

Utilização de um Veículo Guiado Automatizado no Ensino de Física e Matemática na Educação Profissional e Tecnológica

Fernando Luis Kock, Giselle Alves Martins, Andre Luis Dias, *Member, IEEE*

RESUMO— A Educação Profissional e Tecnológica, em época de expansão tecnológica digital e com o uso da internet fornecendo rápido e fácil acesso à informação, precisa acompanhar a atual geração de estudantes nativos digitais e a evolução das profissões, especialmente nesse momento do conceito da Indústria 4.0, que integra à automação industrial a novas tecnologias. Este trabalho tem como objetivo analisar qualitativamente o Ensino e a Aprendizagem de alguns conteúdos das disciplinas de Física e Matemática em uma Experimentação, utilizando um Veículo Guiado Automatizado como Objeto de Aprendizagem para atividades práticas. A pesquisa originou uma Sequência Didática que foi aplicada aos estudantes do Curso Técnico Integrado ao Ensino de Nível Médio. A Experimentação visou a participação do estudante atuando como principal ator no processo de aprendizagem, participando ativamente na construção de seu conhecimento. Verificou-se que a utilização do AGV se mostra como ferramenta educacional relevante, capaz de agregar valor ao processo de ensino e aprendizagem e proporcionar aos estudantes uma experiência mais concreta e significativa, unindo o trabalho, a ciência e a cultura por meio de atividades que envolvem uma educação politécnica.

Palavras-chave—Educação Profissional e Tecnológica, Ensino e Aprendizagem, Experimentação, Veículo Guiado Automatizado.

I. INTRODUCTION

A Educação Profissional e Tecnológica tem entre suas missões preparar o estudante para o exercício de profissões e contribuir para sua inserção e atuação no mundo do trabalho e na vida em sociedade [1]. O trabalho constitui-se em um fator importante de formação das sociedades, é um meio pelo qual o homem constrói o seu ambiente e a si mesmo [2].

No Brasil, tem-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional [3] que defende uma formação profissional humanista, integral e politécnica a partir de uma escola unitária, visando suplantar a dualidade da formação para o trabalho manual e para o trabalho intelectual [4].

As instituições que abordam a Educação Profissional e Tecnológica devem ter como seus princípios e finalidades, propor a articulação com o mundo do trabalho, com os segmentos sociais e a emancipação do cidadão crítico. Então, transitando pelos contextos socioeconômicos e educacionais, buscando manter desempenho e qualidade no ensino, a escola tem a necessidade de ensinar conteúdos cada vez mais diversificados e complexos, devido às inovações tecnológicas que surgem todos os dias. Estes conteúdos diversos e complexos, no entanto, podem ser de difícil assimilação pelos estudantes utilizando-se da aprendizagem tradicional, de aula expositiva com alunos passivos.

A Sequência Didática, produzida para esta pesquisa, contou com atividades metódicas, estruturadas e articuladas [5], elaboradas para a realização de diversas atividades, entre elas a Experimentação utilizando um Veículo Guiado Automatizado como Objeto de Aprendizagem.

Considerando que um Objeto de Aprendizagem é caracterizado como um recurso que pode ser reusado para servir de acessório e apoiar o processo de aprendizagem [6], o Veículo Guiado Automatizado comumente conhecido pela sigla AGV (Automated Guided Vehicle), faz parte dos novos métodos de produção e automação promovidos pelas tecnologias da Indústria 4.0.

O projeto, a construção, a manutenção, o aperfeiçoamento e particularmente o princípio de funcionamento de um AGV envolvem saberes de várias áreas do conhecimento, como as ciências exatas e as engenharias, estas áreas com disciplinas contempladas nos cursos técnicos de nível médio. Esses cursos, além das disciplinas de caráter técnico profissionalizante, possuem disciplinas de áreas do conhecimento das ciências humanas, ciências da natureza, e ciências sociais, com a intenção de contribuir com a formação humana integral, baseada no trabalho, na ciência, na cultura e na tecnologia [7].

Neste contexto, a Experimentação e outras metodologias ativas de aprendizagem, se juntam a métodos e técnicas onde os estudantes participam ativamente da construção do conhecimento, fazendo-os protagonistas para assumirem papel central e ativo [8]. Neste sentido, Morán [9], discorre que “nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos

vivenciarão depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso”.

Verificou-se então, a oportunidade de utilização de um AGV que, por integrar em sua construção conhecimentos de física, matemática, desenho técnico 2D e 3D, mecânica, eletroeletrônica, informática, linguagens de programação e metrologia, ou seja, conhecimentos relacionados às disciplinas de cursos técnicos, podem adquirir uma significância de suas aplicações em situações reais no mundo do trabalho quando estudados em uma Experimentação com o AGV.

Para os estudantes pode se caracterizar como estratégia motivadora e de incentivo para o aprendizado, provocando um interesse em participar ativamente, estimulando a pesquisa, o trabalho em equipe, a divisão de tarefas, a discussão de resultados e até mesmo a inovação.

Assim, as principais contribuições desta pesquisa são a de demonstrar como um AGV pode ser utilizado como objeto de aprendizagem em uma sequência didática para ensino de conteúdos de Física e Matemática na Educação Profissional e Tecnológica. A Sequência Didática proporciona ao estudante uma prática utilizando ferramentas, instrumentos de medição e verificação de funcionamento similar ao visto nas empresas.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Educação Profissional e Tecnológica

Para Frigotto, Ciavata e Ramos [10] a Educação Profissional e Tecnológica visa à formação integral do sujeito, incluindo o desenvolvimento de competências profissionais e pessoais, a compreensão crítica das relações sociais e a inserção consciente do indivíduo na sociedade. É um processo formativo que tem como objetivo a formação de sujeitos capazes de atuar no mundo do trabalho de forma crítica e reflexiva, que considere os interesses dos estudantes e da sociedade em que estão inseridos, e que possibilite o desenvolvimento de competências técnicas, cognitivas e sociais. Além disso, os autores defendem que a Educação Profissional e Tecnológica deve ser integrada às demais modalidades de ensino, em especial ao ensino médio, de modo a contribuir para a superação da dualidade entre a formação geral e a formação profissional.

B. Educação Politécnica

No conceito de educação para Marx, seja utilizando os termos educação tecnológica ou formação politécnica, observa-se a intenção de uma educação que busca a formação integral, conhecimento e desenvolvimento de múltiplas técnicas, prática do ensino para superar a dualidade do trabalho intelectual e do trabalho manual [11]. Para Maciel [12], esta concepção de educação politécnica se encaixa como princípio educativo, pois considera que o princípio pedagógico compreende um maior leque de conhecimentos, como no caso da politécnica. Em outro trabalho, Saviani [13] discorre que a politécnica é o domínio dos fundamentos científicos de diferentes técnicas, é a amarração da teoria e da prática de

maneira a não ser definida como uma técnica para um fim específico, mas sim uma educação para desenvolver conhecimentos técnicos múltiplos e técnicas diferentes para os processos de trabalhos produtivos modernos.

