**Trilha 1: Teorias e Desenvolvimento**

**Modelo Integrado de Maturidade em Transformação Digital e Gestão do Conhecimento Aplicado à Engenharia da Qualidade de Fornecedores Automotivos Nível 1**

*Integrated Model of Digital Transformation Maturity and Knowledge Management Applied to Quality Engineering of Tier 1 Automotive Suppliers*

**Sergio Pedroso**

Pós-graduação em Engenharia da Qualidade. MWM – Brasil.

[sergio.pedroso@mwm.com.br](mailto:sergio.pedroso@mwm.com.br)

**Domingos Edvar da Silva Junior**

Pós-graduação em Engenharia da Qualidade. MWM – Brasil.

[domingos.junior@mwm.com.br](mailto:domingos.junior@mwm.com.br)

**Luis Soares Teixeira**

Engenheiro de Processos. MWM – Brasil.

[luis.teixeira@mwm.com.br](mailto:luis.teixeira@mwm.com.br)

**Osvaldo Gobo Junior**

Engenheiro Mecânico. MWM – Brasil.

[osvaldo.junior@mwm.com.br](mailto:osvaldo.junior@mwm.com.br)

**Everton Ignes Cantante**

Engenheiro Mecânico. MWM – Brasil.

[everton.cantante@mwm.com.br](mailto:everton.cantante@mwm.com.br)

**RESUMO**

A indústria automotiva vem passando por intensas mudanças estruturais impulsionadas pela transformação digital. No entanto, a adoção de tecnologias emergentes exige mais do que infraestrutura digital; demanda também a gestão eficaz do conhecimento organizacional. Este artigo propõe um modelo integrador entre o Índice de Maturidade em Transformação Digital, com base na metodologia ACATECH, e os macroprocessos da Gestão do Conhecimento, aplicados à Engenharia da Qualidade de fornecedores automotivos Nível 1. Com base em uma abordagem qualitativa, revisão bibliográfica e estudo de caso com 12 fornecedores no Brasil, o estudo identifica lacunas críticas em maturidade digital e práticas de conhecimento. A proposta de integração mostra ganhos relevantes em adaptabilidade, rastreabilidade, aprendizado organizacional e redução de falhas, tornando o modelo aplicável tanto em diagnósticos quanto em planos estratégicos. Os resultados reforçam a importância de tratar a maturidade digital e a gestão do conhecimento de forma interdependente para potencializar a performance da cadeia de suprimentos automotiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Transformação Digital, Gestão do Conhecimento, Engenharia da Qualidade.

**ABSTRACT**

The automotive industry has been undergoing intense structural changes driven by digital transformation. However, the adoption of emerging technologies requires more than digital infrastructure; it also demands effective organizational knowledge management. This article proposes an integrated model combining the Digital Transformation Maturity Index, based on the ACATECH methodology, with the macroprocesses of Knowledge Management, applied to the Quality Engineering of Tier 1 automotive suppliers. Based on a qualitative approach, literature review, and a case study with 12 Brazilian suppliers, the study identifies critical gaps in digital maturity and knowledge practices. The proposed integration shows significant gains in adaptability, traceability, organizational learning, and failure reduction, making the model applicable for both diagnostics and strategic planning. The results reinforce the importance of treating digital maturity and knowledge management as interdependent elements to enhance performance in the automotive supply chain.

**KEYWORDS:** *Digital Transformation, Knowledge Management, Quality Engineering.*

1. **INTRODUÇÃO**

A digitalização ou transformação digital ocorre quando as organizações ou cadeias de suprimentos implementam novas capacidades e abordagens que provocam adaptações e melhorias na cultura organizacional, trazendo maior experiência aos seus clientes. Essas novas capacidades incluem e não são exclusivas a benefícios oriundos do uso de tecnologias digitais tais como: Análise de Dados, Redes Sociais, Computação na Nuvem, Robótica e Internet das Coisas (IoT), que alteram a forma com que as coisas são feitas (BOSCHI et al, 2023).

