Entrevistas com professores** que relataram dificuldades em padronizar experimentos entre turmas, já que o uso de protoboards frequentemente gera resultados diferentes devido a erros de conexão ou falhas de contato.

A partir dessas consultas, elaborou-se uma lista de requisitos que o shield deveria atender:

- Permitir **entradas digitais e analógicas** (botões e potenciômetro).
- Contar com **saídas visuais e sonoras** (LEDs e buzzer).
- Incluir **sensores ambientais básicos**, como temperatura e luminosidade, para simulações reais de automação.
- Possibilitar **interface gráfica simples** por meio de display I2C.
- Oferecer **expansão externa** para novos sensores e atuadores.

Esse levantamento foi essencial para garantir que o projeto tivesse **pertinência educacional** e não fosse apenas uma solução técnica isolada.

Projeto Eletrônico

Com os requisitos definidos, iniciou-se o desenvolvimento do esquemático e layout da PCB no software Autodesk Eagle. Esse processo demandou diversas iterações até chegar a uma configuração estável.

No esquemático, os módulos foram organizados por blocos funcionais:

- Módulo de sinalização: LEDs de diferentes cores, permitindo simular estados de funcionamento (ligado/desligado, ativo/inativo).
- Módulo de entrada: botões de pressão para controle lógico e potenciômetro linear para variação analógica.
- Módulo de saída sonora: buzzer piezoelétrico para geração de alertas e sinais de controle.
- Módulo de sensores ambientais: sensor LM35 (temperatura) e LDR (luminosidade), ambos amplamente aplicáveis em projetos de automação.
- Módulo de interface gráfica: display I2C (OLED ou LCD 16x2), para visualização de informações em tempo real.
- Módulo de expansão: conectores para integração de sensores e atuadores externos, como ultrassônicos, relés e motores.

No layout da placa, buscou-se otimizar a disposição física dos componentes para facilitar a identificação pelo estudante. Trilhas de alimentação foram reforçadas, pads receberam diâmetros adequados à soldagem manual e a serigrafia foi desenhada com símbolos intuitivos.

Essa etapa trouxe desafios, como a correta adaptação do footprint da ESP32 DevKit v1 e a necessidade de equilibrar compactação da placa com espaço suficiente para uso didático.

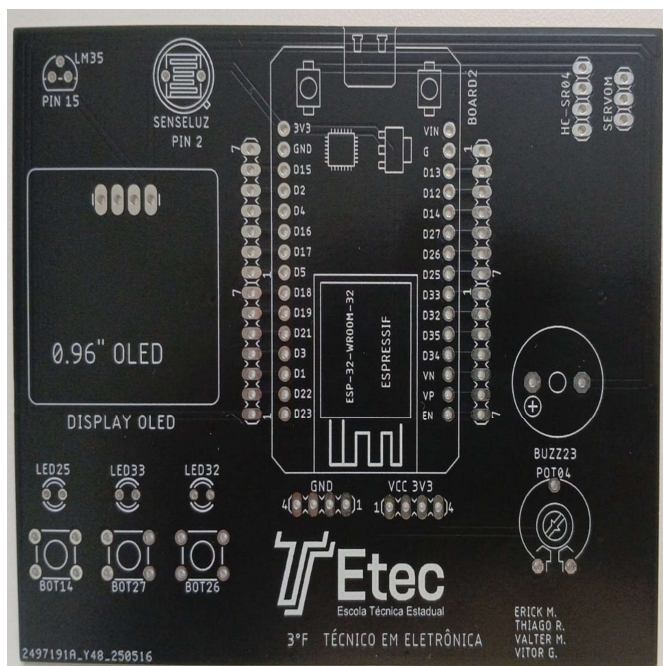
Fabricação e Montagem do Protótipo

Após validação do layout, os arquivos Gerber foram enviados para fabricação. O lote inicial retornou em abril de 2025, permitindo o início da **montagem manual no laboratório da ETEC**.

A soldagem dos componentes foi realizada pela equipe, que enfrentou dificuldades principalmente na fixação dos conectores e no posicionamento

correto dos sensores. Foram necessárias inspeções minuciosas com multímetro para verificar continuidade elétrica e corrigir pequenos curtos.

Ao término, obteve-se o primeiro protótipo funcional, pronto para ser submetido a testes. Essa fase foi considerada importante não apenas pela execução técnica, mas também pelo **aprendizado prático em montagem de circuitos**.



Testes Funcionais

Os testes foram divididos em duas categorias:

1. **Testes Unitários** – cada módulo foi avaliado individualmente. Exemplos:
 - LEDs acenderam de forma estável em resposta a comandos digitais.
 - Botões foram usados para acionar interrupções no ESP32.
 - O potenciômetro variou leituras analógicas em experimentos de PWM para controle de brilho de LEDs.
 - O buzzer emitiu sons em diferentes frequências, simulando alarmes.

- O LM35 demonstrou sensibilidade adequada para leituras térmicas, substituindo o inicialmente cogitado DHT11.
- O LDR respondeu com variações consistentes de resistência à intensidade luminosa.