C. Experimentação

De acordo com Maciel [14], há uma fala de que o conteúdo disciplinar de Física é de difícil compreensão e a Experimentação poderia tornar a aulas mais atraentes e dinâmicas. Ele considera que o ensino da Física apenas de forma teórica faz com que o aluno desenvolva apenas uma imagem mental subjetiva, faz-se necessário demonstrar ao aluno a Física que está ao seu redor, traçando um paralelo teoria-prática. A técnica da Experimentação em propostas de Sequências Didáticas é importante para privilegiar o fazer (manusear, operar e agir); desenvolver a curiosidade e o hábito de pesquisar; estimular o aprendizado, o raciocínio, senso crítico e criativo com o experimento e propiciar um ambiente que permita o diálogo entre a teoria e o experimento com uma prática. Para Maciel [14], experimentos (a prática) sobre os fenômenos naturais leva ao aluno a importância em compreendê-los e compreender onde fórmulas e equações (a teoria) também são necessárias para o entendimento desses fenômenos naturais.

D. Veículo Guiado Automatizado (AGV)

O AGV utilizado como objeto de aprendizagem neste trabalho é caracterizado como Veículo Guiado Automatizado com Rodas omnidirecionais, tração do tipo 4WD (*four-wheel drive*), movimentos omnidirecionais, controlado por aplicativo móvel via comunicação *bluetooth*, e é apresentado na figura 1.

É importante destacar que o AGV foi montado pelos pesquisadores da instituição para o projeto de pesquisa, considerando algumas adaptações do projeto disponível no link: <https://howtomechatronics.com/projects/arduino-mecanum-wheels-robot/>. Trata-se de um projeto para montagem de um AGV de baixo custo, com as especificações supracitadas. Existe detalhamento de peças mecânicas, instalações elétricas/eletrônicas, programação do controlador e aplicativo móvel para utilização em celular.

As principais características tecnológicas são:

- Equipado com peças eletroeletrônicas e mecânicas para que realize movimentos e percursos sem a necessidade de um operador humano junto ao veículo para manuseá-lo.

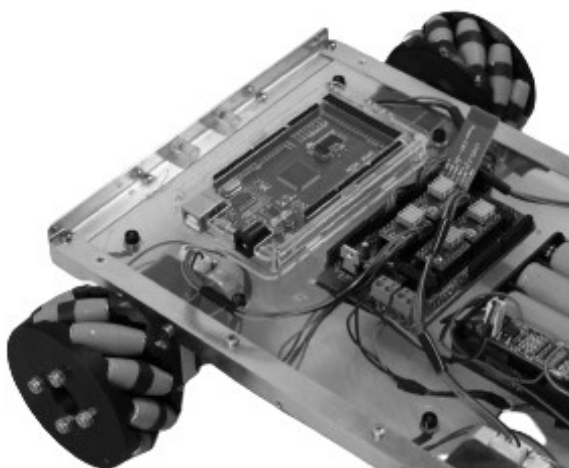


Fig. 1. AGV construído e utilizado neste trabalho, com detalhes das peças eletroeletrônicas, mecânicas e rodas Mecanum

• A roda Mecanum é uma roda omnidirecional, que permite que o veículo se mova em várias direções. É composta por rolos instalados obliquamente em toda a circunferência de seu aro. Cada um desses conjuntos de rolos tem um eixo de rotação em torno do plano da roda em ângulo de 45° . A roda do tipo omnidirecional é apresentada mais detalhadamente na Figura 2. Em cada roda Mecanum há um motor elétrico responsável por gerar uma força propulsora que mantém um ângulo de 90° com o eixo do rolo durante o movimento giratório, que pode ser dividido em seus componentes vetoriais longitudinais e transversais.



Fig. 2. Roda omnidirecional ou Mecanum, disposição dos roletes e indicação da força resultante com componentes poligonais

• Tração 4WD: significa que possuirá tração nas quatro rodas e individualizada, ou seja, cada roda poderá se comportar de acordo com a necessidade de direção do veículo, rotação em sentido horário, anti-horário ou mesmo sem rotação.

• Omnidirecionalidade: é a capacidade de mover-se em várias direções, conforme mostra a Figura 3, a partir de qualquer configuração de trajeto, sem necessariamente alterar sua orientação por exemplo; não é necessário girar 180° para retornar ao ponto original ou, realizar curvas para seguir para a direita, esquerda ou em diagonal. De acordo com Tlale [15], "uma vantagem deste tipo de movimentação omnidirecional é que são capazes de realizar tarefas em ambientes congestionados, como os encontrados em oficinas de fábricas, corredores estreitos, armazéns, etc".

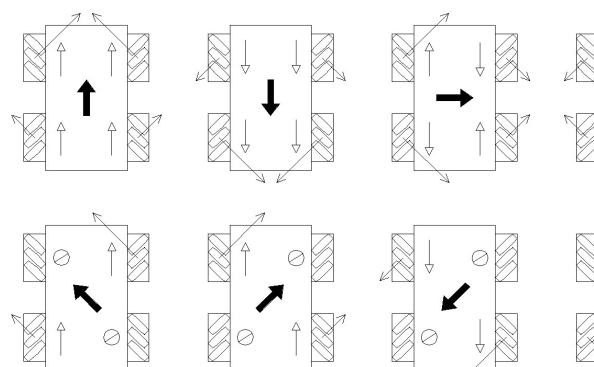


Fig. 3. Direções e sentidos de movimentação do AGV

• Aplicativo móvel via comunicação *bluetooth*. Esta é a opção de controle da movimentação para o AGV do experimento, dentre as várias possibilidades de controlar os movimentos do AGV (por exemplo: controle remoto via comunicação wi-fi, *bluetooth*, infravermelho; navegação GPS uso de sensores para seguir trilhas definidas).

E. Trabalhos Correlatos

A comunidade científica já apresenta alguns trabalhos voltados para a utilização de tecnologias do mundo do trabalho, e especificamente AGVs para fins educacionais.

Vieira et al. [16] propõe atividades de ensino interdisciplinares que discutem os impactos das tecnologias da Indústria 4.0 na sociedade, promovendo reflexões dos alunos da educação profissional e tecnológica. Bautista-Montesano et al. [17] utilizam técnicas educacionais inovadoras, como sala de aula invertida, gamificação e aprendizagem baseada em problemas, durante a participação de uma equipe mexicana em uma competição internacional de programação e corrida de veículos autônomos, buscando desenvolver habilidades técnicas e sociais.

