



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Campus
Cabedelo

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Cabedelo
Pós-Graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica (DocentEPT)

**Núcleo avançado em investigação de falhas mecânicas automotivas: Aplicando a teoria
na prática**

João Luiz de Medeiros Neto

Cabedelo, PB
dezembro / 2023



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Cabedelo
Pós-Graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica (DocentEPT)

Núcleo avançado em investigação de falhas mecânicas automotivas: Aplicando a teoria na prática

João Luiz de Medeiros Neto

Cabedelo, PB
dezembro / 2023

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação – (CIP)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

M488n Medeiros Neto, João Luiz de.

Núcleo avançado em investigação de falhas mecânicas automotivas:
aplicando a teoria na prática / João Luiz de Medeiros Neto – Cabedelo, 2023.
30 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência para
Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientadora: Profª. Ma. Ivana Maria Medeiros de Lima.

1. Intervenção pedagógica. 2. Mecânica automotiva. 3. Falhas automotivas. I.
Titulo.

CDU 37.013:629.33

FOLHA DE APROVAÇÃO

João Luiz de Medeiros Neto

NÚCLEO AVANÇADO EM INVESTIGAÇÃO DE FALHAS MECÂNICAS AUTOMOTIVAS: APLICANDO A TEORIA NA PRÁTICA

Trabalho de conclusão de curso elaborado como requisito parcial avaliativo para a obtenção do título de especialista no curso de Especialização em Docência EPT, campus Cabedelo, e aprovado pela banca examinadora.

Cabedelo, 14 de Dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Profª. Me. Ivana Maria Medeiros de Lima (Orientador) – CPF: 840.927.694-15

Documento assinado digitalmente



DHIEGGO GLAUCIO EVARISTO GOMES NASCIME

Data: 15/04/2024 16:23:29-0300

verifique em <https://validar.itf.gov.br>

Profª. Me. Dhiego Glaucio Evaristo Gomes Nascimento
(Examinador Interno do IFPB)



Profª. Drª. Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça
(Examinador Externo ao IFPB)

RESUMO

A intervenção pedagógica para alunos do curso técnico em mecânica automotiva, denominada "Núcleo Avançado em Investigação de Falhas Mecânicas Automotivas: Aplicando a Teoria na Prática", tem o objetivo de proporcionar uma abordagem prática e aprofundada no entendimento e resolução de problemas mecânicos em veículos automotivos. O programa concentra-se em integrar a teoria aprendida em sala de aula com experiências práticas, desenvolvendo as habilidades essenciais para diagnosticar e corrigir falhas mecânicas, despertando o senso crítico dos futuros profissionais. Durante a intervenção, os alunos participarão de atividades práticas, como estudos de caso, simulações de situações reais e análises de componentes automotivos. Os alunos terão contato com recursos avançados que as oficinas parceiras do projeto proporcionarão, como equipamentos de diagnóstico modernos e tecnologias emergentes na área automotiva. Os participantes terão a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos em situações práticas, aprimorando assim suas habilidades de solução de problemas. Além disso, a intervenção enfatiza a importância da pesquisa na identificação e compreensão das falhas mecânicas, incentivando os alunos a explorarem continuamente as últimas tendências e desenvolvimentos na indústria automotiva. Ao final da intervenção pedagógica, espera-se que os alunos estejam mais bem preparados para enfrentar desafios do mundo real, contribuindo para o avanço da qualidade e eficiência na manutenção de veículos automotivos.

Palavras-chave: Mecânica automotiva. Análise de falhas. Teoria e prática. Diagnóstico avançado. Integração curricular.

ABSTRACT

The pedagogical intervention for students in the automotive mechanics technical course, named "Advanced Center for Automotive Mechanical Failure Investigation: Applying Theory to Practice," aims to provide a practical and in-depth approach to understanding and solving mechanical problems in automotive vehicles. The program focuses on integrating theory learned in the classroom with practical experiences, developing essential skills for diagnosing and correcting mechanical failures while fostering critical thinking in future professionals. During the intervention, students will engage in practical activities such as case studies, simulations of real situations, and analyses of automotive components. They will have access to advanced resources provided by project partner workshops, including modern diagnostic equipment and emerging technologies in the automotive field. Participants will have the opportunity to apply the theoretical knowledge acquired in practical situations, thereby enhancing their problem-solving skills. Moreover, the intervention emphasizes the importance of research in identifying and understanding mechanical failures, encouraging students to continuously explore the latest trends and developments in the automotive industry. By the end of the pedagogical intervention, it is expected that students will be better prepared to face real-world challenges, contributing to the advancement of quality and efficiency in automotive vehicle maintenance.

Keywords: *Automotive mechanics. Failure investigation. Theory and practice. Advanced diagnosis. Curricular integration.*

