

Avaliação de Habilidades do Pensamento Crítico no Ensino Técnico e Superior no Ensino de Computação: Um Mapeamento Sistemático

Title: Evaluation of Critical Thinking Skills in Technical and Higher Education in Computing Education: A Systematic Mapping

Título: Evaluación de las Habilidades de Pensamiento Crítico en la Educación Técnica y Superior de la Informática: Un Mapeo Sistemático

Deise Monquelate Arndt
Instituto Federal de Santa Catarina
ORCID: [0009-0002-4754-6097](https://orcid.org/0009-0002-4754-6097)
deise.arndt@ifsc.edu.br

Ramon Mayor Martins
Instituto Federal de Santa Catarina
ORCID: [0000-0002-1952-0909](https://orcid.org/0000-0002-1952-0909)
ramon.mayor@ifsc.edu.br

Jean Carlo Rossa Hauck
Universidade Federal de Santa Catarina
ORCID: [0000-0001-6550-9092](https://orcid.org/0000-0001-6550-9092)
jean.hauck@ufsc.br

Resumo

O pensamento crítico é uma habilidade essencial do século XXI e, particularmente, importante para profissionais de computação, que precisam constantemente resolver problemas complexos e tomar decisões fundamentadas em um cenário tecnológico em rápida evolução. Este estudo apresenta um mapeamento sistemático da literatura sobre a avaliação do pensamento crítico no ensino técnico e superior de computação. Foram analisados 12 artigos, publicados entre 2013 e 2024, identificando tendências e lacunas nesta área. Os resultados indicam uma predominância de estudos em países asiáticos, com foco no ensino superior, especialmente para ingressantes de cursos de Ciência da Computação e Engenharias. A maioria dos estudos utiliza autoavaliação e instrumentos padronizados, como o Computational Thinking Scale (CTS), para avaliar habilidades de pensamento crítico. As habilidades mais frequentemente avaliadas são: Avaliação, Análise, Autorregulação e Inferência. Observou-se uma variabilidade na qualidade e no relato das propriedades psicométricas dos instrumentos. Este mapeamento fornece achados para educadores e pesquisadores, destacando a necessidade de desenvolver instrumentos de avaliação mais robustos e específicos para o contexto da computação, bem como de realizar estudos longitudinais sobre o desenvolvimento do pensamento crítico na formação em computação.

Palavras-Chave: Pensamento Crítico; Avaliação; Ensino de Computação; Ensino Superior; Ensino Técnico; Mapeamento Sistemático.

Abstract

Critical thinking is an essential 21st-century skill and particularly crucial for computing professionals, who need to constantly solve complex problems and make informed decisions in a rapidly evolving technological landscape. This study presents a systematic mapping of the literature on critical thinking assessment in technical and higher education in computing. Twelve articles published between 2013 and 2024 were analyzed, identifying trends and gaps in this area. The results indicate a predominance of studies in Asian countries, focusing on higher education, especially for incoming students in Computer Science and Engineering courses. Most studies use self-assessment and standardized instruments, such as the Computational Thinking Scale (CTS), to evaluate critical thinking skills. The most frequently assessed skills are Evaluation, Analysis, Self-regulation, and Inference. Variability was observed in the quality and reporting of psychometric properties of the instruments. This mapping provides findings for educators and researchers, highlighting the need to develop more robust and specific assessment instruments for the computing context, as well as to conduct longitudinal studies on the development of critical thinking in computing education.

Keywords: Critical Thinking; Assessment; Computing Education; Higher Education; Technical Education; Systematic Mapping.

Resumen

El pensamiento crítico es una habilidad esencial del siglo XXI y particularmente crucial para los profesionales de la informática, quienes necesitan constantemente resolver problemas complejos y tomar decisiones fundamentadas en un escenario tecnológico en rápida evolución. Este estudio presenta un mapeo sistemático de la literatura sobre la evaluación del pensamiento crítico en la educación técnica y superior en informática. Se analizaron 12 artículos publicados entre 2013 y 2024, identificando tendencias y brechas en esta área. Los resultados indican un predominio de estudios en países asiáticos, con enfoque en la educación superior, especialmente para estudiantes ingresantes de cursos de Ciencias de la Computación e Ingeniería. La mayoría de los estudios utilizan autoevaluación e instrumentos estandarizados, como la Escala de Pensamiento Computacional (CTS), para evaluar habilidades de pensamiento crítico. Las habilidades más frecuentemente evaluadas son Evaluación, Análisis, Autorregulación e Inferencia. Se observó variabilidad en la calidad y el informe de las propiedades psicométricas de los instrumentos. Este mapeo proporciona hallazgos para educadores e investigadores, destacando la necesidad de desarrollar instrumentos de evaluación más robustos y específicos para el contexto de la informática, así como realizar estudios longitudinales sobre el desarrollo del pensamiento crítico en la formación en informática.

Palabras clave: Pensamiento Crítico; Evaluación; Educación en Informática; Educación Superior; Educación Técnica; Mapeo Sistemático.

1 Introdução

O pensamento crítico é uma habilidade essencial do século XXI, particularmente importante para profissionais de computação (Mäkiö e Mäkiö, 2023). À medida que a tecnologia continua a moldar o futuro, torna-se cada vez mais importante desenvolver essas competências nos estudantes da área de computação (OECD, 2024; Golden, 2023). No âmbito do ensino de computação, o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico pode permitir que os estudantes naveguem eficazmente pelos desafios complexos apresentados por tecnologias emergentes, como a inteligência artificial (IA), e agora os populares "Modelos de Linguagem de Grande Escala" (LLMs) (Rivas *et al.*, 2023). Nesse contexto, o desenvolvimento do pensamento crítico assume um papel central tanto na formação técnica quanto na superior, contribuindo significativamente para a construção de competências essenciais, como a resolução de problemas e a tomada de decisões, indispensáveis para a atuação profissional na área da computação (Huang e Qiao, 2024).

Diversas iniciativas globais têm enfatizado a importância do pensamento crítico no ensino de computação, especialmente no ensino técnico ou superior. O projeto da OCDE "Fomentando e avaliando as habilidades de pensamento criativo e crítico dos estudantes no ensino superior" visa apoiar instituições de ensino superior na inovação de suas práticas de ensino e no desenvolvimento das habilidades de pensamento criativo e crítico dos estudantes (OECD, 2024). De modo mais amplo, a iniciativa "*Turkey's Education Vision 2023*" do Ministério da Educação Nacional da Turquia, destaca a importância de desenvolver habilidades cognitivas como raciocínio, pensamento crítico e interpretação em todos os níveis educacionais, desde a educação infantil ao ensino superior (República da Turquia, 2019). Na China, iniciativas como o "Projeto 211" e o "Projeto 985" têm promovido o pensamento crítico desde a década de 1990, com estudos recentes avaliando seus benefícios (Luo *et al.*, 2024; Ren e Jia, 2023; Ma e Feng, 2022).

No Brasil, embora não haja um programa governamental específico, comparável aos projetos chineses, iniciativas para promover o pensamento crítico têm surgido em diferentes contextos. Por exemplo, o Instituto Ayrton Senna tem desenvolvido pesquisas e materiais focados no desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico em escolas brasileiras. A instituição oferece trilhas de aprendizagem online, como a "Trilha *Maker* Pensamento Crítico", e tem participado de projetos internacionais, como a iniciativa da OCDE, para fomentar essas habilidades no ensino superior (Instituto Ayrton Senna, 2024).

Apesar da reconhecida importância do pensamento crítico, há uma lacuna significativa na literatura sobre como avaliar efetivamente essas habilidades no contexto específico do ensino de computação, tanto no nível técnico quanto superior. A avaliação das habilidades do pensamento crítico permite identificar áreas de melhoria, personalizar o ensino e medir o progresso dos estudantes ao longo do tempo (Pedrosa-de-Jesus e Guerra, 2018). Uma avaliação eficaz dessas habilidades pode possibilitar compreensões valiosas para educadores e instituições, viabilizando o aprimoramento contínuo dos programas educacionais em computação (OECD, 2023; Vincent-Lancrin, 2023; Criticalthinking.org, 2019; Soland *et al.*, 2013). Avaliar habilidades do pensamento crítico durante a formação acadêmica é fundamental para preparar profissionais capazes de se adaptar às constantes mudanças tecnológicas e atuar com autonomia no ambiente profissional (Criticalthinking.org, 2019).

Neste contexto, este estudo visa realizar um mapeamento sistemático da literatura para responder à seguinte pergunta: Como avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico, ou algumas de suas habilidades, no ensino de computação no ensino técnico e superior? Este estudo busca identificar e analisar as abordagens existentes para a avaliação do pensamento crítico no ensino de computação, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e práticas educacionais nesta área em ascensão.

Assim, foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura seguindo as diretrizes de Petersen *et al.* (2015), analisando estudos publicados entre 2013 e 2024. Foram utilizadas as bases de dados IEEE Xplore, ACM Digital Library e Scopus entre outros, aplicando critérios de inclusão e exclusão rigorosos. O mapeamento identificou 12 estudos, revelando uma predominância de avaliações baseadas em autoavaliação e o uso frequente da *Computational Thinking Scale (CTS)*. Observou-se uma concentração geográfica de estudos em países asiáticos e uma tendência crescente de pesquisas a partir de 2020.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre pensamento crítico e sua relevância na computação; a seção 3 aborda os trabalhos relacionados; a seção 4 detalha a metodologia do mapeamento sistemático; a seção 5 apresenta os resultados; a seção 6 discute as implicações dos achados; e a seção 7 conclui o estudo, destacando contribuições e direções futuras.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção, são apresentados os fundamentos do pensamento crítico de forma abrangente, bem como seus princípios aplicados à área de computação. Além disso, é discutida a avaliação do pensamento crítico.

2.1 Pensamento Crítico

O pensamento crítico tem sido amplamente reconhecido como uma competência fundamental no século XXI, essencial tanto para o sucesso acadêmico quanto profissional. Diversos autores e organizações têm buscado definir e caracterizar o pensamento crítico. Uma definição clássica para o pensamento crítico é "um pensamento razoável e reflexivo que se concentra em decidir em que acreditar e o que fazer" (Ennis, 1985). Esta definição enfatiza a natureza reflexiva e orientada para a ação do pensamento crítico, destacando sua importância na tomada de decisões e na formação de crenças.

Uma visão mais abrangente, é definida por Paul e Elder (2019) que descreve o pensamento crítico como:

Um pensamento autodirigido, autodisciplinado, automonitorado e autocorretivo. Ele pressupõe a aceitação de padrões rigorosos de excelência e o domínio consciente de seu uso. Implica habilidades eficazes de comunicação e resolução de problemas e um compromisso de superar nosso egocentrismo e sociocentrismo nativos.

Esta perspectiva enfatiza o aspecto metacognitivo do pensamento crítico, destacando a importância inclusive da autorreflexão e autoavaliação no processo de pensamento.

Adicionalmente, uma visão clássica definida por Facione (1990), estabelece relações com habilidades de pensamento de ordem superior:

O processo intelectualmente disciplinado de conceituar, aplicar, analisar, sintetizar e/ou avaliar de forma ativa e habilidosa as informações coletadas ou geradas por observação, experiência, reflexão, raciocínio ou comunicação, servindo como guia para crenças e ações.

Estas perspectivas convergem para destacar o pensamento crítico como uma competência que engloba habilidades cognitivas e práticas reflexivas.

Para o âmbito educacional, um marco importante para tratar o pensamento crítico é o "Relatório Delphi" de Facione (1990), que apresenta um conjunto consensual de habilidades cognitivas consideradas fundamentais para o pensamento crítico. Nesse conjunto são identificadas seis habilidades centrais (Quadro 1):

Quadro 1: Habilidades cognitivas centrais do pensamento crítico.

Habilidades centrais	Breve descrição
Interpretação	Compreender e expressar o significado de diversas formas de informação.
Análise	Identificar relações inferenciais entre declarações, conceitos e representações.
Avaliação	Julgar a credibilidade de afirmações e a força lógica de inferências.
Inferência	Formular conclusões razoáveis a partir de informações disponíveis.
Explicação	Articular os resultados do raciocínio e justificá-los.
Autorregulação	Monitorar e avaliar as próprias atividades cognitivas.

Fonte: Adaptado de Facione (1990).

Estas habilidades formam a base do pensamento crítico, permitindo uma abordagem sistemática e reflexiva para a análise e avaliação de informações e situações. Além disso, habilidades adicionais complementam o repertório do pensamento crítico, como as propostas por Yeh (2003) (Quadro 2):

Quadro 2: Habilidades cognitivas adicionais do pensamento crítico.

Habilidades adicionais	Breve descrição
Reconhecimento de premissas	Identificar suposições implícitas em afirmações.
Indução	Inferir resultados prováveis a partir de fatos conhecidos.
Dedução	Chegar a conclusões lógicas a partir de premissas dadas.

Fonte: Adaptado de Yeh (2003).

Estas habilidades adicionais expandem o processo de pensamento crítico, fornecendo ferramentas específicas para lidar com diferentes tipos de raciocínio e argumentação. A integração dessas habilidades, tanto as centrais quanto às adicionais, proporcionam uma estrutura abrangente para o desenvolvimento e aplicação do pensamento crítico. Esta abordagem permite aos estudantes trabalharem eficazmente com informações complexas em diversas áreas, tomar decisões informadas e resolver problemas de maneira sistemática e reflexiva.

2.2 Pensamento Crítico no Ensino de Computação

As habilidades de pensamento crítico transcendem a aquisição de conhecimentos técnicos, abrangendo a capacidade de analisar, avaliar e sintetizar informações para tomar decisões informadas e inovadoras no campo da tecnologia, incluindo a computação. Ser crítico tem uma relação com a criatividade e o processo de resolução de problemas permite despertar um senso investigativo e estabelecer conexões com diferentes fontes de informação (Araújo *et al.*, 2024b).