Lai et al. [18] apresentam trabalho sobre uma abordagem de ensino com experimentos de mecatrônica baseada no AGV. Salientam a abordagem multidisciplinar combinando o bilinguismo, a língua inglesa como idioma corrente durante o curso, o conhecimento teórico, a utilização do software de simulação MATLAB e o uso do experimento com AGV para estudar sua trajetória e solucionar possíveis problemas de desvio. Comparam o ensino tradicional formando especialistas, com a necessidade das universidades realizarem uma reforma no ensino para a formação de engenheiros multidisciplinares, com profundos conhecimentos de eletrônica e informática, a fim de acompanhar o rápido crescimento de tecnologias nas indústrias.

Santos et al. [19] desenvolveram um projeto para fins educacionais com um AGV. Salientam a interdisciplinaridade teórica e prática do projeto destacando a Física, a Eletrônica e a Mecânica. Os autores descrevem as etapas para desenvolvimento da estrutura mecânica, o sistema de controle com Controladores Lógicos Programáveis, hardware de portas de comunicação e de sensores, sistemas de tração e direção e unidade de energia.

Dreger [20] propõe a construção de AGV de baixo custo para fins didáticos no ensino de graduação, pós-graduação e pesquisa nas áreas de instrumentação, eletroeletrônica e lógica de controle. O autor destaca a multidisciplinaridade necessária com o uso da mecânica, da eletroeletrônica e a programação de microcontroladores. No trabalho o autor define cálculos e expressões para uso durante a produção do AGV e, finalizada sua construção, descreve possibilidades de atualizações e problemas encontrados a serem solucionados.

Aguilar et al. [21], observam a necessidade de projetos no ensino não serem restritos a cenários artificiais e sim terem um vínculo com necessidades do mundo real. Comentam que, geralmente, os projetos têm uma perspectiva única, isolada de outras disciplinas, quando deveriam ajudar o aluno a inovar e explorar projetos multidisciplinares. Os autores propõem projeto de AGV multidisciplinar com alunos e professores de quatro áreas diferentes: mecânica, mecatrônica, design industrial e ciência da computação. Outros objetivos pretendidos foram a proposição de diretrizes das melhores práticas e a autoaprendizagem.

Marta [22] propõe a criação de kit didático com protótipo AGV de baixo custo que possa desenvolver o pensamento crítico do aluno. Cita que a natureza interativa da robótica incentiva os alunos a ingressarem nos campos da ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Comenta que kits didáticos, pedagogicamente, incorporam uma abordagem construtivista, com soluções individualizadas e com atividades sociais, incentivando à exploração dos conhecimentos por meio de atividades práticas.

Erdoğan e Yayan [23] propuseram um Laboratório Robótico Virtual Compatível com Robôs Móveis para Educação e Pesquisa, apresentando alguns exemplos de robôs móveis que podem ser usados para educação em robótica. Eles tornam o uso desses robôs bastante acessível, permitindo que os alunos acessem o laboratório virtual de robótica através da internet.

Verifica-se assim que este trabalho contribui em relação a utilização de um AGV para ensino de alguns conteúdos de Física e Matemática, principalmente focando no princípio de funcionamento de movimentação com a utilização de rodas omnidirecionais, que são amplamente utilizados no mundo do trabalho, onde os alunos devem estar inseridos em sua vida profissional.

III. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi de natureza aplicada, teve o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas e abordando interesses locais [24]. Pretendeu explorar e compreender as particularidades e experiências dos indivíduos durante e após a aplicação das atividades propostas da sequência didática com utilização de diversas metodologias, dentre elas a Experimentação.

A pesquisa foi desenvolvida no Campus Sertãozinho do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Os participantes da pesquisa foram os alunos do

Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino de Nível Médio, na faixa etária entre 16 e 18 anos. O projeto de pesquisa foi devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da instituição, sob CAE 55553622.2.0000.5473.

A. Coleta e análise de dados

A coleta de dados para análise da aplicação da sequência didática foi realizada utilizando as seguintes técnicas.

Observação: com esta técnica obteve-se informações sobre o comportamento do aluno durante uma situação de prática dos conceitos teóricos expostos em sala de aula. As observações foram registradas no caderno de campo do pesquisador. **Questionário:** Esta metodologia de coleta de dados possibilitou complementar informações para o levantamento de conhecimento prévio dos estudantes e, após aplicada a Sequência Didática, coletou-se dados para as informações analisadas quanto à qualidade do Ensino e Aprendizagem com a Experimentação.

Os questionários coletaram dados utilizando de perguntas de respostas abertas, permitindo ao aluno dar sua livre opinião, com perguntas de respostas fechadas, com opções de escolhas pré-definidas. Perguntas utilizando a escala Likert foram importantes para a coleta de dados, permitindo qualificar e quantificar a partir de conhecimentos prévios e após a aplicação do Produto Educacional.

B. Etapas do projeto de pesquisa

Conhecimento prévio dos participantes da pesquisa

Realizado por meio de aplicação de questionário sobre o perfil dos alunos investigados, às disciplinas do curso profissionalizante em questão, e com as tecnologias encontradas no AGV. Observa-se a construção de questões, anseios, dúvidas e interesses referentes ao tema durante a aplicação do questionário.

Adicionalmente foi realizado um levantamento bibliográfico de publicações que também utilizaram AGVs em atividades de educação, conforme apresentado na subseção II.E. A consulta foi feita em bases de dados acadêmicas nacionais e internacionais.

Desenvolvimento da Sequência Didática

A partir da etapa anterior, a Sequência Didática buscou contribuir para o ensino dos conteúdos disciplinares de Física e Matemática, principalmente trigonometria e Lei de Newton. Utilizou-se diversas metodologias de ensino, destacando a Experimentação, com uma prática utilizando o AGV para fornecer as variáveis para os cálculos e posterior verificação dos resultados obtidos.

A Sequência Didática foi composta por três unidades didáticas, caracterizadas por atividades práticas estruturadas e reunindo as três fases de uma intervenção: o planejamento, a aplicação e a avaliação [5].

As unidades didáticas foram aplicadas em três aulas de 90 minutos cada, assim distribuídas:

1) Motivação

Para a motivação da utilização do AVG no ensino de Física e Matemática houve a apresentação, utilizando arquivo de mídia digital, com conteúdo sobre o AGV, suas tecnologias de construção associadas com as disciplinas do curso profissionalizante, e sua utilização em situações reais. Foi apresentado o AGV, como o Objeto de Aprendizagem para a Experimentação, demonstrando seu funcionamento e tecnologias que o compõem. Adicionalmente, alunos foram encorajados a utilizar o AVG por meio de atividades que promoviam sua movimentação. Após a apresentação realizou-se roda de conversa, aberta para questionamentos e opiniões dos alunos e apontamento de observações pelo pesquisador.

2) Movimentos com o AGV, trigonometria e Lei de Newton.