LISTA DE FÍGURAS

Figura 1- Funcionamento geral do sistema OBD-II	12
Figura 2- Scanner eletrônico automotivo	16
Figura 3 - Funcionamento geral do sistema OBD-II	17
Figura 4 - - Ilustração da unidade de controle eletrônico (ECU)	18
Figura 5 - Ilustração do sistema avançado de assistência ao motorista (ADAS)	19
Figura 6 - Integração de dispositivos (IoT)	22
Figura 7- Alunos aplicando a teoria ministrada em sala de aula em uma atividade prática.....	23
Figura 8 - Atividades do grupo de pesquisa em oficinas especializadas	24
Figura 9 - Desmontagem de caixa de transmissão em ambiente controlado.....	24
Figura 10 - Análise de falha em uma caixa de transmissão mecânica automotiva	25
Figura 11 - Aplicação do conhecimento teórico em análise de falhas no ambiente de trabalho	27
Figura 12 - Aplicação do conhecimento teórico em análise de falhas no ambiente de trabalho	27
Figura 13 - Atividade prática na oficina especializada parceira do grupo de pesquisa.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
2.1. Princípios de Mecânica Automotiva	11
2.2. Tecnologias de Diagnóstico Avançado	16
2.3. Integração Eletrônica e Mecânica	18
2.4. Metodologias de Pesquisa Aplicada	19
2.5. Desenvolvimento Profissional e Tendências da Indústria	20
3. MÉTODO DA PESQUISA	22
4. RESULTADOS DA PESQUISA	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O setor automotivo desempenha um papel significativo na economia do Brasil, sendo responsável por aproximadamente 5% do Produto Interno Bruto (PIB) nos últimos anos. Além disso, contribui com mais de 20% do PIB das indústrias de transformação. (DAUDT; WILLCOX, 2018).

Conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea, 2018), o Brasil abriga 27 empresas dedicadas à fabricação de veículos e 446 indústrias voltadas para a produção de autopeças. Adicionalmente, o setor proporciona emprego para aproximadamente meio milhão de trabalhadores de maneira direta e cerca de 1,3 milhão de pessoas de forma indireta. Essa indústria possui uma capacidade instalada de cinco milhões de veículos. De acordo com a Organização Internacional dos Construtores de Automóveis (OICA - Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles), o Brasil figura como o décimo maior produtor global e o oitavo maior mercado consumidor do mundo (OICA, 2018).

Neste cenário dinâmico da tecnologia automotiva, a busca pela excelência em diagnósticos mecânicos permanece primordial. À medida que os veículos se tornam mais sofisticados, a habilidade de identificar e solucionar falhas mecânicas com precisão torna-se uma competência altamente requisitada. Este artigo explora a concepção e implementação do "Núcleo Avançado em Investigação de Falhas Mecânicas Automotivas", uma iniciativa especializada destinada a integrar de forma fluida o conhecimento teórico com a aplicação prática.

A indústria automotiva não se resume apenas à potência do motor e designs elegantes, mas também à intrincada ciência de compreender e resolver minúcias mecânicas. Este núcleo avançado busca atender a essa demanda, criando um ambiente abrangente de aprendizado para estudantes na área de mecânica automotiva. O foco distintivo do núcleo está na integração de conceitos teóricos estudados em salas de aula tradicionais com experiências práticas do mundo real, promovendo uma compreensão holística das complexidades envolvidas no diagnóstico e correção de falhas mecânicas.

Através de uma combinação metódica de ideias teóricas e cenários práticos, os estudantes não são apenas ensinados a identificar falhas; eles são imersos em um ambiente onde

podem aplicar seus conhecimentos em situações simuladas do mundo real. Essa abordagem garante que a lacuna entre teoria e prática seja superada de maneira eficaz, capacitando os estudantes com habilidades avançadas de diagnóstico essenciais para o cenário automotivo contemporâneo.

Ao explorarmos as facetas desta iniciativa educacional inovadora, iremos descobrir as metodologias empregadas, as experiências práticas oferecidas e o impacto transformador idealizado para os estudantes. O "Núcleo Avançado em Investigação de Falhas Mecânicas Automotivas" se destaca como um testemunho do compromisso em formar técnicos automotivos habilidosos, capazes de navegar na intrincada teia das minúcias mecânicas nos veículos de hoje e do futuro.

O presente artigo tem o objetivo de descrever a intervenção pedagógica no curso técnico em mecânica automotiva de uma escola privada técnica de nível médio situada na cidade de João Pessoa na Paraíba.

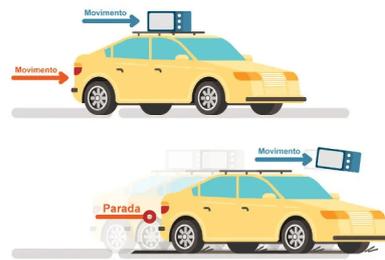
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1.Princípios de Mecânica Automotiva

Os princípios fundamentais que regem a mecânica automotiva são essenciais para compreender o funcionamento intrincado dos veículos. Um dos pilares centrais é fundamentado nas leis do movimento de Newton, proporcionando uma base teórica para compreender como os objetos se movem sob a influência de forças. Estas leis são cruciais na análise da dinâmica dos veículos, particularmente em situações de aceleração, desaceleração e curvas.

A primeira lei, conhecida como Lei da Inércia, postula que um objeto permanecerá em repouso ou em movimento constante a menos que uma força externa atue sobre ele. De acordo com HALLIDAY (2023) Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração. No contexto automotivo, isso significa que um veículo em repouso permanecerá imóvel a menos que uma força, como a aplicação dos freios, seja exercida, enquanto um veículo em movimento persistirá em seu trajeto, a menos que forças externas, como a resistência do ar, modifiquem seu estado.

Figura 1- Funcionamento geral do sistema OBD-II



Fonte: MUNDO E EDUCAÇÃO (2023)

A segunda lei, também chamada de Lei Fundamental da Dinâmica, estabelece uma relação entre a força aplicada a um objeto, sua massa e a aceleração resultante. De acordo com HALLIDAY (2023) a força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração. Na mecânica automotiva, essa lei é fundamental para compreender como diversas forças, como o torque do motor e a resistência do atrito, influenciam o movimento e a aceleração de um veículo.