No campo da computação, para o ensino, o pensamento crítico é aplicado em diversos domínios (Quadro 3):

Quadro 3: Domínios e aplicações em computação do Pensamento Crítico

Domínios da Computação	Aplicações do Pensamento Crítico
Algoritmos e Programação	Facilita o desenvolvimento de soluções eficientes e a compreensão de problemas algorítmicos. Estimula a criação de códigos mais eficientes e a resolução criativa de problemas complexos (Ilic, 2021)
Alfabetização Digital	Essencial para compreender o cenário de informação digital, discernindo a veracidade e relevância das informações online. Promove a avaliação crítica de fontes e o uso ético da tecnologia (Cortazar <i>et al.</i> , 2021)

Domínios da Computação	Aplicações do Pensamento Crítico
Integração <i>STEAM</i> ¹	Promove a aprendizagem interdisciplinar, fortalecendo habilidades matemáticas e de resolução de problemas. Incentiva a aplicação de conceitos de computação em outros campos científicos (Korkmaz, 2017)
Robótica e <i>Hardware</i>	Fomenta a análise de sistemas complexos e a resolução de problemas práticos através do uso ou programação de <i>hardware</i> e desenvolvimento de sistemas embarcados.(Korkmaz, 2017)
Inteligência Artificial	Promove a reflexão sobre implicações éticas e sociais das tecnologias de IA e a tomada de decisões éticas no desenvolvimento de sistemas inteligentes (UNICEF, 2023; Martins <i>et al.</i> , 2024)

Fonte: Compilação baseada em: [Ilic (2021); Cortázar et al., (2021); Korkmaz (2017); UNICEF (2023) e Martins *et al.* (2024)].

Nesse sentido, algumas diretrizes destacam a importância do pensamento crítico, como por exemplo a ACM/IEEE-CS (2023) para o currículo de Ciência da Computação e a formação de profissionais de TI². Outras diretrizes e *frameworks* com o mesmo propósito, promover o pensamento crítico, são elencadas no Quadro 4:

Quadro 4: Domínios e aplicações em computação do Pensamento Crítico

Diretrizes, iniciativas e <i>frameworks</i>	Breve descrição
Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)	As diretrizes para os cursos de graduação em Engenharia, estabelecidas pelo Ministério da Educação do Brasil, enfatizam o perfil e habilidades do pensamento crítico como uma competência essencial para os futuros engenheiros (Brasil, 2019).
DigComp 2.2 (<i>Digital Competence Framework for Citizens</i>)	<i>Framework</i> da União Europeia, inclui o pensamento crítico como uma competência fundamental na área de informação e alfabetização de dados (Vuorikari <i>et al.</i> , 2022).
P21 (<i>Partnership for 21st Century Learning</i>)	<i>Framework</i> amplamente adotado nos Estados Unidos, que lista o pensamento crítico como uma das habilidades essenciais para o sucesso no século XXI em diversas áreas profissionais (P21, 2019).

Fonte: Compilação baseada em: [Brasil (2019); Vuorikari *et al.* (2022) e P21 (2019)]

2.3 Avaliação do Pensamento Crítico

A avaliação do pensamento crítico é um componente essencial no processo educacional, servindo múltiplos propósitos tanto para estudantes quanto para educadores. Para os estudantes, essa avaliação oferece um *feedback* sobre o desenvolvimento de suas habilidades de pensamento crítico, permitindo-lhes identificar áreas de força e oportunidades de melhoria. Isso facilita não apenas seu processo de aprendizagem, mas também seu desenvolvimento pessoal e profissional (Pedrosa-de-Jesus e Guerra, 2018).

Do ponto de vista dos educadores, a avaliação do pensamento crítico fornece compreensões sobre as habilidades cognitivas dos estudantes, incluindo sua capacidade de análise e percepção. Essas informações são fundamentais para o desenvolvimento e adaptação de

¹ STEAM: Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

² TI: Tecnologia da Informação

metodologias de ensino que atendam de forma mais eficaz às necessidades dos estudantes, além de identificar lacunas em sua compreensão (Vincent-Lancrin, 2023; Criticalthinking.org, 2019).

Métodos de avaliação. Existe uma variedade de métodos para avaliar o pensamento crítico, cada um com suas próprias vantagens e limitações. Ainda não há um consenso sobre o método ideal de avaliação, e a escolha muitas vezes depende do contexto específico e dos objetivos da avaliação (Anders *et al.*, 2019). Alguns dos métodos mais comumente utilizados incluem (Quadro 5):

Quadro 5: Métodos para avaliação do pensamento crítico

Método	Descrição
Avaliação baseada em desempenho	Este método requer que os estudantes demonstrem ou apliquem suas habilidades através da criação de uma resposta, um produto ou da realização de uma tarefa específica. Exemplos incluem a documentação de projetos ou a criação de artefatos como aplicativos ou códigos (Braun <i>et al.</i> , 2020).
Autoavaliação	Neste método, os estudantes analisam seu próprio progresso de aprendizagem. Embora seja útil para entender a percepção dos estudantes sobre sua própria aprendizagem, este método pode ser limitado em termos de validade e precisão devido à subjetividade inerente (Andrade, 2019; Taylor, 2014).
Observação	Este método avalia as transformações no comportamento, desempenho e interações dos estudantes através da observação direta. Pode incluir o uso de listas de verificação ou anotações detalhadas do observador (Allen <i>et al.</i> , 2011).
Entrevista	As entrevistas são usadas para compreender os processos de pensamento e aprendizagem dos estudantes de forma mais profunda. Podem ser estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas, cada formato oferecendo diferentes níveis de revelações (Creswell <i>et al.</i> , 2018).
Testes	Estes métodos são frequentemente usados para medir o progresso e o impacto de intervenções educacionais. Exemplos incluem testes de múltipla escolha ou perguntas abertas (Morrison, <i>et al.</i> , 2019).

Fonte: Compilação baseada em [Braun *et al.* (2020); Andrade (2019); Taylor (2014); Allen *et al.* (2011); Creswell *et al.* (2018) e Morrison, *et al.* (2019)]

Instrumentos de medida padronizados. Vários instrumentos de medida, como testes padronizados e comerciais, são amplamente utilizados para avaliar, dentre outras perspectivas do contexto do estudante, o pensamento crítico. Estes instrumentos são desenvolvidos com foco na confiabilidade, validade e precisão da avaliação (Criteriacorp, 2023; Insight Assessment, 2023). Alguns exemplos incluem (Quadro 6):

Quadro 6: Exemplo de instrumentos padronizados e comerciais de medidas

Instrumento padronizado	Uso típico	Referência
<i>California Critical Thinking Skills Test (CCTST)</i>	Admissões, orientação e retenção, eficácia do currículo e documentação dos resultados de aprendizado dos estudantes.	(Facione, 1990)
<i>Test of Everyday Reasoning (TER)</i>	Avaliações educacionais, seleção de funcionários e avaliações de programas.	(Facione <i>et al.</i> , 2012)
<i>Cornell Critical Thinking Test Level X (CCTT)</i>	Avaliação educacional para prever o desempenho dos alunos em exames de proficiência, para programas de admissões em faculdades, carreiras e empregos.	(Ennis <i>et al.</i> , 2005)
<i>Computer Thinking Skill Level - Secondary school (CTLS)</i>	Avaliação educacional	(Korkmaz, Çakır, Özden, 2015)

Fonte: Compilação baseada em: [Facione (1990); Facione *et al.* (2012); Ennis *et al.* (2005) e Korkmaz, Çakır, Özden, (2015)]

Confiabilidade e Validade dos Métodos de Avaliação. A eficácia das avaliações de pensamento crítico depende essencialmente da qualidade dos instrumentos utilizados,

principalmente em termos da confiabilidade e validade. As principais análises para os aspectos da qualidade dos métodos de avaliação são apresentados no Quadro 7:

Quadro 7: Aspectos, métodos e descritores da qualidade do instrumento de avaliação

Aspecto	Método de Análise	Descrição	Interpretação	Referência
Confiabilidade	Alfa de Cronbach (α)	Mede a consistência interna	$\alpha \geq 0,9$: Excelente; $0,9 > \alpha \geq 0,8$: Bom; $0,8 > \alpha \geq 0,7$: Aceitável	(Cronbach, 1951)
	Coeficiente Omega de McDonald	Estima a proporção de variância atribuível ao construto	Valores próximos a 1,0 indicam boa consistência interna	(McDonald, 1999)
Validade	Análise Fatorial	Identifica estruturas subjacentes	Carga fatorial $> 0,30$ indica correlação moderada	(Glorfeld, 1995)
	Teoria de Resposta ao Item	Analisa relação entre habilidades latentes e respostas	Parâmetros: dificuldade (b), discriminação (a), e pseudo-adivinhação (c)	(DeVellis, 2017)
	Análise Fatorial Confirmatória	Verifica estrutura fatorial	$\chi^2 < 3$: bom; CFI, GFI, AGFI, IFI, TLI, NFI $> 0,90$: bom; SRMR $< 0,08$: bom ajuste; RMSEA $< 0,05$: excelente	(Jöreskog, 1969)
	Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	Mede a adequação da amostra para análise fatorial	$> 0,9$: Excelente; $0,8-0,9$: Bom; $0,7-0,8$: Médio; $0,6-0,7$: Razoável; $0,5-0,6$: Ruim; $< 0,5$: Inaceitável	(Kaiser, 1974)
	Teste de esfericidade de Bartlett	Testa se a matriz de correlação é uma matriz identidade	$p < 0,05$ indica que os dados são adequados para análise fatorial	(Snedecor <i>et al.</i> , 1989)

Fonte: Contribuição baseada em: [Cronbach (1951); McDonald (1999); Glorfeld (1995); DeVellis (2017); Jöreskog (1969); Kaiser (1974) e Snedecor *et al.* (1989)]

A consideração e análise desses aspectos de qualidade são importantes para garantir que as avaliações, como instrumentos de medidas, fornecem resultados consistentes e precisos.

3 Trabalhos Relacionados

A literatura sobre pensamento crítico é vasta e abrange diversas áreas do conhecimento. No contexto do pensamento computacional, revisões sistemáticas conduzidas por Rao e Bhagat (2024), Tang *et al.* (2020) e Kalelioglu *et al.* (2016) oferecem achados importantes sobre a integração do pensamento crítico no ensino de computação. Esses estudos destacam a importância do pensamento crítico na resolução de problemas complexos e no desenvolvimento de habilidades computacionais.

Além disso, pesquisas como a de Alves *et al.* (2021) investigaram a criatividade dos estudantes, complementando a compreensão das habilidades cognitivas essenciais no ambiente educacional. A relevância do pensamento crítico transcende o campo da computação, estendendo-se a outras áreas como a saúde, onde estudos como os de Araújo *et al.* (2024a), Cui *et al.* (2018) e Zuriguel *et al.* (2015), exploraram sua aplicação e importância. Esses estudos ressaltam a necessidade de habilidades críticas para enfrentar desafios complexos em diferentes contextos profissionais.

No campo educacional mais amplo, Lorencová *et al.* (2019) avaliaram como o pensamento crítico é promovido nos programas de formação de professores, enquanto Ahern *et al.* (2019) e

Payan-Carreira *et al.* (2019) analisaram intervenções práticas para promover habilidades de pensamento crítico de estudantes de engenharia e outras áreas. Uma meta-análise realizada por Andreucci-Annunziata *et al.* (2023), sintetizou múltiplas revisões sobre a promoção do pensamento crítico no ensino, proporcionando uma visão ampla do estado da arte. Essas análises destacam a importância de abordagens abrangentes e contextuais para o desenvolvimento eficaz do pensamento crítico.

Adicionalmente, pesquisas sistemáticas têm abordado o desenvolvimento do pensamento crítico em diversos níveis educacionais. Alguns autores focaram na educação infantil (O'Reilly *et al.*, 2022), no ensino fundamental (Catojo e Nunes, 2024; Aktoprak *et al.*, 2022; Billah *et al.*, 2021), e no ensino médio (Aji e Nugraheni, 2023; Huang, 2019; Ab. Wahid, 2022). No ensino superior, Puig *et al.* (2019) avaliaram as intervenções de pensamento crítico caracterizando as estratégias utilizadas em diversas áreas de ensino e Antonova *et al.* (2020) revisaram as experiências práticas das universidades europeias e asiáticas na promoção do pensamento crítico. Esses estudos evidenciam a diversidade de abordagens e a necessidade de adaptação às necessidades específicas de cada contexto educacional.

Um estudo importante de Cruz *et al.* (2017) analisou 27 casos, explorando como professores universitários portugueses fomentaram habilidades e disposições de pensamento crítico em seus estudantes de maneira contínua e eficaz. A avaliação das habilidades de pensamento crítico também tem sido objeto de revisões sistemáticas, como evidenciado nos trabalhos de Wen *et al.* (2022), que analisaram o uso de ferramentas gamificadas de avaliação online, e Lee (2020), que examinou a eficácia e características da avaliação formativa na educação básica americana.

Embora existam diversos estudos sobre o ensino e desenvolvimento do pensamento crítico em várias áreas do conhecimento, incluindo revisões sistemáticas e avaliações que destacam sua importância no ensino de computação, há uma lacuna na literatura sobre a avaliação eficaz dessas habilidades, no contexto do ensino de computação, tanto no ensino técnico quanto superior. A maioria dos estudos se concentra em promover o pensamento crítico, mas falta uma abordagem sistemática para medir e avaliar essas habilidades de forma adequada. Esta carência de instrumentos e metodologias rigorosas limita a compreensão e o aprimoramento do desenvolvimento dessas competências essenciais para a prática profissional na área.

Dessa forma, este artigo busca realizar um mapeamento sistemático da literatura para identificar e analisar as abordagens existentes para a avaliação do pensamento crítico no ensino de computação. Ao fazê-lo, pretende fornecer uma base para o desenvolvimento de metodologias eficazes de avaliação e contribuir para o avanço da prática educacional nesse campo.

4 Metodologia

Para identificar o estado da arte atual dos estudos que avaliam o pensamento crítico na computação, foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura, seguindo o procedimento proposto por Petersen *et al.* (2008) e Petersen *et al.* (2015). O mapeamento iniciou com a definição da problemática central e das questões norteadoras da pesquisa, alinhadas aos objetivos do estudo e estabelecendo os limites dessa investigação. Posteriormente, foi procedido à definição do protocolo metodológico para a revisão, especificando as fontes de dados a serem exploradas, os termos de busca a serem utilizados e os critérios para a seleção dos estudos.

Com base no protocolo estabelecido, executou-se a pesquisa nas fontes de dados selecionadas. Os resultados obtidos foram então submetidos a um processo de triagem, aplicando-se os critérios de inclusão, exclusão e qualidade previamente estipulados. Após a identificação dos estudos pertinentes, procedeu-se à coleta sistemática das informações relevantes para as questões de análise, seguindo a metodologia de extração predefinida. Na etapa final, os dados

reunidos foram submetidos a um processo de análise crítica, interpretação e discussão, visando construir uma visão abrangente do tema em questão.

4.1 Definição do Protocolo de Revisão

Para orientar esse mapeamento sistemático, a pergunta da pesquisa é: Como avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico, ou algumas de suas habilidades, no ensino de computação no ensino técnico e superior?