Nesta unidade foram abordados conceitos para realização dos movimentos omnidirecionais possíveis, oferecido por este tipo de AGV com rodas omnidirecionais. Inicialmente, o professor manuseia o AGV fazendo questionamentos e solicitou observações dos alunos em relação ao controle dos movimentos.

Após, apresenta-se os conceitos essenciais para entendimento da dinâmica sobre AGVs por meio de aula expositiva dialogada sobre os conteúdos: Matemática (Trigonometria, cálculo de vetores e operações matemáticas); Física (Lei de Newton, conceitos de torque, força, deslocamento, cálculo de vetores e decomposição de forças), e finalmente sobre as Tecnologias (Eletrônica, programação de microcontroladores, acionamentos e motores elétricos, dispositivos móveis e rodas omnidirecionais).

Finalmente, grupos de alunos foram criados, para que discutissem e elaborassem os cálculos trigonométricos para que o AGV realizasse os movimentos e trajeto definidos pelo professor. Nesta atividade, os alunos também deviam indicar as rodas acionadas e qual o sentido de rotação de cada roda (horário ou anti-horário). Realizados os cálculos, os grupos foram convidados a explicá-los na lousa, e utilizaram o AGV para verificarem os resultados. Este experimento foi importante pois os alunos a teoria sendo utilizada na prática e observaram, nas rodas omnidirecionais, parâmetros importantes que justificam os movimentos em diversas direções. Uma roda de conversa finalizou esta unidade didática.

Um exemplo de destaque é quando se solicita que o AGV se movimente lateralmente. A figura 4 apresenta o procedimento. Após solicitação da direção e sentido de trajetória do AGV, os alunos ajustam sentido de rotação de cada roda (horário, anti-horário ou mesmo sem rotação). Cada roda em movimento gera torque responsável pela aplicação de uma força no AGV. Utilizando cálculo para somatório de forças de cada roda, tem-se a força resultante, e aplicando-se a segunda lei de Newton cria o movimento no AGV. Após o processo, os alunos verificam o movimento utilizando o AGV na prática por meio do aplicativo de celular.

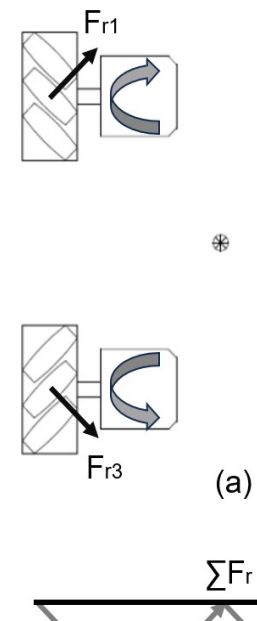


Fig. 4. Exemplo de cálculos para execução de movimento no AGV. (a) Sentido de rotação, torque e força em cada roda. (b) Trigonometria para cálculos de força resultante.

3) Experimentação prática, cálculos e medições.

Nesta unidade houve a revisão de conteúdo estudado, seguida de outra atividade de Experimentação, realizada em grupo, onde o professor definiu, para cada grupo, que fossem realizados os cálculos para o AGV realizar um trajeto. Realizados os cálculos os grupos o demonstram aos demais participantes, e realizam o manuseio do AGV para realização do trajeto. Posteriormente, utilizam instrumentos de medição disponibilizados, como trena e transferidor, para confirmar se o trajeto realizou direção e sentido conforme calculado. Os resultados com ângulos calculados e executados foram anotados. Por fim, em roda de conversa, os alunos foram estimulados a refletirem sobre a relação teoria-prática da Experimentação bem como as hipóteses que possam ter proporcionado erros encontrados.

Ao final desta unidade, um questionário de avaliação teve a intenção de colher informações dos alunos sobre o uso de um AGV na Sequência Didática para o Ensino e Aprendizagem de Física e Matemática. As perguntas foram elaboradas para avaliar a eficácia da incorporação da tecnologia ao ensino, incluindo se ela aumentou o envolvimento e a motivação do aluno, se a abordagem escolhida foi eficaz para facilitar o interesse pelo assunto. Também foram feitas perguntas sobre o valor desses métodos de ensino, se outras disciplinas poderiam se beneficiar de sequências didáticas semelhantes e quais outras tecnologias os alunos gostariam de aprender e pesquisar em seu curso. O questionário visou avaliar e melhorar a eficácia da tecnologia no Ensino e Aprendizagem, com foco em aplicações do mundo real e relevância para a vida dos alunos e pretensões de carreira.

Análise dos resultados

Para análise dos dados quantitativos e de informações relevantes para suas interpretações referente à motivação dos alunos, foi adotada a estatística descritiva, por ser um instrumento que trata amostras de mesma natureza, mas com muitas variáveis, tornando-as concisas, sucintas para interpretação, permitindo visão global dos dados, organizando e descrevendo-os por meio de tabelas, de gráficos e medidas descritivas [25].

Para a análise dos dados qualitativos utilizou-se alguns elementos da metodologia Análise de Conteúdo, de Laurence Bardin [26]: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento e interpretação dos resultados e a categorização. Por tratarem-se de conteúdo de cunho qualitativo, os dados tiveram uma abordagem com inferência e interpretação controlada.

IV. RESULTADOS

Os participantes da pesquisa eram todos menores de 18 anos. Verificou-se que o perfil é de maioria advindos de escolas públicas (88,9%), e que 86,1% não conheciam o Objeto de Aprendizagem (AGV), e como ele poderia andar em direções não convencionais (94,4%).

Em contrapartida, constatou-se que menos de um terço dos participantes (30,4%) foram capazes de identificar algumas tecnologias que compõem o AGV, como motores elétricos, comunicação wireless e microcontroladores (Arduíno) com programação; tecnologias também presentes em equipamentos de fácil acesso, comum aos estudantes dentro do ambiente escolar, como a impressora 3D, a máquina de corte laser e kits didáticos de programação. Assim, verifica-se que em geral os alunos conheciam parte das tecnologias que compõem um AGV, porém não conheciam estes equipamentos e não entendiam a capacidade de movimentação que ele oferecia.

Adicionalmente, foram levantadas as disciplinas as quais os participantes mais gostam, obtendo-se como destaque as disciplinas de eletricidade, informática básica, matemática e desenho técnico, com mais de 80% de respostas positivas. Entre as disciplinas que os alunos mais possuem dificuldades em aprender aparecem a física, a sociologia, a eletricidade e a matemática.

Destaca-se a disciplina de Física, em que 61,1% dos alunos indicaram que gostam da disciplina, entretanto 58,3% possuem dificuldades no aprendizado, sendo a disciplina que apresentou maior índice de dificuldade; e a disciplina de Matemática, que apesar de ser considerada uma das disciplinas que os alunos mais gostam (83,3%), verificou-se que 25,0% possuem dificuldades. Estes resultados confirmam a relevância deste trabalho, que busca contribuir para a motivação da aprendizagem das disciplinas de Física e Matemática.