Este processo visa a automação de processos em uma organização, executando tarefas repetitivas e padronizadas de forma automática, permitindo a análise de dados em tempo real, reduzindo o tempo de reação nas atividades.

Por meio de computação na nuvem, é possível acessar estes dados, utilizando recursos de computação sem necessidade de infraestrutura própria.

Os dados podem ser inseridos ou coletados por meio da Internet das Coisas (IoT), definida por uma rede de objetos físicos embutidos como sensores, atuadores, software e demais tecnologias para se conectar e trocar informações com a internet e outros dispositivos envolvidos. Este sistema oferece a vantagem da colaboração virtual, ou seja, a realização de atividades profissionais por meio de recursos digitais sem a presença física no local.

Segundo Gisele Morilha, o termo Indústria 4.0 ou Smart Manufacturing (Fábrica Inteligente) surgiu na Alemanha em 2012 em um contexto muito específico: um projeto para modernizar e aperfeiçoar as indústrias locais, integrando alta tecnologia aos processos de produção industrial.

A iniciativa pautou os princípios do que conhecemos hoje como “quarta revolução industrial” ao incorporar os conceitos de operação em tempo real, virtualização, descentralização, modularidade e orientação a serviços ao tradicional setor industrial, através da tecnologia digital, internet e integração da informação.

Em outras palavras, tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, produtos e consumidores) agora são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada.

Estratégias para a evolução do pensamento digital empresarial devem ser construídas considerando os fatores culturais, processuais e humanos. Não se trata apenas de adotar novas tecnologias ou automatizar processos, mas sim de uma mudança significativa no modelo mental e nos conceitos da empresa e das pessoas (DAVENPORT, T. H, et al, 1998).

O Índice de Maturidade na Transformação Digital é meio de avaliação das empresas sobre o seu nível de preparo para a transformação digital. É um mapa de rota que indica o quão longe a empresa está em sua evolução e quais tópicos precisam de maior atenção. Esta avaliação se baseia em um questionário gerado a partir de um modelo de avaliação. Há muitos modelos sendo implementados. O modelo objeto deste estudo será o desenvolvido por Schuh e pela Academia Alemã de Ciências e Engenharia (MORILHA, Gisele, 2020).

A indústria automotiva global encontra-se em constante transformação diante das exigências por inovação, qualidade e eficiência operacional. Nesse cenário, a Transformação Digital emerge como elemento estratégico, especialmente para fornecedores automotivos nível 1, que precisam adaptar-se às demandas de montadoras globais com agilidade e excelência.

Contudo, Transformação Digital não se limita à adoção de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), análise de dados ou automação. Trata-se de uma mudança paradigmática na forma de operar e gerar valor, demandando igualmente a Gestão do Conhecimento como alicerce para sustentar a inovação e o aprendizado contínuo (TERRA, 2005).

O presente artigo propõe uma abordagem integrada, articulando o Índice de Maturidade ACATECH, um modelo reconhecido de avaliação da maturidade digital em empresas industriais, com os macroprocessos da Gestão do Conhecimento. O foco está na Engenharia da Qualidade de fornecedores automotivos de manufatura, área crítica para a confiabilidade e a performance da cadeia produtiva.

A Gestão do Conhecimento está se tornando uma questão importante em meio a um cenário de extrema complexidade, com inúmeras transformações nos campos econômicos, políticos e sociais, afetando o ambiente dos negócios.

Para a tomada de decisões que permitam a manutenção da competitividade das organizações, a utilização do conhecimento de modo eficaz é cada vez mais relevante, mas isso requer processos e gestão adequados.

A Gestão do Conhecimento pode ser entendido como o processo de criar, compartilhar, utilizar e gerenciar o conhecimento de uma organização. É uma abordagem multidisciplinar para o alcance de objetivos da organização por meio de melhores práticas do uso do conhecimento.

