

AS CONTRADIÇÕES SISTÊMICAS NA IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE CNC: UMA ANÁLISE PELO CONSTRUTIVISMO SOCIAL

Isac Barbosa de Almeida ¹
Francisco das Chagas de Sena ²
Diogo Pereira Bezerra ³

INTRODUÇÃO

O ensino de CNC (Comando Numérico Computadorizado) é essencial na formação técnica contemporânea, especialmente no contexto da indústria 4.0. Contudo, instituições enfrentam uma contradição estrutural: a necessidade de formação prática versus limitações financeiras para aquisição de máquinas CNC e softwares comerciais (POLASTRINI, 2016).

Este estudo utiliza uma perspectiva teórica integradora, combinando o Construtivismo Social de Vygotsky e o Construcionismo de Papert. Vygotsky (1978) enfatiza o papel da mediação social e das ferramentas culturais na aprendizagem, enquanto Papert (1980) propõe que a construção ativa de artefatos significativos potencializa o desenvolvimento cognitivo. No contexto do ensino de CNC, as tecnologias alternativas podem funcionar como instrumentos de mediação que permitem a construção ativa de conhecimento em ambientes socialmente ricos.

O objetivo deste estudo é identificar contradições sistêmicas no ensino de CNC e propor princípios fundamentados no Construtivismo Social e no Construcionismo para o desenvolvimento de tecnologias alternativas acessíveis.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como análise teórico-crítica sustentada por revisão bibliográfica sistemática em três áreas: ensino de CNC na educação técnica, teoria construcionista de Papert e Construtivismo Social de Vygotsky. O corpus incluiu artigos em periódicos indexados, dissertações e teses disponíveis em bases de dados acadêmicas.

O processo analítico desenvolveu-se em três etapas metodológicas. A primeira etapa consistiu na identificação de contradições sistêmicas no ensino de CNC através de estudos

¹ Doutorando em Ensino da Rede Nordeste de Ensino – RENOEN/IFRN - RN, isac.barbosa@ifrn.edu.br;

² Doutorando em Ensino da Rede Nordeste de Ensino – RENOEN/IFRN - RN, sena francisco@ifrn.edu.br;

³ Professor orientador: Dr, IFRN - RN, diogo.bezerra@ifrn.edu.br.

empíricos e relatos de experiências educacionais. Na segunda etapa, essas contradições foram interpretadas utilizando conceitos do Construtivismo Social, como mediação, zona de desenvolvimento proximal e ferramentas culturais (VYGOTSKY, 1978; 2007), integrados aos conceitos construcionistas como micromundos, bricolagem e o framework de baixo piso, teto alto e paredes amplas (PAPERT, 1980; RESNICK et al., 2009). A terceira etapa consistiu na elaboração de princípios orientadores que articulassem ambas as perspectivas teóricas para o desenvolvimento de ferramentas educacionais alternativas.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Construtivismo Social de Vygotsky fundamenta-se na tese de que o desenvolvimento cognitivo é essencialmente social e culturalmente mediado. As funções psicológicas superiores emergem através da internalização de processos sociais, mediados por ferramentas materiais e sistemas de signos culturalmente desenvolvidos. O conceito de zona de desenvolvimento proximal é particularmente relevante, definido como a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com pares mais capazes.

Por sua vez, o Construcionismo de Papert estende o construtivismo piagetiano ao enfatizar que a aprendizagem é mais poderosa quando ocorre em contextos nos quais os aprendizes estão ativamente engajados na construção de artefatos externos, públicos e pessoalmente significativos. Um princípio construcionista fundamental é o design de ambientes de aprendizagem com baixo piso, teto alto e paredes amplas, conforme elaborado por Resnick et al. (2009). Baixo piso significa que iniciantes podem rapidamente começar a criar projetos significativos. Teto alto indica que podem criar projetos cada vez mais sofisticados. Paredes amplas sugerem que o ambiente deve suportar diversos tipos de projetos, acomodando diferentes interesses e estilos de aprendizagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sistemática da literatura permitiu identificar quatro contradições sistêmicas fundamentais no ensino de CNC. A primeira contradição manifesta-se entre o reconhecido valor educacional das máquinas CNC reais e as severas restrições econômicas que impedem sua aquisição. Máquinas CNC industriais oferecem experiência autêntica com a tecnologia utilizada

no mercado de trabalho, contudo seus custos proibitivos tornam-nas economicamente inviáveis para muitas instituições.