Finalmente, verifica-se que todos os alunos indicam que o entendimento dos conceitos utilizados para construção e funcionamento de um AGV pode contribuir para a sua aprendizagem durante o curso. Este sentimento dos alunos foi

ênfático na roda de conversa, atividade de fechamento da primeira unidade didática, com manifestações como:

- “Uma maneira de desenvolver habilidades práticas em áreas como eletrônica, mecânica e programação”
- “Uma oportunidade de aplicar o conhecimento teórico adquirido em situações reais”
- “Conhecer componentes, como sensores, controladores, motores elétricos, baterias e sistemas de comunicação sem fio”
- “Os fundamentos, colocados em uma prática, colabora para fixar o conteúdo

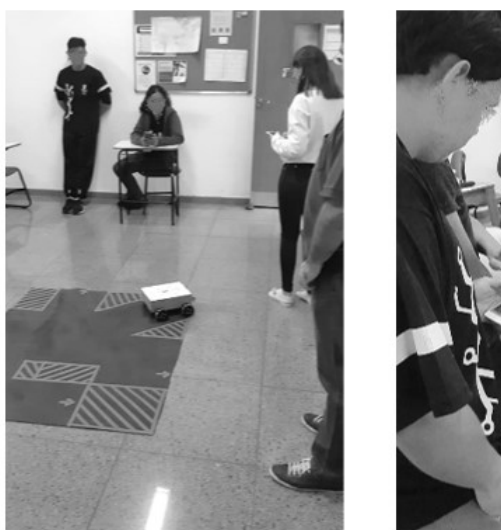
A. Análise da Sequência Didática

A partir do levantamento do diagnóstico prévio dos alunos, a Sequência Didática foi desenvolvida utilizando uma diversidade metodológica, com ênfase para a Experimentação.

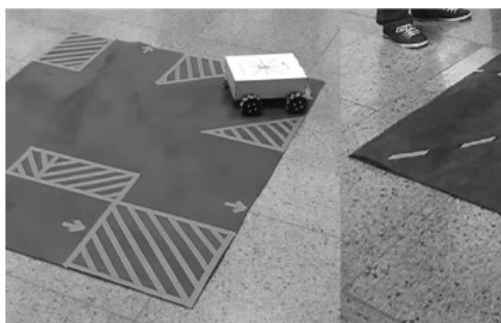
A Figura 5 apresenta a realização das atividades em algumas metodologias.

A partir dos resultados coletados durante a aplicação da Sequência Didática, verificou-se que 97,3% dos estudantes consideraram a SD e o AGV atrativos para o estudo da Física e da Matemática. As metodologias de ensino adotadas foram consideradas agradáveis e favoreceram o aprendizado para 94,4% dos alunos e, 100% dos participantes consideraram a linguagem adequada.

Com relação ao despertar de interesse acerca dos assuntos tratados, conteúdos de Física, Matemática e utilização de tecnologias que compõem o AGV, 83,3% dos alunos concordaram que a Sequência Didática com um AGV os motivou. Contudo, há uma porcentagem (16,3%) que indicou falta de interesse nos assuntos, mesmo com a sua relevância para o mundo do trabalho e aderência ao curso de Automação Industrial.



(a)



(c)



(d)



Fig. 5. Aplicação da Sequência Didática. (a) Alunos manuseando o AGV. (b) Demonstração do AGV em superfície com trajeto demarcado. (c) Superfície com trajetos e direções para o AGV. (d) Aula expositiva dos conceitos. (e) Alunos explicando os cálculos realizados. (f) Trabalho em grupo dos participantes (g) Medições do trajeto e direção realizados.

Para 84,5% dos alunos, Sequências Didáticas com emprego de metodologias como a Experimentação, com características interdisciplinares, podem melhorar seu desempenho nas disciplinas.

Sobre os assuntos tratados serem do cotidiano do aluno, na escola ou fora dela, 55,6% dos alunos concordaram ou concordaram plenamente, houve uma demonstração de vivência nos assuntos tratados. Porém, nesta questão em relação às outras, notou-se um aumento de respostas em discordância (16,7%) ou opiniões não formadas (27,8%). Isto pode sinalizar que os alunos não tiveram oportunidade de utilizar estas tecnologias no dia-a-dia, por diversos motivos como: por serem alunos do primeiro ano do curso e ainda não tiveram disciplinas relacionadas e por ainda não estarem inseridos no mundo do trabalho.

Com relação à realização da Sequência Didática para ensino de disciplinas, com o uso de tecnologias do mundo do trabalho, 88,9% dos participantes afirmaram que concordam plenamente ou concordam ser um tema importante, que pode contribuir para a sua formação profissional.

Quando questionados se outras disciplinas poderiam utilizar o AGV em uma Sequência Didática como suporte na aprendizagem, houve indicação de diversas disciplinas, dentre elas verificou-se a disciplina de Física, citada por 77,8% dos participantes, e Matemática, com 69,4% de citações. Demonstrou-se assim, que outros conteúdos destas disciplinas poderiam utilizar o AGV. Ressalta-se que este trabalho abordou apenas alguns conteúdos destas disciplinas, como trigonometria e cálculo de vetores na disciplina de Matemática e a Lei de Newton, conceitos de torque, força, deslocamento e decomposição de forças na disciplina de Física.

Adicionalmente, verificou-se que disciplinas do núcleo profissionalizante do curso também foram citadas, como Eletricidade (88,9%), Máquinas e Equipamentos Elétricos (69,4%) e Sistemas Digitais (66,7%).

Finalmente, os participantes indicaram tecnologias que gostariam de aprender e pesquisar durante o seu curso. Diversas tecnologias foram indicadas, entre elas o drone, inteligência artificial e plataformas de programação de microcontroladores. Assim, verificou-se um grande potencial de utilização destas tecnologias como Objeto de Aprendizagem para o ensino de diversas disciplinas do núcleo propedêutico. Para o drone podem ser abordados diversos conteúdos de física (força da gravidade e leis de Newton), para inteligência artificial, oportunidades no ensino de matemática e estatística. Demonstrou-se também que os estudantes ampliaram seu entendimento sobre AGV utilizado no mundo do trabalho, como também tecnologias que o compõem, como rodas omnidirecionais, acionamentos de motores, microcontroladores e dispositivos móveis.

B. Categorização para a Análise de Conteúdo

De acordo com Sampaio e Lycarião [27, p. 45], "a análise de conteúdo categorial, é uma técnica de pesquisa que busca permitir a criação de inferências sobre determinado conteúdo". Segundo os autores, para esta análise de conteúdo, realiza-se

“a codificação do conteúdo, fazendo a aplicação de códigos, que vão formar categorias”.

Bardin [25], trata a categorização dos conteúdos como um desmembramento dos textos onde os registros são analisados em seu contexto, classificados em consonância com os objetivos da pesquisa e reagrupados, classificando-os em categorias de acordo com características comuns.