Para entender esta gestão, devemos entender que conhecimento é diferente de dado e informação. Enquanto dados representam uma série de fatos ou conceitos, a informação é resultante da agregação do dado para gerar propósito e significado para uma organização.

A informação, por sua vez, gera conhecimento com base na importância percebida de um problema e pode ser utilizado para obter conclusões significativas.

Este estudo tem por base o trabalho de Nonaka e Takeuchi que descreve um ciclo de transformação, denominado de SECI e como os conhecimentos tácito e explícito se transformam em informação, direcionado a processos na Engenharia da Qualidade de Fornecedores Automotivos, considerando estratégia, recursos aplicados. A área de engenharia da qualidade de fornecedores automotivos de uma empresa tem a sua gestão de conhecimento confrontada para identificar sua evolução e seus desafios.

1. **REFERENCIAL TEÓRICO**

**2.1. Maturidade em Transformação Digital: Modelo ACATECH**

ACATECH (em português, Academia Alemã de Ciências e Engenharia) é uma organização independente e sem fins lucrativos com sede na Alemanha, dedicada a promover a pesquisa, a inovação e o progresso tecnológico no país e reúne cientistas, engenheiros, especialistas em tecnologia e líderes da indústria para fornecer conselhos e recomendações relacionados à tecnologia e à política de inovação.

O Índice de Maturidade ACATECH Industria 4.0 foi desenvolvido com o objetivo de fornecer às empresas um guia para a introdução e implementação do processo de transformação digital necessário. Este guia compreende um modelo de maturidade de seis estágios em que a realização de cada estágio de desenvolvimento traz benefícios adicionais. Concentra-se nas quatro principais áreas estruturais de recursos, sistemas de informação, estrutura e cultura organizacional.

Quanto mais rápido uma organização puder se adaptar a um evento que cause uma mudança em suas circunstâncias, maiores serão os benefícios da adaptação. Os eventos podem ser de natureza de curto prazo, por exemplo, uma quebra de linha de produção, ou de médio a longo prazo, por exemplo, uma mudança nos requisitos do produto e as modificações associadas ao próprio projeto do produto, ao processo de fabricação e aos processos relacionados em compra, qualidade e serviço.

Atualmente, quando ocorre um evento em uma empresa, há um atraso antes que informações detalhadas sobre o evento estejam disponíveis. Isto significa que há também um atraso na tomada de decisões e contramedidas correspondentes. Uma das razões é que os sistemas de informação relevantes não estão suficientemente integrados para permitir o processamento de dados de ponta a ponta, desde a captura de dados até a análise.

O modelo ACATECH estabelece uma trajetória de seis estágios para o amadurecimento digital das organizações: Informatização, Conectividade, Visibilidade, Transparência, Capacidade preditiva e Adaptabilidade. Cada estágio representa um avanço nas capacidades de decisão baseadas em dados e automação inteligente (SCHUH et al., 2020).

O modelo avalia quatro dimensões estruturais:

• Recursos: infraestrutura, equipamentos e competências digitais.

• Sistemas de Informação: análise, integração e gestão de dados.

• Estrutura Organizacional: metas, processos e governança digital.

• Cultura: aprendizado, inovação e compartilhamento de conhecimento.

Empresas com maior maturidade são mais resilientes e adaptáveis, características essenciais na engenharia da qualidade para prevenção de falhas, rastreabilidade e conformidade com normas como IATF 16949 e VDA 6.3 (BOSCHI et al, 2023).

**2.2. Fundamentos da Gestão do Conhecimento**

Os fundamentos da Gestão do Conhecimento (Nonaka et al, 1995) estão enraizados na ideia de que o conhecimento é o recurso estratégico mais importante das organizações, sendo gerado de forma contínua a partir das interações sociais e dinâmicas entre indivíduos e grupos. Principais pilares do pensamento:

A. Conhecimento Tácito e Explícito:

Conhecimento Tácito: pessoal, contextual, difícil de formalizar ou comunicar. Inclui experiências, habilidades, intuições e insights.