2. **Testes Integrados** – todos os módulos foram acionados simultaneamente. Em um exemplo, os valores do LM35 e do LDR foram coletados e exibidos no display I2C, enquanto LEDs e buzzer eram acionados em função desses dados. Esse tipo de teste mostrou que o shield permitia simular sistemas reais de monitoramento e controle.

O desempenho foi satisfatório, comprovando a robustez do protótipo e a eficácia da integração.

Desenvolvimento do Material Didático

Paralelamente à validação técnica, a equipe produziu uma **apostila pedagógica** com o objetivo de guiar professores e alunos no uso do shield. O material contemplou:

- **Roteiros progressivos:** começando com exercícios simples (acender LEDs, ler um botão) e avançando até projetos interdisciplinares (alarme de temperatura, iluminação automática, navegação por menus no display).
- **Códigos comentados:** escritos em linguagem C/C++ na Arduino IDE, facilitando o aprendizado dos estudantes.
- **Fluxogramas explicativos:** que ilustravam a lógica dos programas.
- **Desafios práticos:** por exemplo, implementar um sistema de iluminação proporcional à luminosidade medida ou criar um alarme configurável pelos botões.

Esse material foi essencial para tornar o shield **não apenas um hardware**, mas uma **ferramenta pedagógica completa**, alinhada às metodologias ativas de ensino.

Validação em Sala de Aula

A etapa mais significativa foi a **aplicação prática em turmas do curso técnico**. Os alunos receberam roteiros e utilizaram o shield em diferentes atividades:

- Controle de LEDs via PWM regulado por potenciômetro.
- Sistema de alarme térmico, onde o buzzer era acionado quando a temperatura ultrapassava determinado limite.
- Automação de iluminação, em que a leitura do LDR determinava o acionamento automático de LEDs.
- Interface homem-máquina: botões permitiam navegar entre opções no display I2C.
- Integração com módulos externos conectados pelos pinos de expansão.

Durante as aulas, observou-se que o tempo de preparação caiu drasticamente. Enquanto em protoboard gastava-se 30 a 40 minutos apenas para montar o circuito, com o shield a prática iniciava em poucos minutos, permitindo maior dedicação ao **aprendizado conceitual e programático**.

O feedback foi bastante positivo: estudantes relataram melhor compreensão do código e maior segurança ao manipular os circuitos. Professores ressaltaram a **padronização dos resultados**, que reduziu discrepâncias entre grupos.

Versatilidade do Shield

Embora concebido como recurso pedagógico, o shield demonstrou **potencial para prototipagem de soluções reais**, podendo simular situações comuns da Indústria 4.0, como:

- Controle térmico de processos industriais;
- Alarmes de segurança baseados em sensores;
- Sistemas de iluminação inteligente;
- Monitoramento ambiental simplificado.

Essa característica amplia o alcance do projeto, tornando-o não apenas uma ferramenta educacional, mas também uma base para **prototipagem rápida e testes em ambientes de inovação**.

Resultados

A aplicação prática do **Shield Didático Modular para ESP32** proporcionou um conjunto de resultados expressivos, tanto no aspecto **técnico** quanto **pedagógico**. O processo de validação em laboratório e em sala de aula permitiu registrar evidências que comprovam a eficácia da proposta.

Redução de Tempo em Atividades Práticas

Um dos resultados mais significativos foi a diminuição do tempo necessário para preparar e executar as práticas laboratoriais. Enquanto a montagem de circuitos em **protoboards** demandava, em média, **30 a 40 minutos** de aula para organização de fios e componentes, o uso do shield reduziu esse tempo para **5 a 10 minutos**.

Essa economia de tempo possibilitou que os estudantes dedicassem maior parte da aula à **interpretação de resultados, análise de código e resolução de problemas**, ao invés de se concentrarem em aspectos puramente operacionais de montagem.

Padronização e Confiabilidade dos Experimentos

Outro impacto relevante foi a **padronização dos experimentos** entre diferentes turmas e grupos de alunos. Com os protoboards, eram comuns resultados divergentes devido a conexões frouxas ou inversões de polaridade.

Com o shield, todos os grupos passaram a trabalhar com uma **base idêntica de hardware**, o que garantiu maior confiabilidade nas práticas e consistência nos resultados.

Essa padronização também facilitou a atuação dos professores, que puderam acompanhar as turmas com maior segurança e uniformidade nos feedbacks.

Desenvolvimento de Competências Técnicas

O shield permitiu que os alunos trabalhassem com **conceitos avançados de sistemas embarcados** em menor tempo. Entre as competências desenvolvidas, destacam-se:

- **Leitura e interpretação de sinais analógicos** com potenciômetro e sensor LM35.
- **Controle de sinais digitais** por meio de LEDs e buzzer.
- **Utilização de interrupções** a partir dos botões integrados.
- **Interface homem-máquina** via display I2C.
- **Integração com sensores externos** (ex.: HC-SR04 e módulos de relé).

Ao vivenciarem situações de automação e monitoramento realistas, os estudantes tiveram contato direto com práticas relacionadas à **Indústria 4.0** e à **Internet das Coisas (IoT)**.

