

Avaliação do desenvolvimento do Pensamento Crítico para o ensino técnico e superior no contexto do ensino de programação

Deise Monquelate Arndt¹, Jean Carlo Rossa Hauck², Ramon Mayor Martins¹

¹Instituto Federal de Santa Catarina, Campus São José, São José, SC, Brasil

²Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Informática e Estatística,

{deise.arndt,ramon.martins}@ifsc.edu.br, jean.hauck@ufsc.br

Abstract. *Critical Thinking is recognized as an essential competency in Computing Education and is emphasized by international curriculum guidelines such as SWEBOK and ACM/IEEE-CS 2023 [ACM/IEEE-CS, 2023]. However, validated and domain-specific instruments to measure critical thinking in programming education remain scarce, limiting both educational research and evidence-based pedagogical practices. This thesis introduces the ProgCTQ (Programming Critical Thinking Questionnaire), a hybrid instrument that combines Likert-scale items with open-ended questions evaluated through an analytic rubric.*

Resumo. *O Pensamento Crítico é reconhecido como uma competência essencial para a formação de estudantes de Computação, sendo destacado em diretrizes curriculares internacionais como o SWEBOK e o ACM/IEEE-CS 2023 [ACM/IEEE-CS, 2023]. Apesar dessa relevância, ainda são escassos instrumentos validados e específicos para mensurar o Pensamento Crítico no ensino de programação, o que limita a pesquisa educacional e o desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas. Esta tese apresenta o ProgCTQ (Programming Critical Thinking Questionnaire), um instrumento híbrido desenvolvido para avaliar o Pensamento Crítico em contextos de programação, combinando itens fechados em escala Likert e itens abertos avaliados por meio de rubrica analítica.*

1. Introdução

O Pensamento Crítico envolve habilidades como interpretação, análise, inferência, avaliação, explicação e autorregulação, sendo fundamental para a formação de estudantes capazes de atuar de forma reflexiva, autônoma e ética diante de problemas complexos [Facione, 1990]. No contexto da Educação em Computação, especialmente no ensino de programação, essa competência é particularmente relevante porque programar exige compreender problemas, selecionar estratégias, justificar decisões e revisar hipóteses com base em evidências lógicas e empíricas, como discutem Wong e Cheung (2020), Li et al. (2023) e Durak (2020).

A tese parte do reconhecimento de que, embora existam iniciativas e diretrizes que defendem o desenvolvimento do Pensamento Crítico em diferentes níveis educacionais, a avaliação dessa competência no ensino técnico e superior em Computação ainda representa um desafio metodológico importante. Nesse cenário, a pesquisa busca responder à seguinte questão: como avaliar o desenvolvimento do Pensamento Crítico dos estudantes no processo de aprendizagem de programação no contexto do ensino técnico e superior?

2. Objetivo e problema

O objetivo principal da pesquisa foi definir e avaliar um modelo conceitual de avaliação do desenvolvimento do Pensamento Crítico na aprendizagem de programação para estudantes do ensino técnico e superior. Para isso, a tese estabelece quatro objetivos específicos: revisar o estado da arte, desenvolver um modelo conceitual de avaliação, avaliar a confiabilidade e validade do modelo com especialistas e, por fim, verificar sua qualidade por meio de aplicação junto ao público-alvo.

O problema investigado decorre da ausência de instrumentos específicos para o contexto da programação, já que muitos modelos existentes não capturam adequadamente o conjunto de habilidades do Pensamento Crítico relevante para a Computação, como apontam Guggemos et al. (2023) e Kaur e Chahal (2023). Essa lacuna impacta tanto a pesquisa quanto a prática pedagógica, pois dificulta a construção de diagnósticos confiáveis e a adaptação de estratégias de ensino baseadas em evidências.

3. Metodologia

A pesquisa é caracterizada como aplicada, exploratória e multimétodo, em consonância com a classificação apresentada por Saunders et al. (2019). O percurso metodológico foi estruturado em quatro etapas principais: identificação do estado da arte por meio de mapeamento sistemático; desenvolvimento do modelo de avaliação com base no framework Evidence-Centered Design (ECD); aplicação inicial do modelo a um painel de especialistas; e avaliação do instrumento em contexto educacional real, por meio de análises psicométricas quantitativas e qualitativas.

No desenvolvimento do instrumento, o ECD orientou a análise de contexto, a análise de domínio, a modelagem do domínio e a definição da estrutura de avaliação, conforme proposto por Mislevy et al. (2003) e por Seeratan e Mislevy (2008). Com isso, foi proposto o *ProgCTQ*, composto por questões fechadas em escala Likert e questões abertas avaliadas por rubrica analítica, buscando captar tanto respostas objetivas quanto manifestações discursivas do Pensamento Crítico em programação.

A validação também incluiu painel de especialistas e aplicação em larga escala com 384 estudantes de cursos técnicos e de graduação. As análises envolveram alfa de Cronbach, ômega de McDonald, análise fatorial exploratória e confirmatória, além de modelagem pela Teoria da Resposta ao Item, com base em fundamentos amplamente usados em estudos psicométricos [Cronbach, 1951; McDonald, 1999].