Esta pergunta de pesquisa pode ser subdividida nas seguintes questões de análise:

QA1. Em quais níveis educacionais, curso, características do curso e demográfico dos participantes são promovidas as habilidades de pensamento crítico?

QA2. Como as habilidades de pensamento crítico são avaliadas?

QA3. Quais habilidades do pensamento crítico são avaliadas?

QA4. Como os estudos avaliaram a confiabilidade e validade dos métodos de avaliação do pensamento crítico?

Fonte de dados. Para alcançar os artigos selecionados, foi realizada uma busca nas principais bibliotecas e repositórios digitais em computação, incluindo o arXiv, ERIC (Departamento de Educação dos EUA), IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect e SpringerLink acessíveis via Portal Capes. Também foram realizadas buscas no Google Scholar e no Google para garantir uma pesquisa abrangente e reduzir a possibilidade de omitir estudos, seguindo a abordagem recomendada por Piasecki *et al.* (2018).

Crítérios de inclusão e exclusão. Foram excluídos artigos com apenas um resumo e apenas uma página. A seleção dos artigos foi realizada seguindo rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, conforme detalhado no Quadro 8. Estes critérios foram cuidadosamente elaborados para garantir a relevância e a especificidade dos estudos incluídos na análise, assegurando a captura de forma abrangente das pesquisas pertinentes ao tema em questão.

Quadro 8: Critérios de inclusão e exclusão.

	Inclusão	Exclusão
Foco	Avaliação do pensamento crítico no ensino de computação	Avaliação de outras habilidades (p. ex., criatividade, aprendizado, pensamento analítico, solução de problemas, etc.)
Contexto	Ensino de computação	Outras áreas (p. ex. psicologia, medicina, etc.). E de informática básica (p. ex. planilhas, operação de computador)
Conteúdo	Aplicação ou desenvolvimento das avaliações das habilidades de pensamento crítico	Nenhuma aplicação ou desenvolvimento de uma avaliação de pensamento crítico
Etapa Educacional	Ensino superior, Ensino técnico	Outros estágios educacionais (p. ex. Ensino Fundamental e Médio) ou treinamento de professores
Idioma de publicação	Inglês	Outros idiomas, p. ex., chinês, espanhol, português, etc.
Tipo de publicação	Artigos científicos em periódicos, conferências, repositórios on-line conhecidos e trabalhos acadêmicos (p. ex., dissertações, teses, etc.)	Artigos de sites, blogs, vídeos e outras revisões/mapeamentos sistemáticos

Fonte: Elaborado pelos autores

Critério de qualidade. No escopo deste mapeamento, os artefatos que apresentam a aplicação ou o desenvolvimento de uma avaliação do pensamento crítico como parte do ensino de computação no ensino técnico e superior foram considerados, conforme os critérios de inclusão/exclusão apresentados no Quadro 8.

Definição dos termos de busca. Em consonância com os objetivos, foram incluídos termos de busca que englobam os conceitos centrais da pesquisa, incluindo variantes e correlatos terminológicos, como detalhado no Quadro 9. A definição desses termos de busca foi resultado de um processo iterativo de refinamento, envolvendo múltiplas pesquisas exploratórias preliminares. Como resultado desse processo, a *string* de busca incluiu termos centrais como '*critical thinking*' para o conteúdo buscado; '*assessment*', para o foco da pesquisa; '*higher education*' para etapa educacional e '*computing*' para o contexto. Também incluiu seus sinônimos e variações (por exemplo, '*evaluate*', '*measure*', '*university*', '*programming*'). E incluiu o caractere coringa *, para capturar variações sobre o mesmo termo (por exemplo '*evaluat**', capturando variações como *evaluating*, *evaluate*, *evaluation*, etc.) A lista completa de termos e a estrutura da *string* de busca para cada fonte de dados estão detalhadas no Apêndice F.

Este procedimento visou assegurar a abrangência da busca, minimizando a possibilidade de omissão de estudos relevantes no campo da avaliação do pensamento crítico no ensino da computação.

Quadro 9: Definição dos termos de busca

Idioma	Conceito central	Variantes terminológicas	Busca genérica
Inglês	<i>Critical thinking;</i> <i>Assessment;</i> <i>Higher Education;</i> <i>Computing</i>	<i>Assessment:</i> <i>assess*</i> , <i>measur*</i> , <i>evaluat*</i> , <i>analy*</i> ; <i>Higher Education:</i> " <i>k-14</i> ", " <i>higher education</i> ", " <i>college</i> ", " <i>university</i> ", <i>undergrad*</i> , " <i>course</i> ", " <i>introductory</i> ", " <i>CS1</i> ", " <i>CS2</i> "; <i>Computing:</i> <i>coding</i> , <i>programming</i> , " <i>computational thinking</i> ", " <i>computer science</i> "	[("critical thinking") AND (assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*) AND ("k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2") AND (computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science")]

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2 Execução da busca

A pesquisa foi realizada em setembro de 2024. A busca inicial retornou 455,323 resultados. O processo de seleção seguiu as seguintes etapas:

1. Leitura de títulos, resumos e palavras-chave dos primeiros 200 resultados de cada fonte de dados, seguindo a ordem de relevância de cada mecanismo de busca;
2. Aplicação dos critérios de inclusão/exclusão nos artigos identificados na etapa '1';
3. Leitura da introdução e conclusão dos artigos que passaram pela etapa '2' para verificar o alinhamento com os critérios;
4. Seleção final dos estudos para análise completa.

Após a etapa '3', 47 artigos foram inicialmente selecionados, dos quais para a etapa '4', 12 artigos foram considerados adequados para a análise final após uma revisão mais detalhada (Quadro 10).

Os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão e qualidade estabelecidos foram excluídos. Artigos que não apresentaram um instrumento ou método de avaliação do pensamento crítico (p. ex., Adam *et al.*, 2023 ; Giordano e Maiorana, 2014; NG *et al.*, 2023), foram desconsiderados. Também foram excluídos artigos que não tinham como foco a computação (p. ex. Kleemola *et al.*, 2022; Shavelson *et al.*, 2019; Cargas *et al.*, 2017). Ainda foram excluídos artigos sobre avaliações voltadas a outros níveis educacionais, como a pós-graduação (p. ex. Al-Mubaid e Bettayeb, 2017; Mäkiö e Mäkiö, 2023).

Quadro 10: Número de artigos identificados por repositórios e etapas de seleção.

Repositório	No. de resultados encontrados	No. de artigos potenciais	No. de artigos selecionados
ArXiv	13	2	1
ERIC	259	4	0
IEEE Xplore	148	10	0
Science Direct	209	1	1
SCOPUS	54	7	2
SpringerLink (conference)	1151	1	0
SpringerLink (artigos)	959	6	2
Wiley	30	0	0
Google	46500	2	2
Google Scholar	406000	14	4
Total (sem duplicatas)			12

Fonte: Elaborado pelos autores

5 Análise dos Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados de cada uma das questões de análise. As informações detalhadas extraídas dos estudos encontrados são apresentadas no Apêndice A-E.

5.1 Resultados Gerais

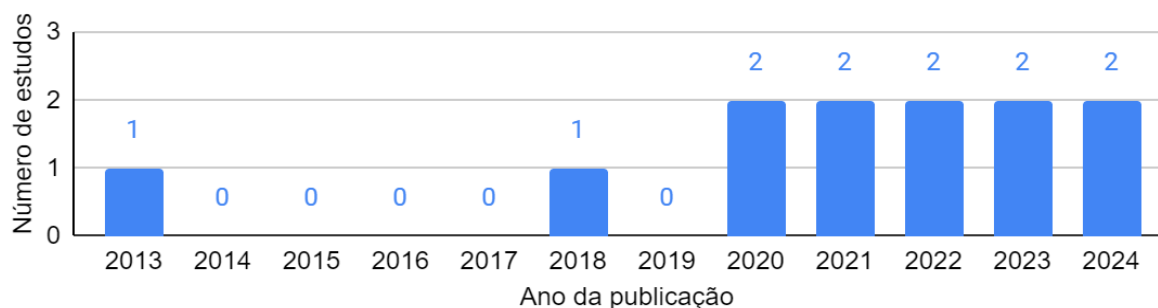
Este mapeamento sistemático identificou 12 artigos que abordam a avaliação do pensamento crítico no ensino técnico e superior (Quadro 11). É observado que os estudos tiveram um aumento a partir de 2020 (Figura 1).

Quadro 11: Artigos selecionados

Referência	Título
Chang e Wongwatkit (2024)	Effects of a peer assessment-based scrum project learning system on computer programming's learning motivation, collaboration, communication, critical thinking, and cognitive load. <i>Education and Information Technologies</i> , 29(6), 7105-7128.
Gong et al. (2020)	Exploring the key influencing factors on college students' computational thinking skills through flipped-classroom instruction. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 17(19).
Guggemos et al. (2023).	Computational thinking assessment – Towards more vivid interpretations. <i>Tech Know Learn</i> , 28(4), 539–568.
Kaur e Chahal(2023)	Exploring personality and learning motivation influences on students' computational thinking skills in introductory programming courses. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 32(5), 778–792.
Lin e Chen (2020)	Design and Evaluation of a Deep Learning Recommendation Based Augmented Reality System for Teaching Programming and Computational Thinking. <i>IEEE Access</i> , 8, 45689-45699.
Liu, et al. (2018)	Assessing college critical thinking: preliminary results from the Chinese HEIghten® Critical Thinking assessment. <i>Higher Education Research and Development</i> , 37(5), 999–1014.
Liu e Zhang (2022)	Improving students' higher order thinking skills and achievement using WeChat-based flipped classroom in higher education. <i>Educational Information Technologies</i> , 27(6), 7281–7302.
Marques et al. (2021)	Using a distributed systems laboratory to facilitate students' cognitive, metacognitive and critical thinking strategy use. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> , 37(6), 1426-1437.
Song et al. (2021)	Applying computational analysis of novice learners' computer programming patterns to reveal self-regulated learning, computational thinking, and learning performance. <i>Computers in Human Behavior</i> , 120, 106746.
Toker e Batuary (2022)	Developing disposition to critical thinking and problem-solving perception in instructional design projects for producing digital materials. <i>International Journal of Technology and Design Education</i> , 32(3), 1267–1292.
Varela et al. (2024)	Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.04340
Walden et al. (2013)	An informatics perspective on computational thinking. ITiCSE '13: Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education, 4-9. https://doi.org/10.1145/2462476.248379

Fonte: Elaborado pelos autores

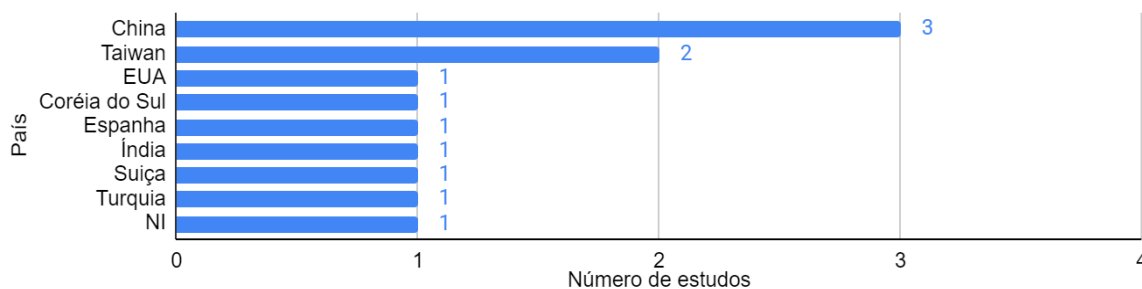
Figura 1: Estudos sobre a avaliação do pensamento crítico no contexto do ensino da computação no ensino técnico e superior, por ano



Fonte: Elaborado pelos autores

Dos estudos que avaliam o pensamento crítico no ensino superior, há uma predominância dessa avaliação nos países asiáticos, com três estudos realizados na China (Gong *et al.*, 2020, Liu *et al.*, 2018 e Liu e Zhang, 2022) (Figura 2). Liu *et al.* (2018), investigaram as evidências de validade em relação ao uso de um instrumento de avaliação chinês, enquanto Liu e Zhang (2022) avaliaram os efeitos do pensamento de ordem superior, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas em salas de aula tradicionais e invertidas. Em destaque dos estudos, foi observado um estudo realizado na Turquia (Toker e Batuary, 2022). Nesse estudo, Toker e Batuary (2022) buscaram investigar o desenvolvimento de percepções de pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas entre um grupo de estudantes participantes de projetos de design instrucional. Outros estudos foram observados, por exemplo, em Taiwan (n=2) (Chang e Wongwatkit, 2024 e Lin e Chen, 2020) e recentemente na Índia (Kaur e Chahal, 2023) e Suíça (Guggemos *et al.*, 2023).

Figura 2 - Distribuição dos estudos por país.



*NI: Não informado/não identificado

Fonte: Elaborado pelos autores

5.2 QA1. Em quais níveis educacionais, curso, características do curso e demográfico dos participantes são promovidas as habilidades de pensamento crítico?

Quase todos os estudos são direcionados ao ensino superior (n=11) (p. ex. Kaur e Chahal, 2023; Gong *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2018). Grande parte dos estudos (n=5) foca em cursos de Ciência da Computação e Engenharias (p. ex. Kaur e Chahal, 2023; Liu *et al.*, 2018; Varela *et al.*, 2024). Outros cursos abordados incluem ainda cursos de tecnologia como p. ex. "Tecnologia da Informação" (Liu e Zhang, 2022), "Informática Empresarial" (Walden *et al.*, 2013) e "Tecnologia Instrucional" (Toker e Batuary, 2022). Também foram observados estudos que tratam a multidisciplinaridade, como p. ex. Lin e Chen (2020), que avaliaram o pensamento crítico para estudantes nos "Departamentos de Artes", "Música" e "Administração Pública".

Em um total de três estudos, os estudantes ingressantes no ensino superior (da primeira fase) foram o público alvo da promoção do pensamento crítico (Gong *et al.*, 2020; Varela *et al.*, 2024; Walden *et al.*, 2013). Apenas em um estudo foi reportado a promoção do pensamento crítico no ensino considerado médio superior, "*Kantonsschule*³" (Guggemos *et al.*, 2023).

Alguns estudos mencionam qual a abordagem trabalhada em computação, e destes, o conteúdo de "programação de computadores" são reportados em Chang e Wongwatkit (2024) e Lin e Chen (2020). Também é reportado conteúdos como "atividades de software" (Song *et al.*, 2021) e "Princípios de Informática" (Walden *et al.*, 2013). Liu e Zhang (2022) investigaram o pensamento crítico ao apresentar o conteúdo de banco de dados, no qual os estudantes trabalharam com a *Structured Query Language* (SQL).