Para a categorização foram coletados dados a partir dos questionários aplicados e do caderno de campo com os registros de observações feitas pelo pesquisador. Estes registros foram contextualizados e codificados. Os contextos gerados foram reagrupados e classificados de acordo com o entendimento trazido pelos participantes em relação às questões realizadas.

Quando a resposta dos participantes se relacionava à indústria, processos industriais, vivências em fábricas, profissão, profissionalização, dentre outras, essas falas corresponderam, ao final da análise, como pertencentes à Categoria “Mundo do Trabalho”. Quando elas faziam relação entre teoria e prática, o saber fazer, o mão-na-massa, elas foram categorizadas como “Relação teoria-prática”. Quando o aluno apresentou dúvida, questionamentos, apresentando novas possibilidades de entendimento dos conceitos ou com pensamentos críticos externalizados, foram categorizados como “Habilidades críticas reflexivas”. Quando foi relatado o entendimento, a construção de conhecimento, as falas foram categorizadas como “Aprendizado”.

Assim, deu-se origem às quatro categorias que contemplam tanto as falas dos participantes quanto às observações realizadas pelo pesquisador ao longo do desenvolvimento das atividades, estando alinhadas com os objetivos e às temáticas da pesquisa

O Quadro 1 traz alguns exemplos de registros, suas unidades de contexto ou codificação e o respectivo agrupamento das codificações, originando as quatro categorias.

Quadro 1. Exemplos de registros e codificações para cada categoria criada ao longo do processo de análise de dados por meio da Categorização.

Exemplos de Registro: falas dos participantes e anotações do pesquisador	Unidade de Contexto ou codificação dos registros	Categorias
Foi interessante a aula sobre trigonometria utilizando o AGV	O objeto de aprendizagem despertou curiosidade para o aprendizado	Aprendizado
Experimentos na área de tecnologia contribui muito para mim, é um bom projeto para conhecer	Entendimento sobre a importância da atividade	Aprendizado
Possuo grande curiosidade sobre o tema, ter conhecimento sobre o AGV é bom	O objeto de aprendizagem despertou curiosidade para o aprendizado	Aprendizado
Aprender sobre coisa novas, adquirir novos conhecimentos	Mencionou novos aprendizados	Aprendizado
Alguns alunos não sabiam manusear o transferidor	A necessidade de ensino sobre instrumentos no curso	Aprendizado
Aluno fez uma observação sobre a disposição em diagonal dos	Antes do docente falar sobre o conteúdo foi	Habilidade crítica/reflexiva

roletes que compõem as Rodas Mecanum	despertada esta curiosidade	
Aluno fala sobre a falta de atrito das rodas com a superfície após não ter realizado determinado movimento	Considerações como desdobramentos do ensino experimental	Habilidade crítica/reflexiva
Aluno reflete sobre Algumas rodas girarem e outras não, possibilitando os movimentos omnidirecionais	Reflexões como desdobramentos do ensino experimental	Habilidade crítica/reflexiva
Surgiu entre os alunos o tema sobre a eficiência dos movimentos	Atividade despertando curiosidade de temas além do proposto	Habilidade crítica/reflexiva
Aluno relata que AGV gasta mais energia do que um carro com rodas convencionais	Inferências realizadas pelo aluno após ser instigado pela atividade proposta	Habilidade crítica/reflexiva
O conhecimento das tecnologias contribui para a indústria, em máquinas industriais	Relaciona a atividade com máquinas industriais	Mundo do trabalho
Interações com instrumentos de robótica terá muito a acrescentar para meu ensino que pretendo atuar como profissional	Tecnologias aplicadas no mundo do trabalho	Mundo do trabalho
Porque é útil em indústrias	Relaciona a atividade com vivência industrial	Mundo do trabalho
Muito interessante ao aluno, todo conhecimento é bem-vindo, ... para o aluno de automação iremos ver isto profissionalmente	Relaciona o conhecimento com a profissão	Mundo do trabalho
O AGV é utilizado nas indústrias e construir deixaria mais didático e ficaria melhor o conteúdo	Apresentação da tecnologias presente no mundo do trabalho	Mundo do trabalho
Aprender os fundamentos e colocando-os na prática será mais marcante, irá fixar melhor o conteúdo	Refere a prática como método de melhorar o ensino	Relação teoria-prática
Compreender melhor a física na prática e entender melhor sobre a área de automação	Relaciona a prática a uma melhor atuação	Relação teoria-prática
Seria bom pôr em prática os conteúdos aprendidos em informática, eletricidade e física	Vislumbra uma atuação por meio da prática	Relação teoria-prática
Entendi melhor sobre trigonometria na aula com teoria e prática	Demonstra melhor entendimento por meio do experimento prático	Relação teoria-prática
A construção do AGV está ligada à automação, isto pode aumentar o meu interesse e me fazer entender o mundo da automação. É uma experiência incrível, permite aprender na prática o que foi visto na teoria	Reconhece a importância da utilização de um objeto de aprendizagem com maior interesse por parte dos alunos	Relação teoria-prática

Analisando o Quadro 1, nota-se a importância de definição de cada conceito para o entendimento acerca das motivações e classificação de cada fala nas referidas categorias. Assim, os conceitos de Aprendizados, Habilidade crítica reflexiva, Mundo do Trabalho e Relação teoria-prática são descritos a seguir:

Aprendizado. O aprendizado no contexto da educação profissional e tecnológica, visa preparar os estudantes para atuarem no trabalho profissional por meio da aquisição de habilidades e competências técnicas, práticas e comportamentais [28].

Para Piaget [29] a aprendizagem se dava por meio de processos de equilíbrio, primordialmente internos, do sujeito. Neste contexto, surge também a importância da

indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos sujeitos da aprendizagem; e a indissociabilidade entre teoria e prática no processo de Ensino e Aprendizagem; assim como o trabalho escolar através da promoção da interdisciplinaridade, assegurando um currículo articulado com a prática pedagógica, visando à superação da fragmentação de conhecimentos e de segmentação da organização curricular.

Assim, esta categoria englobou as citações onde os alunos indicaram que houve algum processo de aprendizado, de ganho de conhecimento ou entendimento sobre conceitos, seja de forma ativa durante a Experimentação ou mesmo de forma passiva, durante a apresentação expositiva dos conteúdos.

Habilidade crítica reflexiva. Essa habilidade permite aos alunos tomarem decisões fundamentadas, baseadas em evidências e argumentos palpáveis. Freire [30] discute a importância da criticidade sob uma perspectiva que inclui a construção da autonomia do indivíduo que permite questionamentos e interpretações da realidade. Para Freire, a educação deve procurar desenvolver a capacidade dos estudantes de pensar criticamente, de forma a compreender e transformar a realidade, em vez de simplesmente aceitá-la como dada.