4. Principais resultados

Os resultados mostraram alta confiabilidade global do instrumento, com coeficientes entre 0,911 e 0,925, indicando consistência interna robusta. O *ProgCTQ* também apresentou boa precisão de medida e capacidade discriminativa consistente dos itens, especialmente em níveis médios e baixos de habilidade.

Entre as habilidades avaliadas, Interpretação e Autorregulação apresentaram desempenho psicométrico mais consistente, enquanto habilidades como Análise e Explicação revelaram fragilidades, sugerindo a necessidade de revisão de parte dos itens. A validade fatorial foi considerada aceitável em termos globais, ainda que fragmentada entre habilidades.

Outro achado importante foi que a validade convergente entre itens fechados e abertos se mostrou modesta, sugerindo que os dois formatos avaliam dimensões complementares do Pensamento Crítico. Esse resultado reforça a pertinência da proposta híbrida do instrumento, uma vez que amplia o potencial de observação do desempenho dos estudantes em programação.

5. Contribuições

As contribuições da tese se organizam em três eixos principais. No eixo teórico, a pesquisa aprofunda a compreensão do Pensamento Crítico aplicado ao ensino de programação, articulando referenciais clássicos da área com demandas contemporâneas da Educação em Computação, como se observa em Facione (1990), Yeh (2003) e ACM/IEEE-CS (2023).

No eixo metodológico, a principal contribuição é a proposição e validação do *ProgCTQ* como instrumento híbrido apoiado em métricas psicométricas amplamente utilizadas. Já no eixo prático, a tese disponibiliza uma ferramenta com potencial de uso em diagnósticos formativos, pesquisas em Educação em Computação e apoio ao planejamento pedagógico.

Além disso, o trabalho destaca que a avaliação do Pensamento Crítico pode apoiar melhorias metodológicas no ensino de programação, ajudando docentes a identificar dificuldades específicas e a promover intervenções mais adequadas ao desenvolvimento dos estudantes.

6. Conclusão

Em síntese, a tese demonstra que o *ProgCTQ* constitui uma proposta inovadora e promissora para a avaliação contextualizada do Pensamento Crítico no ensino de programação. O instrumento apresenta evidências consistentes de confiabilidade e validade, ainda que alguns aspectos precisem de refinamento em estudos futuros.

Como desdobramentos, a pesquisa aponta a necessidade de revisar subescalas com menor desempenho, ampliar aplicações em diferentes contextos educacionais e aprofundar investigações sobre a relação entre respostas abertas e fechadas. Dessa forma, o trabalho oferece bases relevantes para futuras pesquisas e para a construção de práticas pedagógicas que favoreçam a formação de estudantes mais críticos, reflexivos e preparados para os desafios da sociedade digital.

7. Referências

ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula (2023) Computer Science Curricula 2023. Relatório técnico. ACM Press and IEEE Computer Society Press.

- Arndt, D. M., Martins, R. M. and Hauck, J. C. R. (2025a) 'Critical Thinking in K-12 Computing Education: A Systematic Mapping', *Informatics in Education*.
- Arndt, D. M., Martins, R. M. and Hauck, J. C. R. (2025b) 'Avaliação de Habilidades do Pensamento Crítico no Ensino Técnico e Superior no Ensino de Computação: Um Mapeamento Sistemático', *Revista Brasileira de Informática na Educação*.
- Cronbach, L. J. (1951) 'Coefficient alpha and the internal structure of tests', *Psychometrika*, 16(3), pp. 297–334.
- Durak, H. Y. (2020) 'The effects of using different tools in programming teaching of secondary school students on engagement, computational thinking and reflective thinking skills for problem solving', *Technology, Knowledge and Learning*, 25.
- Facione, P. A. (1990) *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Millbrae: The California Academic Press.
- Guggemos, J. et al. (2023) 'Referência citada na tese sobre limitações de instrumentos de avaliação de Pensamento Crítico no contexto da Computação'.
- Kaur and Chahal (2023) 'Referência citada na tese sobre lacunas em métodos atuais de avaliação'.
- Li et al. (2023) 'Referência citada na tese sobre Pensamento Crítico no ensino de programação'.
- McDonald, R. P. (1999) *Test Theory: A Unified Treatment*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Mislevy, R. J., Almond, R. G. and Lukas, J. F. (2003) 'A Brief Introduction to Evidence-Centered Design', *ETS Research Report Series*, pp. i–29.
- Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, A. (2019) *Research Methods for Business Students*. 8th ed. Pearson Education Limited.
- Seeratan, K. L. and Mislevy, R. J. (2008) *Design Patterns for Assessing Internal Knowledge Representations*. PADI Technical Report 22, SRI International.
- Wong and Cheung (2020) 'Referência citada na tese sobre relevância do Pensamento Crítico em programação'.
- Yeh, Y. C. (2001/2003) 'Tests worth teaching to: Constructing a formative assessment system for critical thinking', *Evaluation and Program Planning*, 24(4), pp. 373–383.