Conhecimento Explícito: formal, codificável e transmissível por meio de linguagem, documentos, procedimentos e manuais.

O verdadeiro diferencial competitivo está na transformação do conhecimento tácito em explícito, e vice-versa.

B. Modelo SECI (Socialização, Externalização, Combinação, Internalização):

Esse é o coração da Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional. O modelo SECI descreve como o conhecimento é criado, compartilhado e ampliado nas organizações. Vide quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Modelo SECI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Processo | Descrição | Tipo de conversão |
| Socialização | Compartilhamento de conhecimento tácito entre indivíduos, geralmente por meio de observação, imitação ou prática conjunta. | Tácito → Tácito |
| Externalização | Conversão de conhecimento tácito em explícito, muitas vezes via metáforas, analogias ou modelos. | Tácito → Explícito |
| Combinação | Organização e sistematização de conhecimento explícito já existente, como relatórios e bases de dados. | Explícito → Explícito |
| Internalização | Aprendizagem individual que transforma conhecimento explícito em tácito novamente, por meio da prática ou experimentação. | Explícito → Tácito |

Fonte: Autor

Esse ciclo é dinâmico e contínuo, levando à criação de novos conhecimentos organizacionais.

C. Conhecimento como Processo, Não Como Estoque:

Diferentemente de abordagens tradicionais que tratam o conhecimento como um ativo estático (como dados ou informações em repositórios), o conhecimento é um processo dinâmico de criação, expansão e aplicação que ocorre por meio da interação entre indivíduos e contextos.

D. Organização como Criadora de Conhecimento:

Empresas de sucesso são aquelas que se comportam como organizações que criam conhecimento, ou seja, que são capazes de:

• Estimular a criação contínua de conhecimento;

• Integrar o conhecimento individual ao organizacional;

• Transformar o conhecimento organizacional em inovação, produtos e processos.

E. Liderança e Intenção:

O processo de criação do conhecimento precisa de liderança, visão e intenção estratégica. O conhecimento organizacional não é criado aleatoriamente: a intenção clara da alta gestão é necessária para orientar o que deve ser aprendido, compartilhado e aplicado (NONAKA et al, 1995).

**2.3. Engenharia da Qualidade em Fornecedores Nível 1**

A engenharia da qualidade em fornecedores automotivos envolve atividades preventivas, corretivas e normativas orientadas à robustez de processos e conformidade técnica. A Transformação Digital pode acelerar o acesso a dados de falhas, medição de desempenho (PPM, RFT, FTT) e gestão visual. Já a Gestão do Conhecimento complementa esse processo ao garantir que lições aprendidas e soluções eficazes se disseminem e permaneçam acessíveis às equipes de qualidade.

1. **METODOLOGIA**

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, estruturada em três fases:

**3.1. Revisão Bibliográfica**

Foi realizada uma análise sistemática da literatura sobre:

• Maturidade digital (ACATECH, 2020);

• Gestão do Conhecimento (SBGC, 2024);

• Aplicações em qualidade e inovação industrial (TERRA, 2005; DAVENPORT et al, 1998).

**3.2. Estudo de Caso**

Foram analisados dados de um estudo aplicado a 12 fornecedores nível 1 da cadeia automotiva brasileira, utilizando o questionário do modelo ACATECH com avaliação em quatro dimensões estruturais e sete níveis de maturidade (0 a 6) (SILVA, A. T. T. L. et al, 2024).