A terceira lei, que trata da Ação e Reação, postula que para cada ação há uma reação de igual magnitude, mas em direção oposta. De acordo com HALLIDAY (2023) Quando existe a interação entre dois corpos, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos. No universo dos veículos automotivos, isso implica que as forças de interação entre o veículo e a superfície da estrada, como as exercidas pelos pneus, geram uma resposta correspondente que impulsiona o veículo para frente. Essas leis de Newton são fundamentais não apenas para entender o movimento dos veículos, mas também para o desenvolvimento de tecnologias automotivas, incluindo aprimoramentos de eficiência, segurança e desempenho.

Outro princípio chave reside na termodinâmica dos motores de combustão interna, que opera sob ciclos específicos e envolve transferência de calor. Compreender estes princípios é crucial para avaliar o desempenho dos motores, eficiência e emissões. Além disso, os sistemas de transmissão e os mecanismos de engrenagens são essenciais para transmitir a potência gerada pelo motor para as rodas, com os princípios de mecânica de engrenagens sendo vitais para compreender as diferentes relações de marchas.

A primeira lei da termodinâmica, o princípio da conservação de energia, destaca que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Ainda de acordo com MOREIRA (2023) a energia de um sistema não pode ser criada, nem destruída, porém permanece constante. Aplicado aos motores de combustão interna, isso significa que parte da

energia liberada pela queima de combustível é convertida em trabalho mecânico para impulsionar o veículo.

A segunda lei da termodinâmica é crucial para entender a eficiência dos motores. Ela postula que, em qualquer processo, a entropia total do sistema e de seus arredores aumenta, indicando a tendência natural para a desordem. Ainda de acordo com MOREIRA (2023), A Segunda Lei da Termodinâmica representa uma ferramenta teórica altamente eficaz, apontando as orientações nas quais os processos termodinâmicos espontâneos podem se desenrolar. Além disso, estabelece limites teóricos para os processos cíclicos de conversão de calor em trabalho, como observado em máquinas térmicas que operam de maneira contínua em ciclos termodinâmicos. Isso é relevante nos motores de combustão interna, onde a eficiência térmica é afetada pela perda de energia em forma de calor para o ambiente. Estratégias de otimização visam minimizar essas perdas, aumentando assim a eficiência global do motor.

Os ciclos termodinâmicos dos motores de combustão interna, geralmente representado pelo ciclo Otto para motores a gasolina e o ciclo Diesel para motores a diesel, descreve as mudanças de pressão, temperatura e volume que ocorrem durante a operação do motor. Esses ciclos são fundamentais para entender o desempenho e as características operacionais dos motores, proporcionando uma base teórica para o projeto e aprimoramento contínuo desses sistemas.

A dinâmica de veículos e sistemas de suspensão também desempenham um papel crucial na estabilidade e segurança automotiva. A interação entre suspensão, direção e pneus é estudada para garantir um desempenho equilibrado durante a condução. Além disso, compreender os princípios de frenagem é vital para garantir a segurança, com a transferência de energia cinética para calor sendo um aspecto fundamental nesse contexto.

Os motores são dispositivos complexos compostos por componentes estacionários e móveis, cuja interação coordena o processo de transformação de energia. Os componentes estacionários, geralmente integrados ao bloco do motor, incluem o bloco de cilindros e a cabeça do cilindro. O bloco de cilindros abriga os cilindros nos quais os pistões se movem, enquanto a cabeça do cilindro contém válvulas, responsáveis pelo fluxo de ar e combustível para os cilindros, e as velas de ignição, que iniciam a combustão.

Por outro lado, os componentes móveis compreendem peças essenciais que se movem durante o ciclo de funcionamento do motor. Os pistões são partes cruciais que se deslocam para cima e para baixo nos cilindros, comprimindo a mistura de ar e combustível. As bielas conectam os pistões ao virabrequim, transmitindo o movimento vertical para o movimento rotativo. O virabrequim é um componente chave, convertendo o movimento linear dos pistões em um movimento rotativo que impulsiona o veículo.

Além desses, o sistema de distribuição, que inclui a correia ou corrente de distribuição, sincroniza o movimento das válvulas com o movimento dos pistões, garantindo uma operação precisa e eficiente. O cárter é um componente estacionário que abriga o óleo lubrificante, essencial para reduzir o atrito e o desgaste dos componentes móveis.

O quadro 1 informa a função básica de cada parte constituinte do motor de combustão interna e especifica os componentes fixos e móveis do motor. Tal informação é importante para iniciar as intervenções práticas nos motores dos veículos que estão nas oficinas parceiras para manutenção.