Em relação à proficiência e conhecimentos prévios dos estudantes, alguns estudos fornecem informações relevantes. Por exemplo, Kaur e Chahal (2023) mencionam que os participantes já haviam concluído seu primeiro curso introdutório de programação e tinham conhecimento básico de programação no Ensino Médio. Liu e Zhang (2022) relatam que todos os participantes compreendiam banco de dados e eram capazes de "manusear" habilmente um computador. Marques *et al.* (2021) indicam que os estudantes tinham habilidades de programação, com níveis variando de médio a alto, tendo já participado de três cursos de programação, um curso de sistemas operacionais e um curso de redes de computadores e Internet.

Quanto aos dados demográficos, a faixa etária dos participantes varia entre os estudos. Guggemos *et al.* (2023) mencionam uma média de aproximadamente 17 anos, enquanto Marques *et al.* (2021) indicam uma média de aproximadamente 36 anos. A quantidade de participantes varia de 85 estudantes (Toker e Batuary, 2022) à 1138 estudantes (Varela *et al.*, 2024). Em termos de sexo atribuído ao nascimento, alguns estudos apresentam equilíbrio entre estudantes masculinos e femininos (p. ex. Guggemos *et al.*, 2023; Toker e Batuary, 2022; Kaur e Chahal, 2023) até proporções desequilibradas, com mais estudantes masculinos do que femininos (p. ex. Liu *et al.*, 2022; Varela *et al.*, 2024).

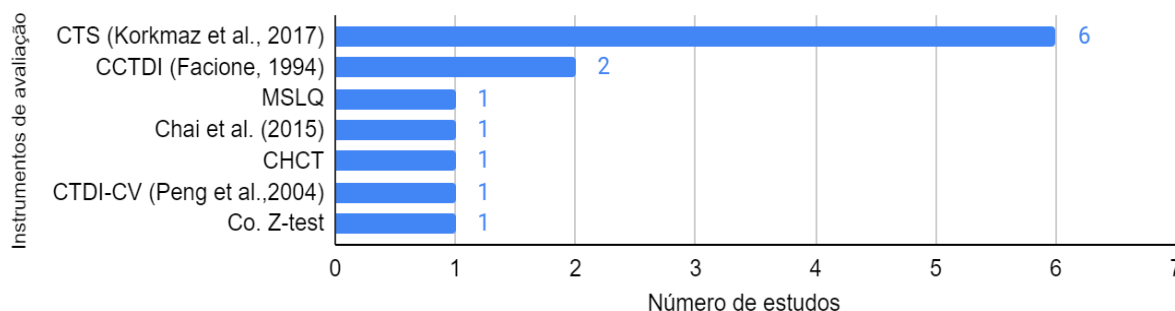
5.3 QA2. Como as habilidades de pensamento crítico são avaliadas?

A maioria dos estudos (n=11) utiliza como método de avaliação uma "autoavaliação" do estudante para medir as habilidades de pensamento crítico (p. ex. Gong *et al.*, 2020; Guggemos *et al.*, 2023). O instrumento de avaliação mais amplamente adotado é o teste padronizado *Computational Thinking Scale* (CTS), desenvolvido por Korkmaz *et al.* (2017). Este instrumento foi utilizado em seis dos onze estudos analisados (Gong *et al.*, 2020; Guggemos *et al.*, 2023; Kaur e Chahal, 2023; Lin e Chen, 2020; Song *et al.*, 2021 e Varela *et al.*, 2024) (Figura 3). O CTS consiste em 5 itens específicos para avaliar o pensamento crítico, utilizando uma escala Likert de 5 pontos. Apenas Varela *et al.* (2024) adicionou um sexto item ao CTS para coletar informações daqueles que não queriam ou não sabiam responder. Lin e Chen (2020), ao utilizar o CTS, incluíram perguntas como

³ *Kantonsschule*: Esse tipo de ensino é uma parte distintiva do sistema educacional suíço, que oferece um caminho acadêmico para os estudantes que pretendem ingressar na universidade.

"Estou muito bom em formular passos para resolver problemas complexos" e "Estou disposto a aprender algo que seja desafiador para eu mesmo" para a avaliação do pensamento crítico.

Figura 3 - Instrumentos de avaliação das habilidades do pensamento crítico



Fonte: Elaborado pelos autores

Outros instrumentos de avaliação utilizados, como testes padronizados, incluem o *California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)* desenvolvido por Facione (1994) (Toker e Batuary, 2022; Walden et al., 2013), *Chinese HEIghTen® Critical Thinking Assessment (CHCT)* (Liu et al., 2018), *Critical Thinking Disposition Inventory (CTDI-CV)* versão chinesa (Liu e Zhang, 2022), e o *Critical Thinking Co. Z-test* (Walden et al., 2013).

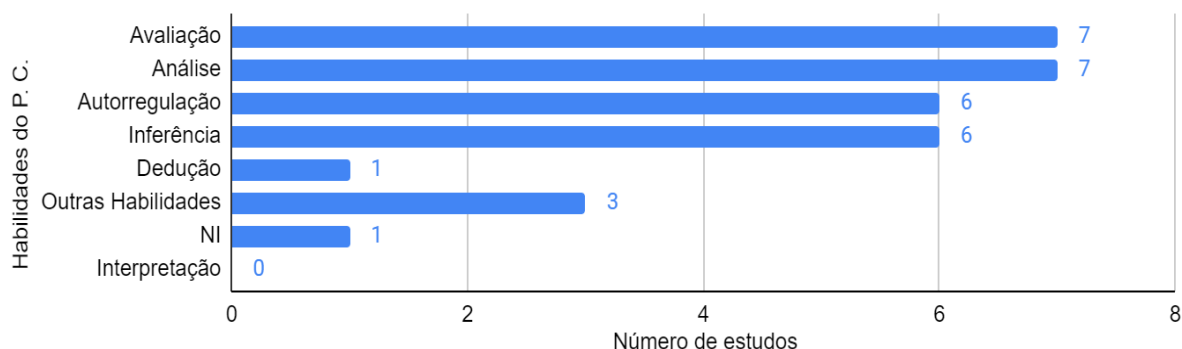
Alguns estudos adaptaram instrumentos de avaliação existentes ou desenvolveram seus próprios questionários: Marques et al. (2021) adaptaram o *Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)* de Pintrich et al. (1991), utilizando apenas 2 itens específicos para pensamento crítico. E Chang e Wongwatkit (2024) utilizaram um questionário de pensamento crítico desenvolvido por Chai et al. (2015).

Os demais instrumentos de avaliação utilizam escalas Likert, variando de 5 a 7 pontos. O número de itens nos questionários varia consideravelmente, desde 2 itens (Marques et al., 2021) até 70 itens (Liu e Zhang, 2022).

5.4 QA3. Quais habilidades do pensamento crítico são avaliadas?

Um total de sete estudos avaliam a maioria das habilidades centrais de pensamento crítico (Análise, Avaliação, Autorregulação e Inferência), identificadas por Facione (1990) no Relatório Delphi. Dessas habilidades centrais, apenas a "Interpretação" não foi avaliada em nenhum estudo (Figura 4).

Figura 4 - Habilidades de pensamento crítico avaliadas nos estudos



*NI: Não informado/não identificado

Fonte: Elaborado pelos autores

Nos cinco estudos que utilizam o instrumento *Computational Thinking Scale* (CTS) de Korkmaz *et al.*, (2017) é possível inferir a avaliação das habilidades centrais de pensamento crítico definidas por Facione (1990) (p.ex. Varela *et al.*, 2024; Gong *et al.*, 2020). O "item 37" do CTS "*É divertido tentar resolver problemas complexos*", adere-se à habilidade "Inferência" ao implicar uma disposição para se envolver no processo de tirar conclusões e fazer previsões baseadas em informações complexas. Resolver problemas complexos frequentemente requer pensamento inferencial para conectar peças díspares de informação e chegar a soluções. O "item 35", "*Estou disposto a aprender coisas desafiadoras*", se alinha com a "Autorregulação", pois demonstra uma consciência metacognitiva do próprio processo de aprendizagem e uma disposição para se desafiar. A "Autorregulação" envolve monitorar e ajustar as próprias atividades cognitivas, o que inclui assumir tarefas de aprendizagem desafiadoras. O "item 39", "*Tenho orgulho de ser capaz de pensar com grande precisão*", se relaciona com a "Análise" porque o pensamento preciso envolve decompor ideias complexas em suas partes componentes e examinar relações entre conceitos. O orgulho no pensamento preciso sugere uma forte capacidade analítica. E o "item 72", "*Faço uso de um método sistemático ao comparar as opções à mão e ao chegar a uma decisão*" se alinha com as habilidades de "Avaliação". Ela descreve uma abordagem sistemática para comparar opções e tomar decisões, o que envolve avaliar a credibilidade e a força lógica de diferentes alternativas antes de chegar a uma conclusão.

Dos estudos observados, uma das habilidades de pensamento crítico mais frequentemente considerada nos instrumentos é a "Avaliação", observada em (n=7) estudos (p. ex. Chang e Wongwatkit, 2024 e Gong *et al.*, 2020). Nos estudos de Chang e Wongwatkit (2024) são incluídos itens que consideram a habilidade dos estudantes de "avaliar" ao considerar diferentes opiniões e decidir qual faz mais sentido.

A habilidade de pensamento crítico, "Análise", também é frequentemente avaliada nos estudos observados (n=7) (p. ex. Chang e Wongwatkit, 2024; Marques *et al.*, 2021) e nos estudos que usam o instrumento CTS (n=6) (p. ex. Kaur e Chahal, 2020; Lin e Chen, 2020). Ao utilizarem o questionário para avaliar o pensamento crítico de Chai *et al.* (2015), o estudo de Chang e Wongwatkit (2024) inclui itens que avaliam a promoção da habilidade "Análise" dos estudantes de "*pensar sobre outras possíveis formas de entender o que estão aprendendo*". Marques *et al.* (2021) no item do questionário *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) de Pintrich *et al.* (1991), "*Ao ler e analisar o feedback da ferramenta, eu tentei conectar as coisas com o que eu já sabia*", é inferido a habilidade "Análise" pela capacidade de análise de um *feedback* recebido e identificação de relações entre novas informações e conhecimentos prévios.

A habilidade de pensamento crítico "Autorregulação" é avaliada em (n=6) estudos (p. ex. Gong *et al.*, 2020; Marques *et al.*, 2021). Nos estudos de Marques *et al.* (2021), do item "*Usei o que aprendi com a experiência anterior com a ferramenta (em fases anteriores) para fazer uma nova fase*", indica a capacidade dos estudantes de refletir sobre experiências passadas, aplicar ativamente o conhecimento adquirido a novas situações e monitorar e ajustar seu próprio processo de aprendizagem. Outra habilidade avaliada é a "Inferência", observada em (n=6) estudos (p. ex. Varela *et al.*, 2024; Marques *et al.*, 2021; Gong *et al.*, 2020). Nos estudos de Gong *et al.* (2020) no item 37 do CTS de Korkmaz *et al.* (2017), "*É divertido tentar resolver os problemas complexos*", é inferida a habilidade "Inferência", instigando o estudante a se desafiar e experimentar novos desafios.

Em contraste, a "Interpretação" é a habilidade que não foi explicitada ou inferida em nenhum instrumento de avaliação.

Além dessas habilidades centrais, alguns estudos (n=3) avaliam outras habilidades adicionais de pensamento crítico explanadas por Yeh (2003), como: "Dedução", avaliada em estudos como Chang e Wongwatkit (2024), que inclui itens sobre fornecer razões e evidências para opiniões, e Walden *et al.* (2013) que explicita sua análise ao utilizar o instrumento *Critical*

Thinking Co. Z-test. Outras habilidades são "Reconhecimento de suposições" e "Indução", habilidades avaliadas em estudos que utilizam instrumentos mais abrangentes, como o *California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)* usado por Toker e Batuary (2022) e o *Critical Thinking Co. Z-test* usado por Walden *et al.*, (2013).

Apenas um estudo (Liu *et al.*, 2018) não mencionou explicitamente as habilidades de pensamento crítico avaliadas, e que também, não foi possível inferir sobre estas.

5.5 QA4. Como os estudos avaliaram a confiabilidade e validade dos métodos de avaliação do pensamento crítico?

A maioria dos estudos (n=8) avalia o instrumento de avaliação do pensamento crítico, principalmente por meio de medidas de confiabilidade e de validade. No entanto, há uma variação considerável na extensão e profundidade dessas avaliações entre os estudos.

Quanto à confiabilidade: a maioria dos estudos (n=8) relata medidas de confiabilidade, principalmente por meio do coeficiente alfa de Cronbach (Quadro 12). Os valores de alfa de Cronbach variam de 0,39 (Toker e Batuary, 2022) a 0,964, (Liu e Chen, 2020), indicando confiabilidades divergentes, variando de ruim a excelente conforme achados dos autores. Alguns estudos também relatam medidas adicionais de confiabilidade, como a Confiabilidade Composta (CR) (Gong *et al.*, 2020) e a Teoria de Resposta ao Item (TRI) (Liu *et al.*, 2018).

Quadro 12: Visão geral das avaliações de confiabilidade

Referência	Tamanho da amostra	Resultados da confiabilidade (alfa de Cronbach)	Síntese dos achados quanto à confiabilidade
(Chang and Wongwatkit, 2024)	NI	$\alpha = 0,77$	Boa
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	NI	$\alpha = 0,96$ (CR=0,87)	Boa
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	NI	$\alpha = 0,8$	NI
(Kaur and Chahal, 2023)	NI	$\alpha = 0,8$	Boa
(Lin and Chen, 2020)	NI	$\alpha = 0,964$	NI
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	2087	$\alpha = 0,6$ confiabilidade marginal baseada na EAP foi de 0,64 sob a estrutura unidimensional da TRI.	NI
(Liu and Zhang, 2022)	NI	NI	NI
(Marques <i>et al.</i> , 2021)	NI	$\alpha = 0,78$	Boa
(Song <i>et al.</i> , 2021)	NI	NI	NI
(Toker and Batuary, 2022)	NI	$\alpha = 0,39$ a 0,85 nas subescalas	NI
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	NI	NI	NI
(Walden <i>et al.</i> , 2013)	NI	NI	NI

*NI: Não informado/não identificado

Fonte: Elaborado pelos autores

Quanto à validade: Quatro estudos relatam medidas de validade. Quando relatada, a validade é frequentemente avaliada por meio de análise fatorial confirmatória (CFA) e medidas relacionadas. Os estudos de Gong *et al.* (2020), Guggemos *et al.* (2023), Kaur e Chahal (2023) e Liu *et al.* (2018), fornecem índices detalhados de ajuste do modelo, incluindo entre estes: o Qui-quadrado normalizado (*Chi-square divided by degrees of freedom*, χ^2/df), Raiz do Erro Quadrático Médio de Aproximação (*Root Mean Square Error of Approximation*, RMSEA), Índice de Ajuste Comparativo (*Comparative Fit Index*, CFI), Índice de Tucker-Lewis (Tucker-Lewis Index, TLI), Índice de Ajuste Normalizado (*Normed Fit Index*, NFI), Índice de Ajuste Incremental (*Incremental Fit Index*, IFI) e Índice de Qualidade de Ajuste (*Goodness of Fit Index*, GFI).