A segunda contradição opõe abordagens instrucionistas tradicionais, centradas na transmissão de procedimentos operacionais padronizados, a perspectivas que valorizam a construção ativa e a experimentação criativa. Frequentemente, o ensino de CNC é estruturado através da demonstração de procedimentos seguida de replicação pelos estudantes, o que pode produzir técnicos capazes de executar rotinas estabelecidas, mas limita o desenvolvimento de capacidades de resolução criativa de problemas.

A terceira contradição emerge entre a fidelidade industrial dos simuladores comerciais e sua opacidade pedagógica. Softwares comerciais de simulação CNC geralmente replicam com alta fidelidade as interfaces e funcionalidades de sistemas industriais, contudo esta mesma complexidade frequentemente dificulta a compreensão dos princípios conceituais fundamentais por estudantes iniciantes. A quarta contradição refere-se à tensão entre competências desenvolvidas em sistemas educativos e demandas de sistemas industriais. Enquanto a indústria valoriza profissionais capazes de operar eficientemente sistemas específicos, a educação profissional de qualidade deve desenvolver capacidades mais amplas de raciocínio técnico e adaptação a novas tecnologias. Essas contradições podem ser reinterpretadas, à luz do referencial teórico vygotskiano, como questões sobre quais ferramentas de mediação são mais adequadas para facilitar a aprendizagem na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes. Ferramentas alternativas podem funcionar como instrumentos de mediação mais transparentes, permitindo que os estudantes gradualmente se apropriem dos princípios fundamentais da programação CNC através de interação social e trabalho colaborativo. Sob a perspectiva construcionista, as contradições identificadas sugerem que ferramentas tradicionais frequentemente apresentam piso alto, dificultando a entrada de iniciantes, enquanto ferramentas alternativas orientadas por princípios construcionistas podem oferecer ambientes de baixo piso e teto alto.

Com base nesta análise, propõem-se seis princípios integradores para orientar o desenvolvimento de tecnologias alternativas. O primeiro princípio preconiza priorizar a construção ativa de programas em contextos colaborativos, ao invés da mera replicação de procedimentos. O segundo estabelece criar ambientes de baixo piso, teto alto e paredes amplas, permitindo que iniciantes rapidamente produzam resultados significativos mas também suportem projetos progressivamente sofisticados. O terceiro advoga privilegiar interfaces que funcionem como mediadoras transparentes dos princípios fundamentais da programação CNC.

O quarto princípio propõe transformar erros em oportunidades de aprendizagem na zona de desenvolvimento proximal, facilitando a depuração colaborativa e encorajando experimentação. O quinto estabelece promover o compartilhamento social de soluções e estratégias de programação, criando oportunidades para que estudantes apresentem suas soluções e recebam feedback de colegas. O sexto princípio preconiza fomentar conexões entre programação CNC e projetos pessoalmente e culturalmente significativos, permitindo que estudantes percebam relevância no que estão aprendendo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As contradições no ensino de CNC podem ser transformadas em oportunidades pela articulação entre Construtivismo Social e Construcionismo. Tecnologias alternativas desenvolvidas segundo os princípios propostos representam tanto ferramentas de mediação culturalmente situadas (VYGOTSKY, 2007) quanto ambientes para construção ativa de conhecimento (PAPERT, 1980).

Ao privilegiarem transparência conceitual, interação social e colaboração, essas ferramentas potencializam compreensão profunda na ZDP dos estudantes e desenvolvem capacidades de resolução criativa, preparando-os para adaptar-se às transformações tecnológicas industriais através de processos socialmente mediados e ativamente construídos.

Palavras-chave: Ensino de CNC, Construtivismo Social, Construcionismo, Tecnologias Educacionais.

REFERÊNCIAS

PAPERT, S. **Mindstorms**: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S.; HAREL, I. Situating constructionism. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (org.). **Constructionism**. Norwood: Ablex Publishing, 1991. p. 1-11.

POLASTRINI, F. H. **Desenvolvimento de máquina CNC de baixo custo**. TCC (Eng. Elétrica), IFMG, 2016.

RESNICK, M. et al. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, New York, v. 52, n. 11, p. 60-67, nov. 2009.



VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: the development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