Quadro 1 – Função Básica de cada parte constituinte do motor de combustão interna

COMPONENTES ESTACIONÁRIOS	Bloco	<i>Trata-se do Motor propriamente dito.</i>
	Cabeçote	<i>Serve como tampa dos cilindros, local do PMS no qual o pistão comprime a mistura ar combustível.</i>
	Cárter	<i>Tampa inferior do bloco. Local onde está depositado óleo lubrificante.</i>
	Coletor de Admissão	<i>Armazena a mistura e distribui aos cilindros.</i>
	Coletor de Escape	<i>Armazena os gases queimados antes de lançá-los à atmosfera através do tubo de escape.</i>
COMPONENTES MÓVEIS	Bielas	<i>Elemento mecânico (braço) que faz a ligação entre o pistão e o virabrequim.</i>
	Pistão/ Anel	<i>Pistão: É a peça móvel da câmara de combustão. Recebe a força resultante da combustão dos gases, transmitindo-a a biela. Anéis: Compensam a folga entre o cilindro e o pistão.</i>
	Virabrequim	<i>É o eixo motor propriamente dito. Seu movimento é realizado através da força transmitida pela biela.</i>
	Eixo de Comando de Válvulas	<i>Accionado pelo virabrequim, por meio de engrenagem, corrente ou correia-dentada, possui a função de abrir as válvulas de admissão e escape.</i>
	Válvulas	<i>Válvula de Admissão: permite a entrada da mistura na câmara (interior do cilindro). Válvula de Escape: permite a evacuação dos gases queimados da combustão.</i>
	Conjunto de acionamento das válvulas	<i>Trata-se do tucão e uma haste, a qual o interliga ao balancim.</i>
	Polia e anti-vibrador	<i>Transmite, por meio de correia, o giro do virabrequim ao alternador e à bomba e absorve as vibrações.</i>
COMPONENTES MÓVEIS	Bomba de óleo	<i>Mecanismo que envia o óleo do cárter aos pontos do motor em que se faz necessária lubrificação.</i>
	Bomba d'água	<i>Responsável pelo arrefecimento do motor. Mecanismo destinado a circulação de água pelo motor e radiador.</i>
	Balancim	<i>Elemento que atua diretamente sobre a válvula</i>

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2018)

A introdução da eletrônica automotiva como um princípio central destaca a importância crescente da tecnologia nos veículos modernos. Compreender os princípios de funcionamento de sensores, atuadores e unidades de controle eletrônico (ECUs) é fundamental para diagnosticar e solucionar problemas eletrônicos em veículos. Outras considerações sobre eficiência energética e controle de emissões refletem uma abordagem mais contemporânea, abrangendo a otimização da combustão, sistemas de injeção eletrônica e tecnologias para redução de emissões, em linha com as crescentes preocupações ambientais.

Esses princípios básicos quando inter-relacionados formam a base sólida do conhecimento necessário para profissionais da mecânica automotiva entenderem e interverem na manutenção, diagnóstico e reparo cada vez mais eficazes dos veículos automotivos.

2.2. Tecnologias de Diagnóstico Avançado

As tecnologias de diagnóstico avançado desempenham um papel crucial na moderna mecânica automotiva, proporcionando uma abordagem mais precisa, eficiente e rápida para identificar e solucionar problemas nos veículos. Com a crescente complexidade dos sistemas automotivos, a dependência dessas tecnologias tornou-se fundamental para garantir um diagnóstico preciso e uma manutenção eficaz.

Os scanners eletrônicos são uma peça central das tecnologias de diagnóstico avançado. Esses dispositivos conectam-se aos sistemas eletrônicos dos veículos, permitindo a leitura de códigos de falha, o monitoramento de parâmetros em tempo real e até mesmo a realização de testes específicos. Eles oferecem uma visão aprofundada dos sistemas do veículo, permitindo aos técnicos identificar rapidamente anomalias e falhas.

Figura 2- Scanner eletrônico automotivo



Fonte: NAKATA (2023)

A principal função de um scanner automotivo é conectar-se à porta de diagnóstico a bordo (OBD-II) de um veículo, que é padronizada na maioria dos carros fabricados a partir de meados da década de 1990. A tecnologia OBD - sigla em inglês para On-Board Diagnostics - é um sistema padronizado de diagnóstico embarcado que visa adquirir informações provenientes dos sensores e dados diagnósticos da Unidade de Controle Eletrônico (ECU) do veículo (MALEKIAN et al., 2017). Ao conectar o scanner, os usuários podem acessar e interpretar os códigos de diagnóstico (DTCs) gerados pelos computadores a bordo do veículo em resposta a problemas detectados nos diferentes sistemas, como o motor, transmissão, freios, sistema de combustível e outros.



Fonte: AZEVEDO (2023)

Além da leitura de códigos de falha, muitos scanners automotivos avançados oferecem recursos adicionais, como visualização de dados em tempo real, que permite monitorar parâmetros importantes do veículo enquanto ele está em funcionamento. Isso pode incluir informações sobre a temperatura do motor, velocidade do veículo, pressão do combustível e muito mais.

Com o avanço da tecnologia, alguns scanners automotivos também oferecem recursos de conectividade sem fio e integração com aplicativos de smartphone, facilitando o acesso às informações de diagnóstico. Essas ferramentas são essenciais para garantir o bom funcionamento e a confiabilidade dos veículos modernos, que dependem cada vez mais de sistemas eletrônicos complexos.

Além disso, as tecnologias de diagnóstico avançado incluem ferramentas de escopo automotivo, que possibilitam a visualização gráfica de sinais elétricos e eletrônicos nos sistemas do veículo. Isso é particularmente valioso para diagnosticar problemas elétricos e eletrônicos complexos, proporcionando uma compreensão visual que vai além dos simples códigos de falha.

A integração de inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina na área de diagnóstico automotivo representa uma evolução significativa. Sistemas baseados em IA podem analisar grandes volumes de dados de sensores e históricos de falhas para identificar padrões, antecipar problemas potenciais e até mesmo sugerir soluções. Isso não apenas agiliza o processo de diagnóstico, mas também contribui para a prevenção de falhas antes que se tornem críticas.