Engajamento e Motivação dos Estudantes

As práticas realizadas demonstraram que os alunos apresentaram **maior engajamento** ao utilizar o shield. A diminuição da frustração com erros de montagem e a possibilidade de ver resultados rápidos aumentaram a motivação e o interesse em explorar novas ideias.

Depoimentos informais coletados durante as aulas reforçaram essa percepção, com frases como:

- *“Agora sobra tempo para brincar com o código.”*
- *“Ficou mais fácil de entender o que cada parte do sistema faz.”*
- *“Não perdi mais a aula só tentando descobrir por que o LED não acendia.”*

Esse aspecto subjetivo, mas de grande importância, mostra que o shield favoreceu a criação de um **ambiente de aprendizagem mais positivo e dinâmico**.

Resultados Técnicos Adicionais

Além dos impactos pedagógicos, os testes também confirmaram a qualidade técnica do protótipo:

- **Estabilidade elétrica:** não foram observados aquecimentos anormais, falhas de solda ou interferências significativas durante o uso.
- **Compatibilidade total** com a ESP32 DevKit v1, incluindo comunicação I2C e PWM.
- **Flexibilidade de expansão,** demonstrada com sucesso na conexão de sensores ultrassônicos e módulos de relé.

Impactos Observados no Ensino

Os principais impactos do projeto no ambiente educacional foram:

- **Maior aproveitamento didático:** as aulas passaram a ter foco maior em análise, programação e integração de sistemas.
- **Estímulo à interdisciplinaridade:** o shield foi utilizado não apenas em Eletrônica, mas também em disciplinas ligadas a Automação e Sistemas Embarcados.

- **Preparação para o mercado:** os experimentos simulam situações reais de controle e monitoramento, aproximando o estudante da realidade da Indústria 4.0.

Conclusões

O desenvolvimento do Shield Didático Modular para ESP32 evidenciou-se como uma solução pedagógica inovadora e eficaz para o ensino técnico em Eletrônica, Automação e áreas correlatas. O projeto nasceu da identificação de um problema recorrente nas aulas práticas — o tempo excessivo gasto em montagens em protoboard e a alta incidência de erros de conexão — e evoluiu até a criação de uma ferramenta que simplifica, padroniza e potencializa as atividades de laboratório.

Do ponto de vista técnico, o protótipo mostrou-se robusto, confiável e versátil. A integração de LEDs, botões, potenciômetro, buzzer, sensores de temperatura e luminosidade, display I2C e conectores de expansão resultou em uma plataforma compacta, estável e plenamente compatível com a ESP32 DevKit v1. Os testes unitários e integrados comprovaram a eficiência do shield, que se mostrou capaz de atender a diferentes contextos, desde práticas educacionais básicas até simulações de sistemas industriais simplificados.

No aspecto pedagógico, os resultados foram ainda mais expressivos. O tempo de montagem das práticas foi reduzido drasticamente, permitindo que os estudantes se dedicassem ao aprendizado conceitual e à programação. Houve maior padronização dos experimentos, o que eliminou discrepâncias entre grupos e facilitou o acompanhamento docente. Além disso, observou-se um aumento significativo no engajamento e motivação dos alunos, que passaram a experimentar de forma mais ativa, criativa e segura.

O projeto também demonstrou sua relevância social e profissional, uma vez que aproxima os estudantes das demandas da Indústria 4.0, fornecendo experiências práticas com sensores, atuadores, protocolos de comunicação e conceitos de IoT. Dessa forma, contribui para a formação de profissionais mais preparados, capazes de atuar em um mercado de trabalho cada vez mais tecnológico e dinâmico.

Por fim, ressalta-se que este é apenas o início de uma trajetória. Futuras versões do shield poderão incorporar conectividade MQTT, integração com plataformas em nuvem, kits temáticos para diferentes áreas e até controle remoto via aplicativos móveis, ampliando ainda mais seu potencial de aplicação tanto na educação quanto na prototipagem industrial.

Assim, conclui-se que o trabalho atingiu seus objetivos com êxito, oferecendo uma contribuição concreta e replicável para a melhoria do ensino técnico, ao mesmo tempo em que abre espaço para novas pesquisas e inovações no campo da educação tecnológica.

Referências Bibliográficas

BARRETO, A.; AMARAL, C. Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora. Porto Alegre: Penso, 2017.

BRASIL. Catálogo Nacional de Cursos Técnicos – CNCT. Ministério da Educação, 2022.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

HEATH, S. Embedded Systems Design. Oxford: Elsevier, 2003.
LEE, E. A.; SESHIA, S. A. Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach. MIT Press, 2017.

MORAN, J. M. A Educação que Desejamos: Novos desafios e como chegar lá. Campinas: Papyrus, 2015.

PERRENOUD, P. Construir as Competências Desde a Escola. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, R. C.; SANTOS, V. F. Indústria 4.0 e Educação Técnica: desafios e oportunidades para a formação profissional. Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica, v. 3, n. 2, 2020.

VALENTE, J. A. O uso de tecnologias digitais no ensino técnico e profissionalizante. Revista de Educação Tecnológica, v. 11, n. 1, 2019.