Medidas de validade convergente e discriminante são mencionadas em alguns estudos (n=2) como, por exemplo, a Variância Média Extraída (AVE) (Guggemos *et al.*, 2023 e Gong *et al.*, 2020).

Do tamanho da amostra, grande parte dos estudos não informam o tamanho utilizado para avaliar a qualidade do instrumento de avaliação do pensamento crítico. Somente, Liu *et al.* (2018), relatam e mencionam uma amostra de 2087 participantes e Guggemos *et al.* (2023) uma amostra de 580 participantes.

Alguns estudos (n=5) concluem acerca da qualidade de seus instrumentos. Um total de cinco estudos concluem sobre a confiabilidade (Chang e Wongwatkit, 2024; Gong *et al.*, 2020; Kaur e Chahal, 2023; Liu *et al.*, 2018; Marques *et al.*, 2021)(Quadro 12), e apenas três estudos concluem sobre a validade (Gong *et al.*, 2020; Guggemos *et al.*, 2023 e Kaur e Chahal, 2023)(Quadro 13). Quando a qualidade é relatada, as conclusões geralmente indicam que os instrumentos têm boa confiabilidade e validade adequada. No entanto, há variação considerável na profundidade das análises e na forma como as conclusões são apresentadas entre os estudos. No estudo de Gong *et al.* (2020), as conclusões são desenvolvidas tanto quanto acerca da confiabilidade como da validade. Enquanto nos estudos de Guggemos *et al.* (2023), as conclusões são bastante completas somente acerca da validade.

Outros estudos (n=4) (p.ex. Song *et al.*, 2021; Varela *et al.*, 2024) não fornecem informações sobre a qualidade dos instrumentos de avaliação utilizados (Quadro 13).

Quadro 13: Visão geral da qualidade das avaliações quanto à validade

Referência	Tamanho da amostra	Validade	Síntese dos achados quanto à validade
(Chang and Wongwatkit, 2024)	NI	NI	NI
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	NI	Variância média extraída (AVE) = 0,59 Validade discriminante = 0,77 $\chi^2/df = 2,249 \leq 3,00$ GFI = 0,950 \geq 0,90 AGFI 0,916 \geq 0,90 RMSEA 0,056 \leq 0,08 CFI 0,983 \geq 0,90 TLI 0,975 \geq 0,90 NFI 0,970 \geq 0,90	Aceitável
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	580	YB- $\chi^2(80)=85$ (p=0,341), CFI=0,997, TLI=0,996, RMSEA=0,018 (90% CI [0,000, 0,047]), SRMR=0,040. $\lambda=(0,74, 0,75 \text{ e } 0,78)$ AVE=0,57 Correlações latentes abaixo da diagonal, raiz quadrada de AVE na diagonal, correlações	Aceitável
(Kaur and Chahal, 2023)	NI	$\chi^2/v = 1,61$ RMSEA = 0,08 GFI = 0,82 CFI= 0,9 NFI= 0,76 IFI =0,9	Aceitável
(Lin and Chen, 2020)	NI	NI	NI
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	2087	M2 = 347,79 (df = 277, p < 0,01) RMSEA = 0,01	NI
(Liu and Zhang, 2022)	NI	NI	NI
(Marques <i>et al.</i> , 2021)	NI	NI	NI
(Song <i>et al.</i> , 2021)	NI	NI	NI
(Toker and Batuary, 2022)	NI	NI	NI
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	NI	NI	NI
(Walden <i>et al.</i> , 2013)	NI	NI	NI

*NI: Não informado/não identificado

Fonte: Elaborado pelos autores

6 Discussão

A análise dos resultados deste mapeamento sistemático revela tendências significativas e lacunas importantes na avaliação do pensamento crítico no ensino técnico e superior de computação.

Panorama geográfico e temporal. O predomínio de estudos em países asiáticos, particularmente na China, sugere um foco estratégico na integração do pensamento crítico no currículo de computação nesta região. Esta concentração reflete o desenvolvimento de políticas educacionais específicas e uma maior valorização dessas habilidades no contexto tecnológico asiático. Esta tendência geográfica levanta questões importantes sobre as diferenças culturais na abordagem do pensamento crítico e como essas diferenças podem influenciar as práticas educacionais globalmente.

Dos achados, o aumento de estudos a partir de 2020 indica um interesse crescente neste tópico, possivelmente impulsionado pela crescente demanda por habilidades de pensamento crítico no campo da tecnologia e pela necessidade de adaptar o ensino às demandas atuais, por exemplo, a indústria 4.0 e o avanço da Inteligência Artificial (McKinsey e Company, 2024; UNICEF, 2023).

Contexto educacional e demográfico. A predominância de estudos no ensino superior, especialmente em cursos de Ciência da Computação e Engenharias, reflete o reconhecimento da importância do pensamento crítico nestes campos. Este achado corrobora com o trabalho relacionado de Ahern (2019) que destaca o papel da educação em desenvolver habilidades e empregabilidade em engenharia, o que reforça a ideia de que o pensamento crítico é essencial em áreas tecnológicas. Adicionalmente, a inclusão de estudos em cursos multidisciplinares e de tecnologia sugere uma compreensão da relevância destas habilidades além dos domínios tradicionais da computação, alinhando-se com as práticas instrucionais diversificadas observadas no trabalho relacionado de Payan-Carreira (2019). Além disso, o foco em estudantes ingressantes em alguns estudos é particularmente relevante, pois aponta em direção da preocupação em desenvolver estas habilidades desde o início da formação acadêmica, potencialmente influenciando todo o percurso educacional subsequente.

Métodos de Avaliação e Instrumentos. A prevalência da autoavaliação como método principal de avaliação do pensamento crítico é um achado significativo que pode levar a reflexões de educadores acerca das razões de sua implementação. Embora esta abordagem tenha vantagens acerca da percepção dos estudantes, ela apresenta limitações inerentes em termos de objetividade e pode não capturar completamente o desenvolvimento real das habilidades de pensamento crítico (Taylor, 2014). Estes achados corroboram com o trabalho relacionado de Lee (2020) que também destaca a importância da autoavaliação, mas também a inclusão do *feedback* formal para melhorar o aprendizado, o que pode ser aplicado ao desenvolvimento do pensamento crítico.

Dos achados, a ampla adoção de instrumentos de avaliação como os testes padronizados e comerciais sugere que os estudos demonstram confiança quanto à qualidade e a consistência nesses testes. A ampla adoção do instrumento padronizado *Computational Thinking Scale (CTS)* sugere vantagens na eficácia desse instrumento em captar as principais habilidades de pensamento crítico. Outra vantagem da ampla adoção e da qualidade avaliada está em facilitar a comparação entre os estudos. No entanto, a dependência de um único instrumento levanta questões sobre a adequação para capturar todas as nuances do pensamento crítico no contexto específico da computação, como, por exemplo, habilidades adicionais de pensamento crítico como reconhecimento de premissas, indução e dedução (Yeh, 2003).

Habilidades de pensamento crítico avaliadas. A análise revela um foco predominante em certas habilidades de pensamento crítico, como Avaliação, Análise, Autorregulação e Inferência. Esse conjunto de habilidades, são consideradas pelo Relatório Delphi de Facione (1990) como

habilidades centrais para desenvolver o pensamento crítico. Contudo, nos estudos analisados, a ausência de avaliação da habilidade de "Interpretação" é uma lacuna observada. Essa ausência é significativa, pois a interpretação é essencial para que os estudantes possam contextualizar e compreender problemas complexos, especialmente no contexto da computação, onde a interpretação de dados e informações é crucial. A falta de avaliação dessa habilidade pode resultar em uma compreensão incompleta do desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Essa disparidade nas avaliações das habilidades sugere a necessidade de uma abordagem mais abrangente e equilibrada na avaliação do pensamento crítico. A falta de atenção a habilidades como a "Interpretação" pode resultar em uma compreensão incompleta do ato de pensar criticamente dos estudantes, considerando especialmente a importância desta habilidade em computação, na compreensão e contextualização de problemas complexos (Facione, 1990).

Confiabilidade e Validade dos Instrumentos de Avaliação. A variabilidade na qualidade e no relato das propriedades psicométricas dos instrumentos de avaliação é uma preocupação significativa. Enquanto a maioria dos estudos relata medidas de confiabilidade, principalmente através do coeficiente alfa de Cronbach, há uma falta de avaliações quanto à validade em muitos estudos. Esta lacuna na avaliação e relato da validade dos instrumentos pode comprometer a robustez e a comparabilidade dos resultados entre os estudos. A ausência de análises fatoriais exploratórias e de testes como *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* (Kaiser, 1974) ou o teste de esfericidade de Bartlett (Snedecor *et al.*, 1989) sugere que muitos estudos podem não estar explorando completamente a estrutura e a validade de seus instrumentos.

6.1 Limitações e Desafios dos Instrumentos de Avaliação

Dos achados, observa-se que os instrumentos de avaliação utilizados para medir o pensamento crítico no ensino de computação apresentam desafios significativos. Diante disso alguns desafios podem ser elencados:

- *Objetividade e Subjetividade:* A autoavaliação, frequentemente utilizada, pode ser influenciada pela percepção pessoal dos estudantes. Os estudos carecem de variações de métodos, que podem capturar nuances do pensamento crítico que a autoavaliação não captura.
- *Diversidade de Instrumentos:* A falta de diversidade nos instrumentos utilizados pode limitar a compreensão das habilidades de pensamento crítico em diferentes contextos educacionais. Por exemplo, o *CTS* é amplamente adotado, mas pode não capturar todas as nuances do pensamento crítico. Outros métodos podem ser considerados, como Avaliação baseado em desempenho, observações e entrevistas (Hattie e Timperley, 2007). Cada método tem seus prós e contras, mas podem capturar diferentes aspectos acerca do pensamento crítico (Soland *et al.*, 2013).
- *Validade e Confiabilidade:* Embora muitos estudos relatem medidas de confiabilidade, há uma variação significativa na qualidade e profundidade das avaliações de validade, o que pode comprometer a robustez dos resultados (Quadro 13).

Outrossim, as limitações podem ser expostas:

- *Falta de Avaliação da Interpretação:* A habilidade de "Interpretação" não foi avaliada em nenhum dos estudos analisados, o que sugere uma lacuna na compreensão completa do pensamento crítico.
- *Dependência de Instrumentos Padronizados:* A predominância de instrumentos como o *CTS* pode limitar a capacidade de capturar habilidades adicionais de pensamento crítico, como reconhecimento de indução e dedução (Yeh, 2003).

Esses desafios e limitações reforçam a necessidade de desenvolver instrumentos mais robustos e específicos para o contexto da computação, bem como de realizar estudos longitudinais para melhor compreender o desenvolvimento do pensamento crítico ao longo da formação em computação.

6.2 Ameaças a validade

A possibilidade de omissão de estudos relevantes representa um desafio significativo em mapeamento sistemáticos. Para mitigar esse risco, adotaram-se algumas abordagens:

- *Delimitação do escopo*: Inicialmente foi delimitado o escopo da investigação, identificando conceitos-chave e suas variantes terminológicas. Foi incluído o pensamento crítico como componente do pensamento computacional, ampliando o espectro da busca.
- *Busca em repositórios especializados*: Foi realizada a busca em repositórios científicos especializados em computação, de modo que alcançasse os estudos dentro da temática. A complementação da busca foi realizada com pesquisas no Google Scholar e no Google, seguindo a metodologia proposta por Piasecki *et al.* (2018).
- *Crítérios explícitos*: Foram estabelecidos critérios claros de inclusão, exclusão e qualidade para garantir a robustez na seleção de estudos e extração de dados.

Além disso, reconhece-se que vieses humanos na seleção e interpretação dos artigos podem ocorrer. Nos casos em que informações não estavam explicitamente relatadas, realizou-se um processo de inferência contextual. Embora necessário para preencher lacunas, este método pode introduzir vieses. Para minimizar tal risco, todos os dados inferidos foram submetidos a uma rigorosa revisão e discussão entre autor e coautores, visando assegurar consistência, correção e precisão na análise.

Outra ameaça à validade é o impacto das diferenças nos mecanismos de busca de cada base de dados. Embora tenha-se utilizado várias fontes de dados, as diferenças nos algoritmos de busca podem afetar a captura de estudos potenciais. No entanto, a inclusão de buscas no Google Scholar e Google ajudou a minimizar essa limitação.

Ademais, a *string* de busca utilizada pode não ter sido abrangente o suficiente para capturar todos os estudos potenciais. A inclusão de termos como "*critical thinking*", "*assessment*", "*higher education*", e "*computing*", bem como seus sinônimos e variantes, visou maximizar a abrangência, mas é possível que alguns estudos tenham sido omitidos devido à especificidade dos termos utilizados.

7 Conclusão

Este estudo realizou um mapeamento sistemático da literatura sobre a avaliação do pensamento crítico no contexto da computação para o ensino técnico e superior, visando contribuir para o avanço da compreensão neste campo. Os resultados obtidos destacam a crescente importância do pensamento crítico no ensino de computação, identificando as principais habilidades para seu desenvolvimento e os métodos e instrumentos utilizados para avaliá-lo.

No entanto, os achados revelaram lacunas significativas, como a falta de diversidade nos métodos de avaliação e a escassez de estudos que avaliem todas as habilidades centrais do pensamento crítico no contexto específico da computação. Além disso, há uma carência de estudos que avaliam a confiabilidade e validade do instrumento de avaliação de modo abrangente.

As implicações deste estudo são relevantes tanto para educadores quanto para pesquisadores na área de ensino de computação. Para os educadores, o estudo fornece indicações sobre a necessidade de incorporar o desenvolvimento do pensamento crítico em currículos e práticas de ensino, utilizando métodos que promovam a resolução de problemas complexos e a tomada de decisões informadas. Para os pesquisadores, este estudo estabelece uma base para o desenvolvimento de novos instrumentos de avaliação e a realização de estudos mais aprofundados sobre a eficácia das práticas pedagógicas na promoção do pensamento crítico.