Tecnologias de diagnóstico avançado não se limitam apenas a hardware. Softwares especializados desempenham um papel fundamental, fornecendo interfaces intuitivas e análises avançadas. Esses softwares facilitam a interpretação dos dados coletados, permitindo aos técnicos realizar diagnósticos mais precisos e eficientes.

Portanto, as tecnologias de diagnóstico avançado revolucionaram a maneira como os profissionais da mecânica automotiva abordam os problemas nos veículos. A capacidade de acessar informações detalhadas, analisar dados em tempo real e empregar técnicas avançadas de IA não apenas acelera o processo de diagnóstico, mas também eleva a qualidade e a precisão das intervenções de manutenção. Isso resulta em benefícios significativos, tanto para os técnicos quanto para os proprietários de veículos, garantindo uma abordagem mais eficiente e eficaz para a manutenção automotiva.

2.3.Integração Eletrônica e Mecânica

A integração eletrônica e mecânica representa uma mudança significativa no panorama da indústria automotiva, transformando a forma como os veículos são projetados, operados e mantidos. Essa convergência entre sistemas eletrônicos e mecânicos é um aspecto distintivo dos veículos modernos e tem implicações profundas em vários aspectos da engenharia automotiva.

Uma área crucial dessa integração é a gestão eletrônica do motor. Os veículos contemporâneos são equipados com unidades de controle eletrônico (ECUs) que monitoram e ajustam continuamente o desempenho do motor com base em vários parâmetros, como temperatura, pressão do ar e posição do acelerador. De acordo com DIAS (2022), a ECU - É a peça integrante do sistema de controle do motor do veículo encarregada de monitorar todos os seus componentes e suas operações para aprimorar eficientemente seu rendimento. Isso não só otimiza a eficiência do combustível, mas também melhora as emissões e o desempenho geral do veículo.

Figura 4 - - Ilustração da unidade de controle eletrônico (ECU)



Fonte: Auto elétrica & Auto peças Estância (2023)

Os sistemas de transmissão automática também experimentaram uma transformação significativa com a integração eletrônica. As transmissões automáticas modernas dependem

fortemente de solenoides e sensores eletrônicos para controlar as mudanças de marcha, proporcionando uma experiência de condução mais suave e eficiente.

Outro exemplo claro de integração eletrônica e mecânica está nos sistemas de suspensão eletrônica. Sensores eletrônicos monitoram constantemente as condições da estrada e o comportamento do veículo, permitindo que os sistemas de suspensão ajustem automaticamente a rigidez das molas e amortecedores para otimizar o conforto e a estabilidade.

Além disso, a integração eletrônica e mecânica é evidente nos sistemas avançados de assistência ao motorista (ADAS). Sensores, câmeras e radares coletam dados em tempo real para apoiar funções como controle de cruzeiro adaptativo, alerta de colisão e assistência de estacionamento. Esses sistemas não apenas melhoram a segurança, mas também prenunciam o advento da condução autônoma.

Figura 5 - Ilustração do sistema avançado de assistência ao motorista (ADAS)



Fonte: ESSS (2023)

No contexto da manutenção automotiva, a integração eletrônica e mecânica demanda que os técnicos possuam habilidades tanto em diagnóstico eletrônico quanto em reparo mecânico tradicional. Softwares avançados de diagnóstico e equipamentos especializados são essenciais para interpretar dados eletrônicos e solucionar problemas nos veículos modernos.

Em suma, a integração eletrônica e mecânica é uma tendência irreversível na indústria automotiva, proporcionando benefícios substanciais em termos de eficiência, desempenho e segurança dos veículos. No entanto, também impõe desafios significativos, exigindo uma abordagem holística e habilidades multidisciplinares por parte dos profissionais da mecânica automotiva.

2.4. Metodologias de Pesquisa Aplicada

As metodologias de pesquisa aplicada desempenham um papel crucial no desenvolvimento de soluções práticas e na compreensão aprofundada de problemas específicos na mecânica automotiva. Através da aplicação sistemática de métodos como estudos de caso, simulações realistas, análises de componentes automotivos, coleta e análise de dados empíricos, e prototipagem rápida, profissionais e pesquisadores podem aprimorar seu conhecimento e habilidades no diagnóstico e resolução de falhas mecânicas.

Os estudos de caso fornecem uma oportunidade para uma análise detalhada de situações reais de falhas em veículos, permitindo a identificação de causas e a avaliação das soluções implementadas. Simulações realistas, por sua vez, criam ambientes controlados para testar teorias e estratégias de resolução de problemas, sendo particularmente valiosas para treinamento prático e análise de diferentes cenários.

A desmontagem e análise minuciosa de componentes automotivos representam uma abordagem prática para identificar desgastes, defeitos de fabricação e outros problemas subjacentes. A coleta e análise de dados empíricos, seja por meio de sensores em veículos ou instrumentação especializada, contribuem para uma abordagem baseada em evidências, possibilitando a compreensão de padrões de falhas e a implementação de estratégias mais eficazes.

Além disso, a prototipagem rápida surge como uma abordagem dinâmica, especialmente relevante quando novas tecnologias ou métodos de reparo estão sendo explorados. Essa metodologia permite ajustes rápidos e iterações no processo, contribuindo para a inovação e a melhoria contínua.

Em conjunto, essas metodologias proporcionam uma estrutura abrangente para a pesquisa aplicada em falhas mecânicas automotivas. Capacitam profissionais da mecânica automotiva a enfrentar desafios do mundo real, refinando suas práticas com base em evidências e experiências práticas, contribuindo assim para o avanço contínuo na eficiência e confiabilidade da manutenção automotiva.

