

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

Um Modelo de Integração da Computação Quântica na EPT: Estudo de Caso no Curso Técnico em Mecatrônica

Guilherme Fernandes Neto¹, Rayane Pimentel², Maria Iolanda Monteiro³

¹ Graduando em Engenharia Aeronáutica, IFSP, Campus São Carlos, Pós-graduando em Educação: Ciência, Tecnologia e Sociedade, IFSP, Campos São Carlos, Especialista em Engenharia da Computação, UNINTER, São Carlos, SP, guilherme.neto@aluno.ifsp.edu.br

² Graduanda em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Senac, São Carlos, SP, rayanepimentel101@gmail.com

³ Pós-doutorado. Mestrado em Educação Escolar e Doutorado em Educação. Pedagogia. Universidade Federal de São Carlos - Campus São Carlos, Departamento de Teorias e Práticas Pedagógicas, mimonteiro@ufscar.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação.

RESUMO: Este estudo propõe um modelo de integração da computação quântica na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil, utilizando o curso Técnico em Mecatrônica do IFSP - Campus Itaquaquetuba como estudo de caso. O mapeamento foi realizado por meio de análise documental do Projeto Pedagógico de Curso (PPC), correlacionando conteúdos disciplinares com os pilares da computação quântica. A análise mostrou que 21,4% da carga horária já cobre pré-requisitos essenciais, o que facilita a introdução gradual de conceitos como qubits, portas quânticas e simulações. A proposta dialoga com experiências internacionais já em andamento, como nos EUA e União Europeia, reforçando sua relevância. Apesar de desafios em capacitação docente e infraestrutura, a abordagem modular mostra-se viável e sustentável. Conclui-se que a modernização curricular fortalece a formação técnica e pode ser replicada em outros cursos da Rede Federal.

PALAVRAS-CHAVE: computação quântica; educação profissional; institutos federais; inovação tecnológica; soberania digital.

A Model for Integrating Quantum Computing in VET: A Case Study in the Mechatronics Technical Course

ABSTRACT: This study proposes a model for integrating quantum computing into Vocational and Technological Education (VTE) in Brazil, using the Technical Course in Mechatronics at IFSP – Itaquaquetuba Campus as a case study. The mapping was carried out through a documentary analysis of the Pedagogical Course Project (PPC), correlating course content with the core pillars of quantum computing. The analysis showed that 21.4% of the total workload already covers essential prerequisites, which facilitates the gradual introduction of concepts such as qubits, quantum gates, and simulations. The proposal aligns with international experiences already underway, such as those in the United States and the European Union, reinforcing its relevance. Despite challenges related to

teacher training and infrastructure, the modular approach proves to be both viable and sustainable. It is concluded that curriculum modernization strengthens technical training and can be replicated in other programs within the Federal Network.

KEYWORDS: quantum computing; professional education; federal institutes; technological innovation; digital sovereignty.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por profissionais especializados em tecnologias quânticas, motivada pelo reconhecimento industrial do potencial dessa área, reforça a urgência na formação de profissionais qualificados aptos a desenvolver e aplicar soluções quânticas (MIANO; RUSINELLI; SOUZA, 2024). Nos Estados Unidos, a IBM e a Microsoft apoiam iniciativas em escolas secundárias; no Reino Unido, o programa Quantum Technologies Challenge já chegou ao nível médio. Esses exemplos reforçam a relevância de adotar movimento semelhante no Brasil. (GARCÉS; ORZECOWSKI; HERNÁNDEZ, 2025).

Contudo, iniciativas pioneiras já demonstram a viabilidade dessa introdução no contexto brasileiro. O Governo de Alagoas implementou em 2023 o projeto "Introdução à computação quântica no ensino médio" na rede pública estadual, beneficiando 10 alunos bolsistas através do Programa de Iniciação Científica Júnior (Pibic Jr), com resultados aprovados no Encontro de Físicos do Norte e Nordeste (FAPEAL,).

A Rede Federal de EPT representa o ambiente ideal para expandir e sistematizar tais experiências, mitigando o risco de ampliação da lacuna tecnológica nacional. Fundamentado no modelo de integração curricular de (GARCÉS; ORZECOWSKI; HERNÁNDEZ, 2025), este trabalho utiliza o currículo do curso Técnico em Mecatrônica do IFSP - Campus Itaquaquecetuba como estudo de caso para detalhar e validar uma proposta de integração, visando demonstrar sua viabilidade prática e servir de modelo para a modernização da formação técnica no Brasil. A escolha do curso fundamenta-se na suficiência de bases técnicas, com 21,4% da carga horária dedicada a matemática avançada, física aplicada e programação (IFSP, 2023).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste estudo de caso foi estruturada em três etapas. Primeiramente, selecionou-se como objeto de análise o currículo do curso Técnico em Mecatrônica Integrado ao Ensino Médio do IFSP - Campus Itaquaquecetuba, por sua estrutura consistente entre matemática, física e computação, conforme detalhado em seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC) (IFSP, 2023). A escolha do curso como estudo de caso pode ser caracterizada como um caso típico, representando a estrutura curricular predominante em cursos técnicos da Rede Federal que combinam fundamentos em matemática, física e programação. Essa representatividade contribui para a validade externa do modelo proposto, embora sua replicabilidade em outros contextos exija adaptações conforme especificidades locais.