Vide quadro 2 e figura 1 abaixo:

Quadro 2 – Questionário de avaliação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Modelo de Apuração do índice de Maturidade ACATECH** | | |
| Níveis de Maturidade | Nível 0 (Pré-informatização) | |
| Nível 1 (Informatização) | |
| Nível 2 (Conectividade) | |
| Nível 3 (Visibilidade) | |
| Nível 4 (Transparência) | |
| Nível 5 (Capacidade Preditiva) | |
| Nível 6 (Adaptabilidade) | |
| Recursos | A - Prover competências digitais | Qual é a sua percepção em relação a disponibilização de pessoal com competências pertinentes e equipamentos, materiais e produtos atualizados com componentes tecnológicos relevantes à transformação digital da sua área? |
| B - Aquisição automatizada de dados através de sensores e atuadores | Qual é a sua percepção em relação a coleta de dados de forma automática nos processos realizados na sua área? |
| C - Comunicação eficiente | Qual é a sua percepção em relação a eficiência dos processos de comunicação no seu setor? |
| D - Projeto de interface baseado em tarefas | Em relação aos projetos de interfaces utilizadas na sua área, aponte o grau de maturidade que mais se adequa à sua realidade. |
| Sistemas da Informação | E - Análise de dados | Qual é a sua percepção em relação a análise automatizada de dados para produzir informações úteis para apoiar as decisões do seu setor? |
| F - Interfaces de usuário específicas por tarefa | Em qual nível sua empresa se encontra em relação a adequação das informações necessárias para as tomadas de decisões internas? |
| G - Integração vertical e horizontal | Em relação à integração vertical e horizontal dos sistemas, aponte o grau de maturidade que mais se assemelha à realidade de sua área. |
| H - Gestão de dados | A respeito do gerenciamento geral da disponibilidade, usabilidade, integridade e segurança dos dados usados na sua área, aponte o grau de maturidade que mais se adequa a sua realidade. |
| Estrutura Organizacional | I - Sistemas de metas motivacionais | Em relação a definição de metas motivacionais apropriadas para gerar a devida autonomia aos funcionários e garantir que permaneçam focados no objetivo geral da empresa, qual é o grau de maturidade que mais se aproxima da sua realidade? |
| J - Gerenciamento ágil | Em relação a agilidade dos sistemas de gerenciamento de projetos, serviços ou processos da empresa na sua área, aponte o grau de maturidade que se assemelha mais com a realidade em seu setor? |
| Cultura | K - Abertura à inovação | Em relação à abertura dos funcionários a inovações tecnológicas e novas formas de conduzir seus processos, aponte o grau de maturidade que mais reflete a realidade do seu setor. |
| L - Aprendizagem e tomada de decisão baseada em dados | Qual é a sua percepção em relação a efetiva aprendizagem e tomada de decisões baseadas em dados no seu setor? |
| M - Comunicação aberta | Em relação à abertura de comunicação e ao compartilhamento de informações e conhecimentos, aponte o grau de maturidade que mais se assemelha a situação na sua área. |
| N - Confiança nos processos e sistemas de informação | A respeito da confiança dos funcionários nos processos e sistemas de informação, aponte o grau de maturidade mais adequada à realidade da sua área. |

Fonte: Autor

**Gráfico, Gráfico de radar

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.**

Figura 1 - Gráfico do Índice de Maturidade do grupo de fornecedores

Fonte: Autor

**3.3. Construção do Modelo Integrador**

A partir da análise cruzada dos dados, foram mapeadas lacunas de maturidade e identificadas práticas de Gestão do Conhecimento capazes de acelerar o avanço digital.

1. **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**4.1. Mapeamento de Lacunas**

Os fornecedores avaliados apresentaram nível médio de maturidade 3 (Visibilidade), com destaque para deficiências nas áreas de:

• Sistemas de Informação: baixa integração e gestão de dados;

• Cultura: fraco compartilhamento e aprendizado organizacional.