2.5.Desenvolvimento Profissional e Tendências da Indústria

O desenvolvimento profissional na indústria automotiva é uma necessidade constante, impulsionada pelas evoluções tecnológicas, mudanças nas demandas do mercado e a complexidade crescente dos veículos. Profissionais da mecânica automotiva precisam acompanhar as tendências da indústria para se manterem relevantes e capacitados.

Conforme Muraki (2019), a indústria 4.0 é um conceito recentemente apresentado, abrangendo as principais inovações tecnológicas nos domínios de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos procedimentos de manufatura. Por meio de Sistemas Ciber-Físicos, Internet das Coisas e Internet dos Serviços, observa-se uma tendência para que os processos produtivos se tornem cada vez mais eficientes, autônomos e adaptáveis.

A indústria 4.0 é utilizado por uma parte da literatura especializada para se referir à Quarta Revolução Industrial. Embora não haja consenso sobre uma designação específica para o fenômeno, existe concordância quanto ao que esse fenômeno contemporâneo engloba: um conjunto de tecnologias provenientes de diversos campos, mas que podem ser implementadas de forma integrada, alcançando capacidades sistêmicas inéditas. Com essas inovações tecnológicas, espera-se aprimorar a eficiência operacional, resultantes da interconexão entre elas (HOLT, 2017).

Com o aumento da eletrificação dos veículos, incluindo carros elétricos e híbridos, é imperativo que os profissionais adquiram habilidades em sistemas elétricos, baterias e tecnologias associadas. Isso engloba desde o diagnóstico até a manutenção de componentes eletrônicos, além da compreensão das complexidades dos sistemas de propulsão elétrica.

A crescente conectividade em veículos exige conhecimentos em tecnologia da informação. Profissionais precisam entender sistemas de infotainment, diagnóstico remoto, atualizações de software e cibersegurança veicular. A integração de dispositivos IoT (Internet das Coisas) também está se tornando uma parte significativa do cenário automotivo.

Figura 6 - Integração de dispositivos (IoT)



Fonte: iStock (2023)

A utilização de sensores e dados para a manutenção preditiva está se tornando cada vez mais comum. Profissionais da mecânica automotiva precisam desenvolver habilidades em análise de dados e interpretação de informações geradas por sistemas de diagnóstico avançado, proporcionando uma abordagem proativa na identificação de falhas.

Embora os veículos totalmente autônomos ainda estejam em fase de desenvolvimento, sistemas avançados de assistência ao motorista (ADAS) já estão em uso. Profissionais devem entender esses sistemas e estar preparados para a transição gradual para a autonomia. Isso inclui conhecimentos em sensores, radar, visão computacional e lógica de controle.

A indústria automotiva está cada vez mais voltada para a sustentabilidade. Profissionais devem estar atualizados sobre tecnologias relacionadas a motores mais eficientes, veículos com menor pegada de carbono, e métodos de reciclagem de componentes automotivos.

Com as mudanças na indústria, a interação com clientes tornou-se mais crítica. Desenvolver habilidades interpessoais, comunicação eficaz e um entendimento profundo das necessidades do cliente são essenciais para o sucesso profissional na área.

Além disso, as mudanças nas regulamentações e normas da indústria automotiva ocorrem regularmente. Profissionais da mecânica automotiva devem acompanhar essas mudanças para garantir que suas práticas estejam em conformidade e para entender as implicações das novas diretrizes na manutenção e reparo de veículos.

3. MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia empregada no presente estudo visa proporcionar uma abordagem abrangente para a investigação e resolução de falhas mecânicas em veículos. O núcleo avançado proposto busca integrar o conhecimento teórico adquirido em sala de aula com aplicações práticas, capacitando os alunos do curso técnico em mecânica automotiva.

A proposta inovadora do projeto visa transcender os tradicionais parâmetros de uma visita técnica, visando não apenas identificar falhas mecânicas em veículos automotivos, mas também realizar essa análise por meio da aplicação de conceitos físicos. O objetivo é estabelecer uma abordagem mais abrangente, onde a interação e participação ativa dos estudantes no grupo de pesquisa sejam fomentadas, tornando o processo mais holístico e enriquecedor.

Figura 7- Alunos aplicando a teoria ministrada em sala de aula em uma atividade prática



Fonte: acervo do autor (2023)

Devido a necessidade do uso de equipamentos mais sofisticados, o projeto contou com a colaboração de oficinas especializadas que desempenham um papel fundamental no enriquecimento das iniciativas oferecidas na escola técnica do projeto modelo em questão. Ao proporcionar aos alunos a oportunidade de imersão em ambientes reais de trabalho, essas parcerias complementam de maneira essencial os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula. A aplicação prática dos conceitos teóricos é facilitada, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades específicas, como diagnóstico de problemas e reparo de sistemas automotivos, ao mesmo tempo em que têm acesso a equipamentos e tecnologias automotivas de ponta presentes nas oficinas.

Figura 8 - Atividades do grupo de pesquisa em oficinas especializadas



Fonte: acervo do autor (2023)

Um dos principais componentes dessa metodologia é a realização de estudos de caso detalhados. Esses estudos envolvem a análise aprofundada de situações reais de falhas em veículos, desde a identificação das causas até a implementação das soluções. Essa abordagem prática permite aos alunos desenvolverem habilidades de diagnóstico e resolução de problemas em um ambiente controlado.