Estes achados abrem caminho para futuras investigações tais como:

- *Desenvolvimento de instrumentos de avaliação específicos*: Focar em desenvolver e validar instrumentos de avaliação mais robustos e objetivos, específicos para o contexto da computação no ensino técnico e superior.
- *Uso de métodos de avaliação complementares*: Usar um conjunto de métodos de avaliação com a intenção de capturar diferentes aspectos do desenvolvimento do pensamento crítico.
- *Atenção à habilidade no instrumento*: A ausência da habilidade de "Interpretação" nas avaliações sugere a necessidade de desenvolver instrumentos que abordam essa habilidade de forma explícita. A integração dessa habilidade em métodos de avaliação, pode permitir uma visão mais completa do pensamento crítico no ensino de computação.
- *Estudos longitudinais*: Realizar estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento do pensamento crítico ao longo da formação em computação.
- *Avaliação de estratégias pedagógicas*: investigar a eficácia de diferentes estratégias pedagógicas na promoção do pensamento crítico em cursos de computação.

À medida que a tecnologia continua a evoluir rapidamente, a capacidade de pensar criticamente torna-se cada vez mais importante para os profissionais de computação. Este estudo pode servir como base para novas abordagens e metodologias voltadas ao cultivo e avaliação dessas habilidades essenciais nos futuros líderes tecnológicos.

Agradecimentos

Agradecimento especial a Universidade Federal de Santa Catarina e ao Instituto Federal de Santa Catarina, pelo tempo destinado à pesquisa.

Referências

- Ab. Wahid, N. (2022). Developing Critical Thinking Skills in Secondary School Students: The Potential for Strategic Management through Problem-Posing Instructional Strategy. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(3), 126-140. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v11-i3/15505>. [GS Search]
- ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula. (2023). *Computer Science Curricula 2023 (Relatório técnico)*. ACM Press e IEEE Computer Society Press. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3664191>. Acesso em: 05 outubro 2024. [GS Search]

- Adam, K., Lightfoot, R., Chowdhury, M., & Donaldson, J. P. (2023). Cultivating computational thinking through game-based learning. Em *Anais da 2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10342931>. [GS Search]
- Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O'Sullivan, J. J., & Pedrosa, D. (2019). Uma revisão de literatura sobre pensamento crítico na educação em engenharia. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816–828. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>. [GS Search]
- Aji, G., & Nugraheni, B. (2023). Critical thinking skills of high school and vocational school students in Indonesia: A literature review. *International Journal of Education and Social Science Research*, 6(3), 353–367. <https://doi.org/10.37500/ijessr.2023.6328>. [GS Search]
- Aktoprak, A., & Hürsen, Ç. (2022). A bibliometric and content analysis of critical thinking in primary education. *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101029. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101029>. [GS Search]
- Al-Mubaid, H., & Bettayeb, S. (2017). Intervention-based method for improving learning and critical thinking. Em *Anais da 2017 Computing Conference* (pp. 1232-1237). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SAI.2017.8252247>. [GS Search]
- Allen, J. P., Pianta, R. C., Gregory, A., Mikami, A. Y., & Lun, J. (2011). Observations of effective teacher–student interactions in secondary school classrooms: Predicting student achievement with the Classroom Assessment Scoring System—Secondary. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–17. <https://doi.org/10.1037/a0021376>. [GS Search]
- Alves, N. C., Pereira, A. M., & Barbosa, E. F. (2021). Assessing product creativity in computing education: A systematic mapping study. *Informatics in Education*, 20(1), 1-28. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.01>. [GS Search]
- Anders, P. L., Stellrecht, E. M., Davis, E. L., & McCall, W. D. Jr. (2019). A systematic review of critical thinking instruments for use in dental education. *Journal of Dental Education*, 83(4), 381–391. <https://doi.org/10.21815/JDE.019.044>. [GS Search]
- Andrade, H. (2019). A critical review of research on student self-assessment. *Frontiers in Education*, 4, 87. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00087>. [GS Search]
- Andreucci-Annunziata, P., Mariño, R., & Martínez, D. (2023). Conceptualizations and instructional strategies on critical thinking in higher education: A systematic review of systematic reviews. *Frontiers in Education*, 8, 1141686. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1141686>. [GS Search]
- Antonova, S., Pletyago, T., & Ostapenko, A. (2020). Fomentando habilidades de pensamento crítico em instituições de ensino superior europeias e asiáticas. *MIER Journal of Educational Studies Trends and Practices*, 10(2), 138-150.
- Araújo, B., Gomes, S. F., & Ribeiro, L. (2024a). Critical thinking pedagogical practices in medical education: A systematic review. *Frontiers in Medicine*, 11, [Artigo 1183625]. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1358444>. [GS Search]
- Araújo, L., Pessoa, M., & Pires, F. (2024b). Investigando a relação entre pensamento computacional e narrativas digitais e não digitais. In *Anais do 35º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)* (pp. 3294-3303). Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/sbie.2024.244972>. [GS Search]
- Baker, R., Isotani, S., & Carvalho, A. (2011). Mineração de Dados Educacionais: Oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(2), <https://doi.org/10.5753/rbie.2011.19.02.03>. [GS Search]

- Braun, H. I., Shavelson, R. J., Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Borowiec, K. (2020). Performance assessment of critical thinking: Conceptualization, design, and implementation. *Frontiers in Education*, 5, 156. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00156>. [GS Search]
- Billah, A., Aunurrahman, A., & Sumarni, L. (2021). Analysis of critical thinking in junior high school students through science learning in Indonesia: A systematic review. *Em Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1760, No. 1, p. 012013). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012013>. [GS Search]
- Brasil. (2019). Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia (DCN CNE 2/2019). Ministério da Educação. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 28 setembro 2024.
- Cargas, S., Williams, S., & Rosenberg, M. (2017). An approach to teaching critical thinking across disciplines using performance tasks with a common rubric. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 24-37. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.05.005>. [GS Search]
- Catojo, A. R. S., & Nunes, M. A. S. N. (2024). O pensamento computacional para o desenvolvimento de aprendizagens de leitura e pensamento críticos no ensino fundamental: Um mapeamento sistemático da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 32(1), 135-156. <https://doi.org/10.5753/rbie.2024.3122>. [GS Search]
- Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16(3), 389-398. <https://doi.org/10.1007/s12564-015-9379-4>. [GS Search]
- Chang, S.-C., & Wongwatkit, C. (2024). Effects of a peer assessment-based scrum project learning system on computer programming's learning motivation, collaboration, communication, critical thinking, and cognitive load. *Education and Information Technologies*, 29(6), 7105-7128. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12084-x>. [GS Search]
- Cortázar, C., Chávez, F., Lavín, C., Llorens, D., & Mayol, E. (2021). Promoting critical thinking in an online, project-based course. *Computers in Human Behavior*, 119, 106705. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106705>. [GS Search]
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5^a ed.). SAGE Publications. [GS Search]
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>. [GS Search]
- Critical Thinking. (2019). Critical thinking testing and assessment. Foundation for Critical Thinking. Disponível em: <https://www.criticalthinking.org/pages/critical-thinking-testing-and-assessment/594>. Acesso em: 15 setembro 2023.
- Criteriacorp. (2023). Pre-employment critical thinking tests. Disponível em: <https://www.criteriacorp.com/assessments/measure-critical-thinking>. Acesso em: 14 setembro 2023.
- Cruz, G., Carreira, R. P., & Dominguez, C. (2018). Critical thinking education in the portuguese higher education institutions: a systematic review of educational practices. *Revista Lusófona de Educação*. [GS Search]
- Cui, C., Li, Y., Geng, D., Zhang, H., & Jin, C. (2018). The effectiveness of evidence-based nursing on development of nursing students' critical thinking: A meta-analysis. *Nurse Education Today*, 65, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.02.036>. [GS Search]
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale Development: Theory and Applications* (4^a ed.). SAGE Publications, Inc. [GS Search]

- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48. [GS Search]
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (2005). *Cornell Critical Thinking Tests* (3^a ed.). The Critical Thinking Co.
- Facione, N., Facione, P. A., & Sanchez, C. A. (1994). Critical thinking disposition as a measure of competent clinical judgment: The development of the California Critical Thinking Disposition Inventory. *The Journal of Nursing Education*, 33(8), 345-350. <https://doi.org/10.3928/0148-4834-19941001-05>. [GS Search]
- Facione, P. A. (1990). *California Critical Thinking Skills Test: CCTST*. California Academic Press.
- Facione, P. A., & Facione, N. C. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. ERIC, Institute of Education Sciences. [GS Search]
- Facione, P. A., Facione, N. C., & Winterhalter, K. (2012). *The Test of Everyday Reasoning (TER): Test Manual*. California Academic Press.
- Giordano, D., & Maiorana, F. (2014). Use of cutting edge educational tools for an initial programming course. *Em Anais da 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 556-563). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826147>. [GS Search]
- Glorfeld, L. W. (1995). An improvement on Horn's parallel analysis methodology for selecting the correct number of factors to retain. *Educational and Psychological Measurement*, 55(3), 377-393. <https://doi.org/10.1177/0013164495055003002>. [GS Search]
- Gong, D., Yang, H. H., & Cai, J. (2020). Exploring the key influencing factors on college students' computational thinking skills through flipped-classroom instruction. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(19). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00196-0>. [GS Search]
- Guggemos, J., Seufert, S., & Román-González, M. (2023). Computational thinking assessment – Towards more vivid interpretations. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(4), 539-568. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09587-2>. [GS Search]
- Hattie, J., Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. [GS Search]
- Huang, Y. (2019). Establishing critical thinking course for high school students in China: A literature review in pedagogy field. *Em Proceedings of the 5th International Conference on Education* (Vol. 5, pp. 59-66). <https://doi.org/10.17501/24246700.2019.5107>. [GS Search]
- Huang, X., & Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 33, 207-225. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>. [GS Search]
- İlić, U. (2021). The impact of Scratch-assisted instruction on computational thinking (CT) skills of pre-service teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(2), 377-392. <https://doi.org/10.46328/ijres.1412>. [GS Search]
- Insight Assessment. (2023). Critical thinking assessments for higher education. Disponível em: <https://www.insightassessment.com/article/critical-thinking-assessments-for-higher-education>. Acesso em: 15 setembro 2024.
- Instituto Ayrton Senna. (2024). Site Oficial. Disponível em: <https://institutoayrtonsenna.org.br/>. Acesso em: 28 setembro 2024.

- Jöreskog, K. G. (1969). A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 34(2), 183–202. <https://doi.org/10.1007/BF02289343>. [GS Search]
- Kaiser, H. F., & Rice, J. (1974). Little Jiffy, Mark IV. *Educational and Psychological Measurement*, 34(1), 111–117. <https://doi.org/10.1177/001316447403400115>. [GS Search]
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583–596. [GS Search]
- Kaur, A., & Chahal, K. K. (2023). Exploring personality and learning motivation influences on students' computational thinking skills in introductory programming courses. *Journal of Science Education and Technology*, 32(5), 778–792. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10052-1>. [GS Search]
- Kautzmann, T. (2015). Um Modelo de Agente Pedagógico para o Treinamento Adaptativo da Habilidade Metacognitiva de Monitoramento do Conhecimento em Sistemas Tutores Inteligentes (Dissertação de Mestrado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. [GS Search]
- Kleemola, K., Hyytinen, H., & Toom, A. (2022). Exploring internal structure of a performance-based critical thinking assessment for new students in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 47(4), 556–569. <https://doi.org/10.1080/02602938.2021.1935081>. [GS Search]
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>. [GS Search]
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2015). Computational thinking levels scale (CTLTS) adaptation for secondary school level. *Gazi Journal of Educational Science*, 1(2), 143–162.
- Lee, H., Feldman, A., & Beatty, R. (2020). The effectiveness and features of formative assessment in US K-12 education: A systematic review. *Applied Measurement in Education*, 33(2), 124–140. <https://doi.org/10.1080/08957347.2020.1732383>. [GS Search]
- Lin, P.-H., & Chen, S.-Y. (2020). Design and evaluation of a deep learning recommendation based augmented reality system for teaching programming and computational thinking. *IEEE Access*, 8, 45689–45699. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2977679>. [GS Search]
- Liu, D., & Zhang, H. (2022). Improving students' higher order thinking skills and achievement using WeChat-based flipped classroom in higher education. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7281–7302. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10922-y>. [GS Search]
- Liu, J. L., McBride, R. E., Xiang, P., & Scarmardo-Rhodes, M. (2018). Physical education pre-service teachers' understanding, application, and development of critical thinking. *Quest*, 70(1), 23–38. <https://doi.org/10.1080/00336297.2017.1325205>. [GS Search]
- Liu, O. L., Liu, H., Lee, S., & May, S. K. (2018). Assessing college critical thinking: Preliminary results from the Chinese HEIghten® Critical Thinking assessment. *Higher Education Research and Development*, 37(5), 999–1014. <https://doi.org/10.1080/07294360.2018.1467381>. [GS Search]
- Lorencová, H., Jarošová, E., Avgitidou, S., & Dimitriadou, C. (2019). Critical thinking practices in teacher education programmes: a systematic review. *Studies in Higher Education*, 44(5), 844–859. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586331>. [GS Search]