A segunda etapa consistiu na análise documental do referido PPC, extraindo os conteúdos programáticos e objetivos de todas as disciplinas relevantes (IFSP, 2023). Esta análise permitiu identificar que aproximadamente 21,4% da carga horária total (cerca de 720h do total de 3.360h) aborda conteúdos diretamente relacionados aos pré-requisitos da computação quântica. Destacam-se, por exemplo, Matemática (300h), Física (150h), Programação e Microcontroladores (90h), Eletrônica Analógica e Digital

(90h) e Eletricidade Básica (90h), que fornecem bases conceituais em álgebra linear, probabilidade, eletromagnetismo e lógica digital. A síntese desses resultados é apresentada na Tabela 1.

Na última etapa, correlacionamos os pilares da computação quântica com pontos específicos do currículo. Essa análise mostrou como os conceitos poderiam ser introduzidos de forma natural e contextualizada.

Tabela 1: Pré-requisitos da Computação Quântica no Currículo de Mecatrônica.

Pilar da CQ	Disciplinas	Tópicos Específicos	Série
Números Complexos	Matemática 1, Matemática 4	Forma algébrica, operações, representação geométrica	1 ^a , 4 ^a
Álgebra Linear	Matemática 2	Matrizes, determinantes, operações matriciais	2 ^a
Probabilidade	Matemática 3	Probabilidade simples, condicional, distribuições	3 ^a
Eletromagnetismo	Eletricidade Básica, Física 1, Máquinas Elétricas	Campo elétrico, magnético, indução eletromagnética	1 ^a , 3 ^a
Termodinâmica	Física 2	Termologia, calorimetria, termodinâmica	2 ^a
Física Quântica	Física 3	Teoria quântica, partículas elementares	3 ^a
Programação	Programação e Microcontroladores	Linguagem C, algoritmos, matrizes	1 ^a
Lógica Digital	Eletrônica Analógica e Digital	Portas lógicas, álgebra booleana	2 ^a

Legenda: CQ = Computação Quântica

Limitações de Estudo

Este estudo está limitado à análise de um único curso, o que restringe a generalização imediata para outros contextos da EPT brasileira. Além disso, não foram conduzidas análises quantitativas sobre a prevalência dos pré-requisitos em diferentes cursos da Rede Federal. Pesquisas futuras podem explorar estudos de caso múltiplos, abrangendo diferentes áreas técnicas, bem como análises quantitativas que validem a aplicabilidade do modelo em contextos variados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado central deste trabalho é o mapeamento detalhado que evidencia a compatibilidade entre o currículo do curso técnico de Mecatrônica integrado ao ensino médio e os pré-requisitos para a introdução de conceitos de computação quântica. A Tabela 2 apresenta os principais pontos de integração identificados, demonstrando como os conceitos quânticos podem ser introduzidos de forma natural e contextualizada.

Tabela 2: Mapeamento de Pontos de Integração da Computação Quântica no Currículo de Mecatrônica.

Tópico Curricular	Conceito Quântico a Integrar	Exemplo de Conexão Pedagógica
Matemática 1 e 4: Números Complexos	Representação de Qubits e Amplitudes	Utilizar a forma geométrica dos números complexos para introduzir a Esfera de Bloch como uma visualização do estado de um qubit.
Matemática 2: Matrizes e Álgebra Linear	Portas Quânticas como Operações Matriciais	Ensinar a aplicação de uma porta quântica (ex: NOT, Hadamard) como uma multiplicação de uma matriz 2x2 por um vetor de estado 2x1.
Física 1: Vetores	Vetor de Estado Quântico	Apresentar o estado de um sistema quântico (qubit) como um vetor em um espaço abstrato, conectando o conceito físico à representação matemática.
Física 2: Termodinâmica	Coerência Quântica e Crio- genia	Discutir por que computadores quânticos supercondutores exigem temperaturas próximas ao zero absoluto para minimizar o ruído térmico e manter a coerência.
Física 3: Física Quântica	Superposição e Emaranhamento	Utilizar a unidade já existente para consolidar os conceitos e aplicá-los diretamente ao funcionamento de um computador quântico.
Eletrônica Digital: Portas Lógicas Clássicas	Comparação com Portas Quânticas	Contrastar o funcionamento de uma porta clássica (ex: AND) com uma porta quântica (ex: CNOT) para ilustrar o papel do emaranhamento na computação.
Programação: Algoritmos e Matrizes	Simulação de Circuitos Quânticos	Desenvolver um programa simples em linguagem C que utilize operações com matrizes para simular a ação de uma porta quântica sobre um qubit.