A figura a seguir mostra a realização do desmonte de uma caixa de transmissão automotiva com o intuito de analisar possíveis falhas em componentes como engrenagens e eixos. Após a atividade, os alunos elaboraram um relatório de diagnóstico de falhas.

Figura 9 - Desmontagem de caixa de transmissão em ambiente controlado.



Fonte: acervo do autor.

Além disso, a metodologia incorpora simulações de situações práticas, proporcionando aos alunos a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos em ambientes simulados. Isso inclui a utilização de ferramentas de simulação de falhas mecânicas, permitindo que os alunos pratiquem e aprimorem suas habilidades sem a necessidade de veículos reais.

Atividades práticas, como a desmontagem e análise de componentes automotivos, também são parte integrante da metodologia. Os alunos participarão de sessões práticas para examinar detalhadamente diferentes peças e sistemas, identificando padrões de desgaste, falhas de fabricação e outros problemas mecânicos.

Após uma minuciosa análise da peça que evidencia a falha, os estudantes do curso técnico se dedicarão à elaboração de relatórios especializados, abordando distintos tipos de falhas. Ao término do período letivo, esses relatórios serão refinados e transformados em artigos técnicos destinados à publicação no meio acadêmico e profissional.

Figura 10 - Análise de falha em uma caixa de transmissão mecânica automotiva



Fonte: acervo do autor.

A coleta e análise de dados empíricos durante as intervenções práticas também são incorporadas. Isso inclui o uso de equipamentos de diagnóstico modernos para monitorar parâmetros específicos dos veículos, proporcionando uma base sólida para a compreensão das condições operacionais e a identificação de anomalias.

A aplicação de recursos avançados, como equipamentos de diagnóstico modernos e tecnologias emergentes na área automotiva, é um elemento central da metodologia. Isso garante

que os alunos estejam familiarizados com as ferramentas e tecnologias que encontrarão no ambiente profissional, preparando-os para os desafios do setor.

A metodologia também promove a integração curricular, garantindo que os conhecimentos teóricos sejam aplicados de maneira prática e interdisciplinar. Isso é realizado através da coordenação entre disciplinas teóricas e práticas, garantindo uma abordagem holística no desenvolvimento das habilidades dos alunos.

A tática de aprendizagem através da imersão ou excursão técnica envolve uma investigação direta do ambiente natural e social no qual o aluno está integrado, buscando abordar uma problemática específica de maneira interdisciplinar. Estabelece oportunidades para o envolvimento com a realidade e facilita a aquisição de conhecimentos de maneira imediata, por meio da experiência vivenciada.

Portanto, a metodologia adotada no núcleo avançado visa criar uma experiência de aprendizado completa e integrada, capacitando os alunos a aplicarem efetivamente a teoria na prática. O enfoque em estudos de caso, simulações, atividades práticas e a utilização de recursos avançados reflete o compromisso em preparar os futuros profissionais da mecânica automotiva para enfrentar os desafios do mundo real de forma competente e inovadora.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

Os resultados da pesquisa conduzida no âmbito do presente artigo evidenciam avanços notáveis no desenvolvimento de habilidades práticas por parte dos alunos participantes. Os estudos de caso realizados demonstraram de maneira consistente a capacidade dos alunos em diagnosticar com precisão as causas de falhas mecânicas específicas, evidenciando a eficácia da abordagem adotada.

A instituição em que o presente projeto de pesquisa foi desenvolvido não foi citado no trabalho devido a falta de autorização com relação ao direito de imagem. O que pode ser mencionado é que é uma escola técnica de nível e o curso é o curso técnico em mecânica automotiva.

Figura 11 - Aplicação do conhecimento teórico em análise de falhas no ambiente de trabalho



Fonte: acervo do autor

A aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula também se revelou bem-sucedida, indicando que a integração entre teoria e prática foi efetiva. Os alunos demonstraram uma compreensão aprofundada dos conceitos mecânicos ao enfrentar desafios práticos, sugerindo que a metodologia implementada promoveu uma aprendizagem sólida e aplicável.

Figura 12 - Aplicação do conhecimento teórico em análise de falhas no ambiente de trabalho



Fonte: O próprio autor.

A análise detalhada de componentes automotivos durante as atividades práticas resultou em um notável aprimoramento nas habilidades dos alunos em identificar desgastes, defeitos de fabricação e outros problemas mecânicos. Isso destaca a eficácia da metodologia na capacitação dos participantes para abordagens analíticas na resolução de falhas.

A introdução de recursos avançados, como equipamentos de diagnóstico modernos e tecnologias emergentes na área automotiva, foi percebida positivamente pelos alunos. Os resultados indicam que os participantes assimilaram eficientemente essas ferramentas, indicando uma preparação adequada para as demandas tecnológicas crescentes da indústria.

A integração curricular entre disciplinas teóricas e práticas recebeu destaque nos resultados, mostrando que essa abordagem interdisciplinar contribuiu para uma compreensão holística e prática dos conceitos teóricos. A coordenação entre diferentes disciplinas proporcionou uma aplicação mais efetiva dos conhecimentos adquiridos, preparando os alunos de maneira abrangente.

Além disso, o feedback positivo recebido dos participantes reforça a aceitação favorável da metodologia adotada. Os alunos expressaram satisfação com a relevância prática das atividades, reconhecendo a utilidade do programa na preparação para desafios reais na indústria automotiva. Esses resultados consolidam a eficácia do núcleo avançado no aprimoramento das habilidades e conhecimentos dos alunos.