- Luo, J., Jeon, M., & Shen, H. (2024). Chinese university students' growth in critical thinking: Accounting for school transition and selection effects. *Chinese/English Journal of Educational Measurement and Evaluation*, 5(1), Artigo 3. [GS Search]
- Ma, L., & Feng, Q. (2022). A capacidade de pensamento crítico dos alunos de graduação e o impacto das práticas educacionais de alto impacto — um estudo empírico baseado em uma universidade de “dupla primeira classe”. *China Higher Education Research*, 5, 72–79. <https://doi.org/10.16298/j.cnki.1004-3667.2022.05.12>. Disponível em: http://www.360doc.com/content/24/0501/21/83598861_1122100027.shtml.
- Mäkiö, E., & Mäkiö, J. (2023). The task-based approach to teaching critical thinking for computer science students. *Education Sciences*, 13(7), 742. <https://doi.org/10.3390/educsci13070742>. [GS Search]
- Marquès Puig, J. M., Daradoumis, T., Arguedas, M., & Calvet Liñán, L. (2021). Using a distributed systems laboratory to facilitate students' cognitive, metacognitive and critical thinking strategy use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1426-1437. <https://doi.org/10.1111/jcal.12605>. [GS Search]
- Martins, R. M., et al. (2024). Machine learning for all!—Introducing machine learning in middle and high school. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34, 185-223. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00295-4>. [GS Search]
- Mason, R. (2012). Designing introductory programming courses: the role of cognitive load (Tese de doutorado). Southern Cross University, Lismore, AU. [GS Search]
- McDonald, R. P. (1999). *Test Theory: A Unified Treatment*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. [GS Search]
- McKinsey & Company. (2024). What are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR? Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>. Acesso em: 28 setembro 2024.
- Morrison, G. R., Ross, S. M., Morrison, J. R., & Kalman, H. K. (2019). *Designing Effective Instruction* (8ª ed.). Wiley. [GS Search]
- Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(10). Disponível em: <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=10>. Acesso em: 8 julho 2024. [GS Search]
- Ng, A. K., Atmosukarto, I., Lee Teo, J. K., & Amran, A. B. (2023). Instilling computational thinking in undergraduate students across multiple disciplines through an adaptive gamified e-learning platform. Em *Anais da 2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE56641.2023.10398325>. [GS Search]
- O'Reilly, C., Devitt, A., & Hayes, N. (2022). Critical thinking in the preschool classroom: A systematic literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101110. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101110>. [GS Search]
- OECD. (2024). *Hague, C. Fostering Higher-Order Thinking Skills Online in Higher Education: A Scoping Review* (OECD Education Working Papers, No. 306). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/abcd1234-en>. [GS Search]
- OECD. (2023). *Bouckaert, M. The Assessment of Students' Creative and Critical Thinking Skills in Higher Education across OECD Countries: A Review of Policies and Related Practices* (OECD Education Working Papers, No. 293). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ae3013d9-en>. [GS Search]

- Partnership for 21st Century Learning. (2019). P21 Framework Definitions. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>. Acesso em: 28 setembro 2024.
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Cm6pDwAAQBAJ>. Acesso em: 28 setembro 2024. [GS Search]
- Payan-Carreira, R., Cruz, G., Papathanasiou, I. V., Fradelos, E., & Jiang, L. (2019). The effectiveness of critical thinking instructional strategies in health professions education: a systematic review. *Studies in Higher Education*, 44(5), 829–843. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586330>. [GS Search]
- Pedrosa-de-Jesus, H., & Guerra, C. (2018). Teachers' written formative feedback on students' critical thinking: A case study. *Journal of Education*, 9(1), 23–35. [GS Search]
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>. [GS Search]
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. Em *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (pp. 1-10). [GS Search]
- Piasecki, J., Waligora, M., & Dranseika, V. (2018). Google search as an additional source in systematic reviews. *Science and Engineering Ethics*, 24(2), 809-810. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9911-0>. [GS Search]
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1991). Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) [Database record]. APA PsycTests. <https://doi.org/10.1037/t09161-000>.
- Puig, B., Blanco-Anaya, P., Bargiela, I. M., & Crujeiras-Pérez, B. (2019). A systematic review on critical thinking intervention studies in higher education across professional fields. *Studies in Higher Education*, 44(5), 860–869. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586333>. [GS Search]
- Rao, T. S. S., & Bhagat, K. K. (2024). Computational thinking for the digital age: a systematic review of tools, pedagogical strategies, and assessment practices. *Educational Technology Research and Development*, 72, 1893–1924. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10364-y>. [GS Search]
- Rauber, M. F., & von Wangenheim, C. G. (2023). Assessing the Learning of Machine Learning in K-12: A Ten-Year Systematic Mapping. *Informatics in Education*, 22(2). <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.10>. [GS Search]
- Ren, X., & Jia, Y. (2023). A situação atual, eficácia e fatores de influência do ensino do pensamento crítico em faculdades e universidades na China: uma meta-análise baseada em 20 anos de pesquisa sobre o ensino do pensamento crítico em faculdades e universidades de todo o país. *Pesquisa em Ensino Superior na China*, 10, 64–76.
- República da Turquia. (2019). *Turkey's Education Vision 2023*. Disponível em: https://planipolis.iiep.unesco.org/sites/default/files/ressources/turkey_education_vision_2023.pdf. Acesso em: 17 ago. 2024.
- Rivas, S. F., Franco, A., Vieira, R. M., Almeida, L. S., & Saiz, C. (2023). Assessing higher education students' critical thinking with the PENCRISAL test - Portuguese short version: A psychometric study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1196794. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1196794>. [GS Search]

- Shavelson, R. J., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Schmidt, S., & Marino, J. P. (2019). Assessment of university students' critical thinking: Next-generation performance assessment. *International Journal of Testing*, 19(4), 337-362. <https://doi.org/10.1080/15305058.2018.1543309>. [GS Search]
- Snedecor, G. W., Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1989). *Statistical Methods* (8^a ed.). Iowa State University Press.
- Soland, J., Hamilton, L. S., & Stecher, B. M. (2013). *Measuring 21st Century Competencies: Guidance for Educators*. RAND Corporation. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/external_publications/EP50463.html. Acesso em: 15 outubro 2024].
- Song, D., Hong, H., & Oh, E. Y. (2021). Applying computational analysis of novice learners' computer programming patterns to reveal self-regulated learning, computational thinking, and learning performance. *Computers in Human Behavior*, 120, 106746. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106746>. [GS Search]
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>. [GS Search]
- Taylor, S. N. (2014). Student Self-Assessment and Multisource Feedback Assessment: Exploring Benefits, Limitations, and Remedies. *Journal of Management Education*, 38(3), 359-383. <https://doi.org/10.1177/1052562913504104>. [GS Search]
- Toker, S., & Baturay, M. H. (2022). Developing disposition to critical thinking and problem-solving perception in instructional design projects for producing digital materials. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(3), 1267-1292. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09646-2>. [GS Search]
- UNICEF. (2023a). *National AI Strategies and Children*. Disponível em: <https://www.unicef.org/globalinsight/media/1156/file>. Acesso em: 25 novembro 2023.
- UNICEF. (2023b). *Artificial Intelligence Chatbots*. Disponível em: Puig <https://www.unicef.org/eap/blog/artificial-intelligence-chatbots>. Acesso em: 25 novembro 2023.
- Varela, C., Rebollar, C., Garcia, O., Bravo, E., & Bilbao, J. (2024). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. *arXiv preprint arXiv:2402.04340*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.04340>. [GS Search]
- Vincent-Lancrin, S., *et al.* (2019). *Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What It Means in School*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/62212c37-en>. [GS Search]
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/490274>. Acesso em: 28 setembro 2024. [GS Search]
- Walden, J., Doyle, M., Garns, R., & Hart, Z. (2013). An informatics perspective on computational thinking. Em *Anais da 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '13)* (pp. 4-9). ACM. <https://doi.org/10.1145/2462476.2483797>. [GS Search]
- Wen, M. N. Y., & Aziz, A. A. (2022). The use of Quizizz as an online teaching and learning assessment tool in an ESL classroom: A systematic literature review. *International Journal of*

- Academic Research in Progressive Education and Development, 11(1), 167-179.
<https://doi.org/10.6007/IJARPED/v11-i1/11445>. [GS Search]
- Yeh, Y. C. (2003). Critical Thinking Test-Level I (CTT-I). Taipei: Psychological Publishing.
- Zuriguel Pérez, E., Lluch Canut, M. T., Falcó Pegueroles, A., Puig Llobet, M., Moreno Arroyo, C., & Roldan Merino, J. F. (2015). Critical thinking in nursing: Scoping review of the literature. International Journal of Nursing Practice, 21(6), 820-830.
<https://doi.org/10.1111/ijn.12347>. [GS Search]

Apêndice A

Resultados Gerais

Referência	Referência bibliográfica	Breve descrição do estudo	País
(Chang e Wongwatkit, 2024)	Chang, S.-C., e Wongwatkit, C. (2024). Effects of a peer assessment-based scrum project learning system on computer programming's learning motivation, collaboration, communication, critical thinking, and cognitive load. <i>Education and Information Technologies</i> , 29(6), 7105-7128. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12084-x	Avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico no contexto do ensino de programação baseado em um projeto Scrum com avaliação por pares	Taiwan
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	Gong, D., Yang, H. H., e Cai, J. (2020). Exploring the key influencing factors on college students' computational thinking skills through flipped-classroom instruction. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 17(19). https://doi.org/10.1186/s41239-020-00196-0	Avaliar as habilidades de pensamento computacional, incluindo o pensamento crítico no contexto do ensino em sala de aula invertida	China
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	Guggemos, J., Seufert, S., e Román-González, M. (2023). Computational thinking assessment – Towards more vivid interpretations. <i>Tech Know Learn</i> , 28(4), 539–568. https://doi.org/10.1007/s10758-021-09587-2	Avaliar dois testes de avaliação do pensamento computacional dos estudantes do ensino médio. Comparação do CTt (<i>Computational Thinking Test</i> (teste de desempenho) e CTS (<i>Computational Thinking Skills</i>) (instrumento de autoavaliação)	Suíça
(Kaur e Chahal, 2023)	Kaur, A., & Chahal, K. K. (2023). Exploring personality and learning motivation influences on students' computational thinking skills in introductory programming courses. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 32(5), 778–792. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10052-1	Investigar as relações entre habilidades de pensamento computacional, os cinco grandes fatores de personalidade e motivação para aprendizagem usando modelagem de equações estruturais (SEM)	Índia (inferido com base na nacionalidade dos autores e comitê de ética apresentado nos agradecimentos)†: “University, Amritsar, Punjab, India”
(Lin e Chein, 2020)	Lin, P.-H., & Chen, S.-Y. (2020). Design and Evaluation of a Deep Learning Recommendation Based Augmented Reality System for Teaching Programming and Computational Thinking. <i>IEEE Access</i> , 8, 45689-45699. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2977679	Avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico por meio de um sistema de recomendação de aprendizagem profunda, incluindo realidade aumentada em um curso de programação	Taiwan
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	Liu, O. L., Shaw, A., Gu, L., Li, G., Hu, S., Yu, N., Ma, L., Xu, C., Guo, F., Su, Q., Kardanovaj, E., & Chirikov, I. (2018). Assessing college critical thinking: preliminary results from the Chinese HEIghten® Critical Thinking assessment. <i>Higher Education Research and Development</i> , 37(5), 999–1014. https://doi.org/10.1080/07294360.2018.1467381	Investigar evidências de validade em relação ao uso da avaliação chinesa HEIghten® CT para avaliação do desenvolvimento do pensamento crítico em estudantes de engenharia e ciência da computação	China
(Liu e Zhang, 2022)	Liu, D., & Zhang, H. (2022). Improving students' higher order thinking skills and achievement using WeChat-based flipped classroom in higher education. <i>Educational Information Technologies</i> , 27(6), 7281–7302. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10922-y	Este estudo comparou uma sala de aula invertida com uma sala de aula tradicional para um curso de tecnologias da informação, a fim de avaliar os efeitos nos resultados dos alunos e nos HOTS (Competências de raciocínio de ordem superior), tais como a disposição para o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas.	China
(Marques <i>et al.</i> , 2021)	Marquès Puig, J. M., Daradoumis, T., Arguedas, M., & Calvet Liñan, L. (2021). Using a distributed systems laboratory to facilitate students' cognitive, metacognitive and critical thinking strategy use. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> , 37(6), 1426-1437. https://doi.org/10.1111/jcal.12605	Facilitar o uso da estratégia cognitiva e metacognitiva dos estudantes e o uso da estratégia de pensamento crítico, por meio de um laboratório de sistemas distribuídos on-line e uso de estratégia de aprendizagem autorregulada	NI
(Song <i>et al.</i> , 2021)	Song, D., Hong, H., & Oh, E. Y. (2021). Applying computational analysis of novice learners' computer programming patterns to reveal self-regulated learning, computational thinking, and learning performance. <i>Computers in Human Behavior</i> , 120, 106746. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106746	Examinar as relações entre os padrões de codificação dos estudantes, a aprendizagem autorregulada e habilidades de pensamento computacional. Avaliar se os estudantes iniciantes aprendem uma linguagem de programação, Python, em um ambiente de codificação online	Coréia do sul

Referência	Referência bibliográfica	Breve descrição do estudo	País
(Toker e Baturay, 2022)	Toker, S., & Baturay, M. H. (2022). Developing disposition to critical thinking and problem-solving perception in instructional design projects for producing digital materials. <i>International Journal of Technology and Design Education</i> , 32(3), 1267–1292. https://doi.org/10.1007/s10798-020-09646-2	Investigar o desenvolvimento de percepções de pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas entre um grupo de estudantes participantes de projetos de design instrucional para produzir materiais digitais utilizando diferentes modelos de design instrucional	Turquia
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	Varela, C., Rebollar, C., Garcia, O., Bravo, E., & Bilbao, J. (2024). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. <i>arXiv</i> . https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.04340	Avaliar as habilidades de pensamento computacional, incluindo o pensamento crítico dos estudantes ingressantes nos cursos de engenharia	Espanha
Walden <i>et al.</i> , 2013)	Walden, J., Doyle, M., Garns, R., & Hart, Z. (2013). An informatics perspective on computational thinking. <i>ITiCSE '13: Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education</i> , 4-9. https://doi.org/10.1145/2462476.248379	Examinar o pensamento computacional e suas conexões com o pensamento crítico na perspectiva da informática	EUA (no Griffin Hall Digitorium, câmpus NKU)†: “in the Griffin Hall Digitorium,”

† Inferido do contexto

Apêndice B

QA1. Em quais níveis educacionais, curso, características do curso e demográfico dos participantes são promovidas as habilidades de pensamento crítico?

Referência	Características do curso				Demográfico			
	Nível educacional	Curso/Departamento	Fase do curso	Conteúdo da unidade instrucional	Quantidade de participantes	Sexo atribuído ao nascimento	Idade	Proficiência dos participantes
(Chang e Wongwatkit, 2024)	Ensino Superior	NI	3º ano	Programação de computadores	98	NI	NI	Todos os participantes aprenderam programação básica em C#
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	Ensino Superior	Curso de Noções Básicas e Aplicações de Computação (12 semanas)	1º ano	NI	406	NI	NI	Iniciantes
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	Ensino Médio (Kantonsschule)	NI	Penúltimo ano		202	113 (56%) feminino 89 (44%) masculino	Média de 17,2 anos	Estudantes que já tiveram 2.89h de instrução em Ciência da Computação com TigerJython ⁴ . O TigerJython aborda conceitos computacionais importantes, como sequenciamento, condicionais, funções e loops. No geral, 77% dos alunos afirmam saber programar, por exemplo, em Java ou Python.