A classificação desta categoria se relacionou aos questionamentos de informações, ideias e conceitos, de forma crítica e fundamentada, buscando a resolução de problemas de forma inovadora e criativa.

Mundo do trabalho. Saviani [31], destaca que a educação está intimamente ligada ao mundo do trabalho, uma vez que é responsável por preparar os indivíduos para atuarem nesse mundo. Saviani [31], parte da ideia de que o trabalho é um elemento central da vida humana e, por isso, deve ser compreendido como princípio educativo. Para ele, a educação deve ter como objetivo formar indivíduos capazes de atuar de forma crítica e autônoma no mundo do trabalho, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária. No contexto das novas tecnologias, Saviani destaca que o mundo do trabalho passa por transformações significativas, que exigem uma reflexão sobre o papel da educação. Ele argumenta que as novas tecnologias têm um impacto profundo no mundo do trabalho, alterando as formas de produção, as relações de trabalho e as competências necessárias para atuar nesse contexto. Saviani discorre que, diante dessas transformações, a educação deve se adaptar para formar indivíduos capazes de atuar de forma crítica e autônoma no mundo do trabalho contemporâneo. Ele argumenta que isso exige uma formação que vá além das habilidades técnicas, incluindo também a formação de valores e atitudes, como a ética, a solidariedade e a responsabilidade social.

Nesta categoria foram agrupadas as citações onde os participantes demonstraram que tiveram reflexões e conseguiram relacionar tecnologias, processos industriais, profissão, prática profissional durante a aplicação da Sequência Didática.

Relação teoria-prática. A relação teoria-prática refere-se à integração entre o conhecimento teórico e a prática

profissional, que permite aos estudantes aplicarem e testarem na prática os conceitos teóricos e habilidades aprendidos em sala de aula de forma contextualizada e realista. Essa relação ajuda a estabelecer uma conexão entre a formação acadêmica e as demandas do mercado de trabalho.

Freire [30] destaca a importância da relação entre teoria e prática, acredita que a educação deve ser uma prática reflexiva e crítica, que promova a transformação social. Para ele, a relação entre teoria e prática é essencial para uma educação crítica e transformadora. Argumenta que a prática sem teoria é apenas ativismo, e a teoria sem prática é apenas especulação. Defende que a teoria e a prática devem estar integradas e em constante diálogo, de forma que a teoria possa ser alimentada pela prática, e a prática possa ser orientada pela teoria.

Esta categoria agrupa as citações dos alunos quando foram capazes de relacionar, de alguma maneira, aspectos teóricos dos conceitos estudados, com a possibilidade de sua aplicação prática.

Desta maneira, verifica-se que as categorias identificadas nos dados qualitativos estão fortemente ligadas às bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica e interligadas entre si, uma vez que é um caminho importante para o desenvolvimento humano integral, formando alunos para o mundo do trabalho, oferecendo formação técnica de qualidade. Porém, para que essa formação seja realmente completa, é preciso ir além da simples transmissão de conhecimentos teóricos e técnicos. Para isso, é importante que o aprendizado seja construído de forma significativa e contextualizada, promovendo a reflexão crítica sobre os conteúdos estudados. Ao invés de apenas transmitir a teoria de forma isolada, é preciso estabelecer conexões entre a teoria e a prática, demonstrando aplicações reais no mundo do trabalho dos conceitos estudados. É importante que os alunos sejam estimulados a questionar, a explorar diferentes possibilidades e a desenvolver soluções criativas e inovadoras para os desafios que surgem no ambiente profissional.

Nesse sentido, a habilidade crítica reflexiva é fundamental para que os alunos se tornem profissionais competentes e comprometidos com a sua formação. Essa habilidade permite que os alunos analisem de forma crítica e reflexiva a sua própria prática e a prática dos outros, identificando pontos positivos e negativos e buscando soluções para os problemas encontrados. Além disso, essa habilidade permite que os alunos questionem as práticas estabelecidas, propondo mudanças e inovações que possam contribuir para o desenvolvimento da sua área de atuação. Por fim, é importante destacar que a relação teoria-prática é fundamental para uma formação humana integral na educação profissional. Essa relação permite que os alunos desenvolvam uma visão mais ampla e crítica do mundo do trabalho, compreendendo as suas implicações sociais, políticas e econômicas. Além disso, essa relação permite que os alunos desenvolvam competências técnicas e profissionais de forma integrada, promovendo uma formação mais completa e qualificada.

Finalmente, foi possível identificar como a realização de uma Sequência Didática para suporte no ensino de Física e Matemática, que inclui experimentação de prática com um AGV, pode contribuir significativamente para a formação integral dos alunos da Educação Profissional e Tecnológica. Essa abordagem permitiu os alunos aprenderem de maneira ativa e participativa, colocando-os em contato direto com situações reais e tecnologias do mundo do trabalho que envolvem conhecimentos teóricos e práticos. Verifica-se que a SD proporcionou aprendizado significativo, o incentivo à habilidade crítica reflexiva, a incorporação do mundo do trabalho no cotidiano do aluno e a demonstração da relação teoria-prática.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou desenvolver e analisar qualitativamente uma Sequência Didática que emprega Experimentação prática, no contexto da Educação Profissional e Tecnológica para a formação integral dos alunos. Na Experimentação utilizou-se como Objeto de Aprendizagem um AGV de baixo custo. O AGV realiza movimentos omnidirecionais e foi construído com tecnologias, encontradas no ambiente de trabalho profissional. Para aprender como os movimentos omnidirecionais foram possíveis, realizaram-se cálculos, medições e interpretações que possibilitaram o estudo de conteúdos disciplinares da Física e da Matemática como a trigonometria, Lei de Newton e conceitos como torque, força e deslocamento. O emprego de tecnologias na composição e construção do AGV, apresentou ao aluno um cenário que ele deverá encontrar em sua atuação profissional.

Assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar como um AGV pode ser utilizado como um objeto de aprendizagem em uma sequência didática para o ensino de conteúdos de física e matemática. Por meio dessa abordagem, buscou-se motivar e estimular os alunos ao aprendizado, permitindo que eles pudessem vivenciar na prática os conceitos teóricos abordados em sala de aula.