Figura 13 - Atividade prática na oficina especializada parceira do grupo de pesquisa



Fonte: O próprio autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas considerações finais deste estudo, destaca-se a significativa contribuição para o desenvolvimento prático e teórico dos alunos do curso técnico em mecânica automotiva. A metodologia implementada mostrou-se eficaz na promoção de uma integração coesa entre os conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula e as aplicações práticas no campo automotivo.

Os resultados evidenciam não apenas o crescimento nas habilidades práticas dos alunos, como também a sua habilidade de aplicar conceitos teóricos de forma precisa e eficaz na resolução de problemas mecânicos. A abordagem de estudos de caso, simulações realistas e análises de componentes automotivos se revelou crucial para o desenvolvimento de uma compreensão holística das complexidades envolvidas na investigação e resolução de falhas.

A análise detalhada de componentes automotivos durante as atividades práticas demonstrou ser um ponto forte da metodologia, proporcionando aos alunos uma experiência prática na identificação de desgastes, defeitos e outras questões mecânicas. Esse enfoque contribuiu para o desenvolvimento de uma abordagem analítica essencial para os desafios enfrentados na indústria automotiva.

A introdução de recursos avançados, como equipamentos de diagnóstico modernos, reflete o compromisso do núcleo avançado em manter-se atualizado com as demandas tecnológicas emergentes. Os resultados indicam que os alunos se adaptaram eficientemente a essas ferramentas, preparando-se adequadamente para as complexidades tecnológicas do setor automotivo.

A integração curricular bem-sucedida entre disciplinas teóricas e práticas fortaleceu a abordagem educacional, garantindo uma aplicação mais efetiva dos conhecimentos adquiridos. Essa sinergia entre teoria e prática não apenas enriqueceu a experiência educacional, mas também preparou os alunos para desafios interdisciplinares no campo da mecânica automotiva.

Em suma, este estudo ressalta que o núcleo avançado não apenas cumpriu seus objetivos educacionais, mas também superou as expectativas ao proporcionar aos alunos uma formação abrangente e prática. Os resultados positivos refletem não apenas a eficácia da metodologia, mas também o comprometimento em preparar profissionais competentes e inovadores para a indústria automotiva em constante evolução.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA – Associação Nacional Dos Fabricantes De Veículos Automotores. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2018. São Paulo, 2018.

AUTO ELÉTRICA AUTO PEÇAS ESTÂNCIA. Módulos Automotivos (ECU). Disponível em: <https://auto-eletrica-auto-pecasestancia.webnode.page/modulos-automotivos-ecu/>. Acesso em: 27 nov. 2023.

AHRENS, M. U.S. Trends and Patterns of U.S. Fire Loss. NFPA, jan. 2017. 21 f.

AZEVEDO, M. B. Arquitetura de veículos conectados: da captura à análise de dados. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Natal, 2023.

DIAS, M. C. d. S. Monitoramento e controle de motores de combustão interna: um estudo de caso do motor VW EA211. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

DIAS, B. M. D. A. et al. Model-based development of an engine control module for a spark ignition engine. *IEEE Access*, v. 6, p. 53638–53649, 2018.

DAUDT, Gabriel Marino; WILLCOX, Luiz Daniel. Indústria. In: PUGA, Fernando Pimentel; CASTRO, Lavínia Barros de (Org.). *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta*. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. p. 183-208.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. *Confiabilidade e manutenção industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 259 p.

GIANG, N. K. et al. Developing IoT applications in the fog: A distributed dataflow approach. In: *2015 5th International Conference on the Internet of Things (IOT)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 155–162.

GUBBI, J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. 12. ed. Rio de Janeiro:

LTC, 2023. v. 1.

HOLT, N. Welcome to the Revolution – The I4.0 concept becomes reality. AMS, United States, 2017.

iStock. Fotografia ou Ilustração. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MALEKIAN, R. et al. Design and implementation of a wireless OBD II fleet management system. IEEE Sensors Journal, v. 17, n. 4, p. 1154–1164, 2017.

MOREIRA, José Roberto Simões (Org.). Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética. 2. ed. [2ª reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. As Leis de Newton. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/as-leis-newton.htm>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MURAKI. Indústria 4.0, 2019. Disponível em: <http://www.muraki.org.br/o-que-e-industria-4.0-e-como-ela-vai-impactar-o-mundo/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Nakata. Scanner Automotivo. Disponível em: <https://blog.nakata.com.br/scanner-automotivo/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

OICA. 2018 Production Statistics. 2022. Disponível em: <https://www.oica.net/category/production-statistics/2018-statistics/>. Acesso em: 11 out. 2022.

SAE on the world. 2022. Disponível em: <https://www.sae.org/about/>. Acesso em: 20 set. 2023.

SOCIETY OF AUTOMOMOTIVE ENGINEERS. SAE J1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA), 2009.

RODRIGUES, N. F. Diagnóstico de Falha de Ignição em Veículos Automotivos através de Vibração de Smartphone. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade

Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

ESSS. Acelere: Sistemas Avançados de Assistência ao Condutor (ADAS) e Desenvolvimento de Veículos Autônomos com Simulação. Disponível em: <https://www.esss.co/blog/accelere-sistemas-avancados-de-assistencia-ao-condutor-adas-e-desenvolvimento-de-veiculos-autonomos-com-simulacao/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VASCONCELLOS, J. O automóvel como é feito como funciona. 4. ed. Porto: Domingos Barreira, 1935. 671 p.