Por exemplo, ao introduzir números complexos em Matemática, o professor pode utilizar a Esfera de Bloch como recurso visual, permitindo que o estudante compreenda de forma intuitiva a representação de estados quânticos. Durante a análise, ficou evidente que conexões desse tipo tornam os conteúdos mais atrativos, pois permitem ao aluno visualizar aplicações concretas entre matemática, física e programação.

Além disso, a integração pode ser viabilizada inicialmente por meio de simuladores gratuitos, como o IBM Quantum Platform (IBM,), permitindo experimentação acessível de conceitos quânticos sem

necessidade de infraestrutura laboratorial complexa.

Desafios Específicos

Apesar do potencial identificado, a implementação da proposta apresenta desafios que demandam estratégias direcionadas:

- **Capacitação Docente Direcionada:** Programas de formação específicos para cada área técnica, utilizando recursos especializados e mentoria com especialistas em aplicações quânticas industriais.
- **Adequação de Conteúdo:** Desenvolvimento de materiais didáticos práticos, conectando conceitos quânticos às aplicações específicas de cada curso técnico.

Sustentabilidade da Proposta

O modelo de integração validado no curso de Mecatrônica demonstra potencial de replicabilidade para outros cursos técnicos, favorecendo o desenvolvimento de recursos especializados, comunidades de prática por área técnica e parcerias setoriais estratégicas que assegurem a continuidade da proposta.

CONCLUSÕES

Este estudo de caso demonstrou, por meio de um mapeamento curricular detalhado, a viabilidade da integração de conceitos de computação quântica no curso Técnico em Mecatrônica integrado ao ensino médio. A análise revelou compatibilidade entre o currículo existente e os fundamentos necessários para a compreensão da tecnologia quântica, validando a abordagem de integração modular como uma estratégia pragmática e eficaz.

Conclui-se que o currículo analisado não só permite, como convida a essa modernização, podendo servir como um projeto-piloto para a Rede Federal. A implementação bem-sucedida neste contexto tem o potencial de criar um modelo replicável, fortalecendo a formação técnica no Brasil.

Defendemos que a formação em computação quântica pode contribuir para a soberania digital do Brasil ao reduzir a dependência de tecnologias externas. Além disso, oferece oportunidades para jovens técnicos, ajudando a reduzir desigualdades sociais.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Guilherme Fernandes Neto teve papel principal na validação do tema proposto, destacando sua relevância e direcionando a concepção do estudo.

Rayane Pimentel desempenhou papel fundamental na pesquisa, realizando a busca de artigos correlacionados e contribuindo para a fundamentação teórica do estudo.

Ambos os autores participaram ativamente da redação do artigo, bem como da revisão final, e aprovaram a versão submetida.

REFERÊNCIAS

FAPEAL. *Fapeal apoia projeto de computação quântica no ensino médio*. Disponível em: <<https://www.fapeal.br/2023/08/pibicjr-computacao-quantica/>>. Acesso em: 01 ago. 2025.

GARCÉS, M. G.; ORZECOWSKI, L. G.; HERNÁNDEZ, J. F. R. *Introducing Quantum Computing to High-School Curricula: A Global Perspective*. 2025. ArXiv preprint arXiv:2505.14809. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2505.14809>>. Acesso em: 16 ago. 2025.

IBM. *Setting students up for success through revolutionary quantum education*. Disponível em: <<https://www.ibm.com/quantum/blog/qubit-by-qubit-quantum-education>>. Acesso em: 01 ago. 2025.

IFSP. *Projeto Pedagógico de Curso (PPC): Técnico em Mecatrônica Integrado ao Ensino Médio*. Itaquaquecetuba, SP, 2023. Disponível em: <https://itq.ifsp.edu.br/images/ComissaoComunicacao/Publicacoes/PPC_Mecatrônica.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2025.

MIANO, M. G. V.; RUSINELLI, B. B.; SOUZA, M. M. de. A computação quântica e o desafio da capacitação tecnológica. *Revista Tecnológica da Fatec de Americana*, Fatec Americana - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, v. 12, n. 01, 2024. Disponível em: <<https://www.fatec.edu.br/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/409>>. Acesso em: 01 ago. 2025.