Verificou-se que a utilização do AGV se mostra como ferramenta educacional relevante, capaz de agregar valor no Ensino e Aprendizagem. Os alunos demonstraram motivação com a Experimentação e que esta foi interessante para complementar seus estudos de Física e Matemática, visto que um grande percentual respondeu gostar destas disciplinas mas tem dificuldades em aprendê-las. As rodas de conversa foram consideradas como importantes ao observar-se o interesse em obter mais informações sobre o experimento e, as atividades em grupo mostraram participação dos indivíduos para a resolução dos cálculos, bem como o trabalho em equipe com a divisão de tarefas durante a apresentação de cálculos efetuados. A Sequência Didática evidenciou-se atrativa, os alunos demonstraram um aprendizado significativo e houve apropriação do conhecimento. Ao realizarem os cálculos e os comprovarem com uma prática e medições, foram desenvolvidas habilidades importantes para a resolução de problemas. As trocas de ideias e informações ainda

continuaram no grupo demonstrando o interesse na investigação e o pensamento crítico. Com a apresentação e o uso do AGV aplicado em situações reais, os alunos evidenciaram que ampliaram seus conhecimentos sobre as tecnologias de construção, as teorias de Física e Matemática presentes nos equipamentos e as aplicações na automação industrial.

ACKNOWLEDGMENT

Os autores agradecem o apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, e ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT).

REFERENCES

- [1] Brasil, "Ministério da Educação. Educação Profissional e Tecnológica (EPT): Saiba o que é a EPT e conheça os principais atores que operam na normatização e na oferta desta modalidade educacional" 2021b. [Online]. Available: <http://portal.mec.gov.br/educacao-profissional-e-tecnologica-ept>. [Acesso em 24 Abril 2023].
- [2] K. MARX, *O Capital: crítica da economia política*, 23 ed., G. E. Record, Ed., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.
- [3] BRASIL, "Presidência da República. Decreto nº 5.154 de 23 de julho de 2004. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências" 2004
- [4] J. T. GALINDO e J. d. S. SOUZA, "Integração Curricular no PROEJA: a experiência do Instituto Federal de Pernambuco" 2010 [Online].
- [5] A. ZABALA, *A prática educativa: como ensinar*, Porto Alegre: Penso, 2014, p. 24.
- [6] L. M. R. TAROUCO, *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*, Porto Alegre: CINTED/UFRGS, 2014.
- [7] M. RAMOS, "Ensino Médio Integrado: da conceitualização à operacionalização", *Cadernos de Pesquisa em Educação*, vol. 19, pp. 15-29, jan/jun 2014b.
- [8] P. FREIRE, *Pedagogia do Oprimido*, 58 ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- [9] J. M. MORÁN, "Mudando a educação com metodologias ativas" Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, 2015.
- [10] G. FRIGOTTO, M. CIAVATTA e M. RAMOS, *Ensino médio integrado: concepções e contradições*, 3º ed., São Paulo, SP: Cortez, 2012.
- [11] D. SAVIANI, "O choque teórico da politécnica" *Trabalho, Educação e Saúde*, vol. 1, nº 1, pp. 131-152, 2003.
- [12] A. C. MACIEL, "MARX E A POLITECNIA, OU: do princípio educativo ao princípio pedagógico" *Revista Exitus*, pp. 85-110, MAI/AGO 2018.
- [13] D. SAVIANI, "Trabalho e Educação: fundamentos ontológicos e históricos" *Revista Brasileira de Educação*, pp. 152-165, 2007.
- [14] E. B. MACIEL, *Metodologia de ensino de física: reflexões e práticas*, 1º ed., Curitiba: InterSaberes, 2022, pp. 47-52.
- [15] N. S. TLALE, "Distributed Control Architecture of an Omni-directional Autonomous Guided Vehicle" *THE SOUTH AFRICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING*, pp. 159-173, 2005.
- [16] VIEIRA, M. C. C. ; GOUVEIA, R. C. ; DIAS, A. L. Interdisciplinary Teaching Activities for High School Integrated to Vocational Education Promoting Reflections on Industry 4.0 Technologies and Their Implication in Society. *Journal of Technical Education and Training*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 75-89, 2022.
- [17] R. Bautista-Montesano, C. Rogel-Hurtado, G. Arzate-Bello and P. Ponce-Cruz, "A Novel Education Program Using Autonomous Ground Vehicles to Develop STEM Skills," 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS), Dortmund, Germany, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/E-TEMS46250.2020.9111823.
- [18] T. LAI, P. YUAN, T. WANG, C. Wang, D. CHEN e Y. LI. "An AGV-based teaching approach on experiments of mechatronics course," em 2014 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2014), Bali, Indonesia, 2014.

- [19] A. SANTOS, A. FERREIRA DA SILVA e M. SILVA, "PRIMUS - Um Robô para o Ensino da Automação" Conference: 5ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, CISCI 2006, 20 Julho 2003.
- [20] R. S. DREGER, "Repositório Digital" 2001, [Online]. Available: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/198639>. [Acesso em 02 Outubro 2022].
- [21] A. AGUILAR, C. LOZOYA, L. ORONA, S. ROMO e A. ROMAN-FLORES, "Campus Kart: An Automated Guided Vehicle to Teach Using a Multidisciplinary Approach" IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 12, nº 4, 11 Novembro 2017.
- [22] E. d. J. S. MARTA, "Development of a small robot prototype for educational purposes" Instituto Politécnico de Bragança. Biblioteca Digital, 2021.
- [23] A. Kerem Erdoğmuş and U. Yayan, "Virtual Robotic Laboratory Compatible Mobile Robots for Education and Research," 2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA), Kocaeli, Turkey, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/INISTA52262.2021.9548503.
- [24] E. L. d. SILVA, Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação, 4º ed., Florianópolis: UFSC, 2005, p. 138.
- [25] T. J. V. M. A. A. C. GUEDES, Projeto de Ensino: aprender fazendo estatística, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005, pp. 1-49.
- [26] L. BARDIN, Análise de conteúdo, G. Almedina, Ed., São Paulo: Edições 70, 2016.
- [27] R. C. SAMPAIO e D. LYCARIÃO, Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação, Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2021.
- [28] E. PACHECO, Institutos Federais: uma Revolução na Educação Profissional e Tecnológica, F. Santillana, Ed., São Paulo: Moderna, 2011.
- [29] J. PIAGET, Development and learning, New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972.
- [30] P. FREIRE, Pedagogia da Autonomia, São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- [31] D. SAVIANI, "O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias" Novas tecnologias, trabalho e educação, 1994.

Fernando Luís Kock é mestre em Educação Profissional e Tecnológica e administrador no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), possui bacharelados em Administração e em Tecnologia Mecânica, Especializações em Gestão da Educação e em Gestão Pública.

Giselle Alves Martins é professora visitante no Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de São Paulo, campus Sertãozinho. Possui Licenciatura em Ciência Biologia e Pedagogia, Mestrado e Doutorado em Ciências. É pesquisadora nas áreas de Educação Profissional e Tecnológica, formação de professores, Interdisciplinaridade e Metodologia de ensino e pesquisa de Ciências.

Andre Luis Dias é professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), possui bacharelado em Engenharia Mecatrônica, Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica. Pesquisador nas áreas de diagnóstico inteligente de falhas em máquinas e processos industriais, redes de comunicação industrial, ferramentas de machine learning e Produção de Recursos Educacionais para EPT.