**4.2. Integração Estratégica entre Transformação Digital e Gestão do Conhecimento**

A integração proposta promove sinergia entre conhecimento tácito e dados digitais, fortalecendo a inteligência operacional dos fornecedores e sua capacidade de adaptação. Vide quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Integração Estratégica entre Transformação Digital E Gestão do Conhecimento

| **Dimensão Transformação Digital** | **Dimensão Gestão do Conhecimento** | **Recomendação** |
| --- | --- | --- |
| Recursos | Diagnóstico e criação de conhecimento | Mapear e desenvolver competências digitais |
| Sistemas de Informação | Armazenamento e monitoramento | Implantar repositórios e dashboards colaborativos |
| Estrutura Organizacional | Aplicação e avaliação | Incorporar Gestão do Conhecimento à rotina de metas, FMEA e planos de ação |
| Cultura | Compartilhamento e aprendizado | Estimular comunidades de prática e mentorias técnicas |

Fonte: Autor

1. **CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES**

**5.1 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO**

O modelo proposto neste artigo demonstra que a maturidade digital e a gestão do conhecimento, quando integradas, oferecem uma abordagem transdisciplinar para a otimização da engenharia da qualidade em fornecedores automotivos. A importância do trabalho reside na demonstração de que a adoção conjunta de práticas digitais e cognitivas pode promover significativos avanços no desempenho dos processos industriais. Os principais benefícios observados incluem:

• Redução de falhas e retrabalhos;

• Melhoria da rastreabilidade e da conformidade regulatória;

• Maior adaptabilidade organizacional frente às exigências do mercado;

• Formação de redes inteligentes de aprendizagem entre fornecedores e clientes.

**5.2 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS**

Do ponto de vista teórico, o modelo contribui para o avanço do conhecimento ao integrar conceitos de maturidade digital e gestão do conhecimento, tradicionalmente tratados de forma isolada, em um framework aplicável à engenharia da qualidade.

No campo prático, o modelo oferece uma estrutura de diagnóstico e evolução organizacional, que pode ser adotada por diferentes atores da cadeia automotiva. Engenheiros da qualidade, por exemplo, podem utilizar práticas de gestão do conhecimento para acelerar o acesso e a disseminação de informações técnicas relevantes, enquanto montadoras se beneficiam da maior maturidade digital de seus fornecedores, reduzindo riscos na cadeia de suprimentos.

**5.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS**

Para os gestores organizacionais, especialmente aqueles envolvidos com a qualidade e a inovação, o modelo representa uma orientação prática para implementar iniciativas estruturadas de transformação digital e de gestão do conhecimento. A abordagem proposta pode ser aplicada como guia para o amadurecimento das capacidades organizacionais, promovendo ambientes colaborativos, inteligência organizacional e melhoria contínua nos processos da cadeia de fornecimento.

**5.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E ESTUDOS FUTUROS**

A principal limitação desta pesquisa foi a aplicação restrita a fornecedores automotivos localizados no Brasil, o que pode limitar a generalização dos resultados. Recomenda-se que estudos futuros explorem a aplicação do modelo em outros contextos industriais e geográficos.

Adicionalmente, sugere-se a realização de pesquisas longitudinais que validem a efetividade do modelo por meio de indicadores de desempenho comparativos antes e depois da sua implementação, de modo a aprofundar a compreensão sobre seus impactos ao longo do tempo.

1. **REFERÊNCIAS**

BOSCHI, A, *et al*. Transformação Digital: Método para Elaboração Estratégica da Jornada. São Paulo: Editora Dialética, 2023.

DAVENPORT, T. H, *et al*. Conhecimento Empresarial: Como as Organizações Gerenciam seu Capital Intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

MORILHA, Gisele. Indústria 4.0 e Transformação Digital: saiba como uma coisa pode levar à outra. <https://www.objective.com.br/insights/industria-4-0-transformacao-digital/>, 2020, acessado em 01/05/2024.

NONAKA, I. *et al*. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, 1995.

SBGC – Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento. *Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento*. São Paulo: SBGC, 2024

SCHUH, G., *et al.*. Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies. Munich: Herbert Utz Verlag, 2020.

TERRA, J. C. C. Gestão do Conhecimento: O Grande Desafio Empresarial. São Paulo: Negócio Editora, 2005.

SILVA, A. T. T. L. et al. Índice de Maturidade da Transformação Digital na Qualidade e Produtividade do Nível 1 da Cadeia de Fornecimento Automotiva, ,2024.