⁴ Tigerjython: <https://www.tigerjython.ch/en>

Referência	Características do curso				Demográfico			
	Nível educacional	Curso/Departamento	Fase do curso	Conteúdo da unidade instrucional	Quantidade de participantes	Sexo atribuído ao nascimento	Idade	Proficiência dos participantes
(Kaur e Chahal, 2023)	Ensino Superior	Ciência da computação e engenharia	NI	NI	91	48 (53%) masculino 43 (47%) feminino	Entre 19 e 21 anos Média 20 anos	Os participantes já haviam concluído seu primeiro curso introdutório à programação no primeiro ano de sua formatura CSE. Durante os estudos do ensino médio, os alunos estudaram Ciência da Computação como disciplina obrigatória, introduzido de acordo com as diretrizes do Currículo Nacional Framework 2005. Assim, pode-se supor que os participantes o conhecimento básico de programação das calças tem alguma influência sobre seus padrões psicológicos e perspectivas de pensamento computacional.
(Lin e Chein, 2020)	Ensino Superior	Departamento de Artes; Departamento de Música Departamento de Chinês Departamento de Administração Pública	NI	Curso de programação	97	NI	Média de 20 anos	NI
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	Ensino Superior	Engenharia e ciência da computação	NI	NI	535 (alunos do primeiro e terceiro ano)	372 masculino 175 feminino 18 outro/ausente	NI	NI
(Liu e Zhang, 2022)	Ensino Superior	Curso de tecnologia da informação	NI	Disciplina de Structured Query Language (SQL)	94	NI	NI	Todos os participantes foram recrutados porque compreendiam Banco de Dados e eram capazes de manusear habilmente um computador.
Marques <i>et al.</i> 2021	Ensino Superior	Ciência da computação	4o ano	NI	132	123 (93%) masculino 9 (7%) feminino	Média de 36,68 anos	Os alunos tinham habilidades de programação de nível médio a alto, pois já haviam participado de três cursos de programação, um curso de sistemas operacionais e um curso de redes de computadores e Internet.
(Song <i>et al.</i> , 2021)	Ensino Superior	NI	Último ano de graduação	Curso: Atividades extracurriculares criativas e software	138	NI	NI	Alunos iniciantes no aprendizado de uma linguagem de programação, Python
(Toker e Batuary, 2022)	Ensino Superior	Curso do departamento de tecnologia instrucional	NI	NI	85	45 masculino 40 feminino	NI	Estudantes iniciantes em design

Referência	Características do curso				Demográfico			
	Nível educacional	Curso/Departamento	Fase do curso	Conteúdo da unidade instrucional	Quantidade de participantes	Sexo atribuído ao nascimento	Idade	Proficiência dos participantes
(Varela <i>et al.</i> ,2024)	Ensino Superior	Vários cursos de Engenharia e Ciência da Computação	1º ano (alunos que iniciaram seus estudos nos cursos de engenharia)†: "...In this work, we have studied the CT competence of the students who have started their studies in the engineering degrees of the university of the Basque Country, using the scale designed and validated statistically by [dataset] Korkmaz <i>et al.</i> (2017)."	NI	1138	852 masculino 277 feminino 5 não binário	NI	Iniciantes
Walden <i>et al.</i> ,2013)	Ensino Superior	Ciência da Computação, Comunicação e Informática Empresarial	1º ano (ingressantes)	Curso: Princípios de Informática	25 estudantes (aplicação em 2010) 62 estudantes (aplicação em 2012)	NI	NI	NI

† Inferido do contexto

Apêndice C

QA2. Como as habilidades de pensamento crítico são avaliadas?

Referência	Método de avaliação do pensamento crítico	Instrumento de avaliação do pensamento crítico	Características do instrumento de avaliação		
			Quantidade de itens	Formato do item	Escala de resposta
(Chang e Wongwatkit, 2024)	Questionário	Questionário de pensamento crítico, desenvolvido por Chai <i>et al.</i> (2015) ⁵ foi adaptado para investigar os efeitos da avaliação pelos pares no pensamento crítico dos alunos	6 itens	Escala Likert	5 pontos escala Likert
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017) traduzido para o chinês por (Harkness & Schoua-Glusberg, 1998; Guillemín <i>et al.</i> , 1993) ⁶	5 itens (de critical thinking)	Escala Likert	5 pontos escala Likert
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017) traduzido para o alemão (Maneesriwongul e Dixon, 2004) ⁷	3 itens (de critical thinking: cr 1, cr 2, cr 3)	Escala Likert	7 pontos escala Likert
(Kaur e Chahal, 2023)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)	5 itens	Escala Likert	5 pontos escala Likert
(Lin e Chein, 2020)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)	5 itens (5 perguntas para o pensamento crítico, como “Estou muito bom em formular passos para resolver problemas complexos”, “Acho muito interessante tentar resolver problemas complexos” e “Estou disposto a aprender algo que seja desafiador para eu mesmo”)	Escala Likert	5 pontos escala Likert
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: Chinese HEIghten® Critical Thinking assessment (CHCT)	26 itens	Escala Likert	4 pontos escala Likert

⁵ Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16, 389–398.

⁶ Guillemín, F., Bombardier, C., & Beaton, D. (1993). Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: Literature review and proposed guidelines. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(12), 1417–1432. Harkness, J. A., & Schoua-Glusberg, A. (1998). Questionnaires in translation. In J. A. Harkness (Ed.), *Cross-cultural survey equivalence*, (pp. 87–126). Mannheim, Germany: Open Access Repository Retrieved from <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-49733-1>.

⁷ Maneesriwongul, W., & Dixon, J. K. (2004). Instrument translation process: A methods review. *Journal of Advanced Nursing*, 48(2), 175–186. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2004.03185.x>

Referência	Método de avaliação do pensamento crítico	Instrumento de avaliação do pensamento crítico	Características do instrumento de avaliação		
			Quantidade de itens	Formato do item	Escala de resposta
(Liu e Zhang, 2022)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: Critical Thinking Disposition Inventory (CTDI-CV) versão chinesa (Peng <i>et al.</i> , 2004) ⁸ traduzido e adaptado do California Critical Thinking Disposition Inventory CCTDI (Facione e Facione, 1992)	70 itens	Escala Likert	5 pontos escala Likert
Marques <i>et al.</i> 2021	Auto-avaliação do estudante	Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) adaptado pelo autores	2 itens (Usei o que aprendi com a experiência anterior com a ferramenta (em fases anteriores) para fazer uma nova fase. Ao ler e analisar o feedback da ferramenta, eu tentei conectar as coisas com o que eu já sabia). Questões CT1 e CT2.	Escala Likert	5 pontos escala Likert
(Song <i>et al.</i> , 2021)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)	NI	NI	NI
(Toker e Batuary, 2022)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: California Critical Thinking Disposition Inventory CCTDI (Facione, 1994) ⁹ , adaptado e traduzido para o turco por Kökdemir (2003) ¹⁰ (Tese de doutorado não publicada em Turco)	51 itens (Kökdemir, 2003)	NI	NI
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)	5 itens	Escala Likert	6 pontos escala Likert. O ponto (6) foi adicionado para coletar informações daqueles que não querem ou não sabem o que responder

⁸ Peng, M. C., et al. (2004). The reliability of the Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI). *Chinese Journal of Nursing*, 39(9), 644–647.

⁹ Facione, N. C., Facione, P. A., & Sanchez, C. A. (1994). Critical thinking disposition as a measure of competent clinical judgment: the development of the California Critical Thinking Disposition Inventory. *The Journal of Nursing Education*, 33(8), 345–350.

¹⁰ Kökdemir, D. (2003). Belirsizlik Durumlarında Karar Verme ve Problem Çözme [Decision making and problem solving under uncertainty]. Unpublished doctoral dissertation, Ankara University Social Sciences Institute, Social Psychology Division. Ankara.

Referência	Método de avaliação do pensamento crítico	Instrumento de avaliação do pensamento crítico	Características do instrumento de avaliação		
			Quantidade de itens	Formato do item	Escala de resposta
Walden <i>et al.</i> , 2013)	Auto-avaliação do estudante	Teste padronizado: Critical Thinking Co. Z-test (aplicação 2010) Teste padronizado: California Critical Thinking Skills Test CCTDI ⁷ (aplicação 2012)	NI	NI	Múltipla escolha (Critical Thinking Co. Z-test) 5 pontos escala Likert (CCTDI)† (inferido pelo instrumento) ⁷

Apêndice D

QA3. Quais habilidades do pensamento crítico são avaliadas?

Referência	Habilidades centrais de pensamento crítico (de acordo com Facione, 1990)					Habilidades adicionais de pensamento crítico (de acordo com Yeh, 2003)			Outras habilidades de pensamento crítico	Itens e inferência do instrumento original
	Análise	Avaliação	Autorregulação	Inferência	Interpretação	Reconhecimento de suposições	Indução	Dedução		
(Chang e Wongwatkit, 2024)	X (item criT1)	X (item criT2)						X (item criT3)		Itens do survey† : “...the items of the survey CriT1. In this class, I think about other possible ways of understanding what I am learning CriT2. In this class, I consider different opinions to see which one makes more sense CriT3. In this class, I provide reasons and evidences for my opinions”
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	X (item 39 CTS)	X (item 72 CTS)	X (item 35 CTS)	X (item 37 CTS)						Inferido do instrumento CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)† “Critical thinking I38 I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems. I37 It is fun to try to solve the complex problems. I35 I am willing to learn challenging things I39 I am proud of being able to think with a great precision. I72 I make use of a systematic method while comparing the options at my hand and while reaching a decision.”
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)									Testar a confiabilidade das informações, evitar erros cognitivos, fazer perguntas	

Referência	Habilidades centrais de pensamento crítico (de acordo com Facione, 1990)					Habilidades adicionais de pensamento crítico (de acordo com Yeh, 2003)			Outras habilidades de pensamento crítico	Itens e inferência do instrumento original
	Análise	Avaliação	Autorregulação	Inferência	Interpretação	Reconhecimento de suposições	Indução	Dedução		
(Kaur e Chahal, 2023)	X (item 39 CTS)	X (item 72 CTS)	X (item 35 CTS)	X (item 37 CTS)						Inferido do instrumento CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)† “Critical thinking I38 I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems. I37 It is fun to try to solve the complex problems. I35 I am willing to learn challenging things I39 I am proud of being able to think with a great precision. I72 I make use of a systematic method while comparing the options at my hand and while reaching a decision. “
(Lin e Chein, 2020)	X (item 39 CTS)	X (item 72 CTS)	X (item 35 CTS)	X (item 37 CTS)						Inferido do instrumento CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017)† “Critical thinking I38 I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems. I37 It is fun to try to solve the complex problems. I35 I am willing to learn challenging things I39 I am proud of being able to think with a great precision. I72 I make use of a systematic method while comparing the options at my hand and while reaching a decision. “Inferido do CTS (Korkmaz <i>et al.</i> , 2017) I35: "Estou disposto a aprender coisas desafiadoras." I37: "É divertido tentar resolver problemas complexos." I39: "Tenho orgulho de ser capaz de pensar com grande precisão." I72: "Faço uso de um método sistemático ao comparar as opções à mão e ao chegar a uma decisão."
(Liu <i>et al.</i> , 2018)									NI	
(Liu e Zhang, 2022)									Busca da verdade, Mente aberta, Analiticidade, Sistemática, Autoconfiança, Curiosidade e Maturidade	

Referência	Habilidades centrais de pensamento crítico (de acordo com Facione, 1990)					Habilidades adicionais de pensamento crítico (de acordo com Yeh, 2003)			Outras habilidades de pensamento crítico	Itens e inferência do instrumento original
	Análise	Avaliação	Autorregulação	Inferência	Interpretação	Reconhecimento de suposições	Indução	Dedução		
(Marques <i>et al.</i> , 2021)	X	X	X	X						<p>Inferido do MSLQ (Pintrich <i>et al.</i>, 1991)</p> <p>Autorregulação†:</p> <p>"Usei o que aprendi com a experiência anterior com a ferramenta (em fases anteriores) para fazer uma nova fase."</p> <p>Análise†:</p> <p>"Ao ler e analisar o feedback da ferramenta, eu tentei conectar as coisas com o que eu já sabia."</p>
(Song <i>et al.</i> , 2021)	X (item 39 CTS)	X (item 72 CTS)	X (item 35 CTS)	X (item 37 CTS)						<p>Inferido do instrumento CTS (Korkmaz <i>et al.</i>, 2017)†</p> <p>“Critical thinking</p> <p>I38 I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems.</p> <p>I37 It is fun to try to solve the complex problems.</p> <p>I35 I am willing to learn challenging things</p> <p>I39 I am proud of being able to think with a great precision.</p> <p>I72 I make use of a systematic method while comparing the options at my hand and while reaching a decision. “</p>
(Toker e Batuary, 2022)									Analiticidade, Autoconfiança, Maturidade, Busca da verdade, Mente aberta, Sistemacidade	
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	X (item 39 CTS)	X (item 72 CTS)	X (item 35 CTS)	X (item 37 CTS)						<p>Inferido do instrumento CTS (Korkmaz <i>et al.</i>, 2017)†</p> <p>“Critical thinking</p> <p>I38 I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems.</p> <p>I37 It is fun to try to solve the complex problems.</p> <p>I35 I am willing to learn challenging things</p> <p>I39 I am proud of being able to think with a great precision.</p> <p>I72 I make use of a systematic method while comparing the options at my hand and while reaching a decision.</p>

Referência	Habilidades centrais de pensamento crítico (de acordo com Facione, 1990)					Habilidades adicionais de pensamento crítico (de acordo com Yeh, 2003)			Outras habilidades de pensamento crítico	Itens e inferência do instrumento original
	Análise	Avaliação	Autorregulação	Inferência	Interpretação	Reconhecimento de suposições	Indução	Dedução		
Walden <i>et al.</i> , 2013)						X(Explicito: Critical Thinking Co. Z-test)	X (Explicito: Critical Thinking Co. Z-test)	X(Explicito: Critical Thinking Co. Z-test)	credibilidade (Explicito: Critical Thinking Co. Z-test)	

† Inferido do contexto

Apêndice E

QA4. Como os estudos avaliaram a confiabilidade e validade dos métodos de avaliação do pensamento crítico?

Referência	Tamanho da amostra	Confiabilidade		Validade	
		Análises	Conclusões	Análises	Conclusões
(Chang e Wongwatkit, 2024)	NI	Alfa de Cronbach = 0,77	Boa confiabilidade	NI	NI
(Gong <i>et al.</i> , 2020)	NI	Alfa de Cronbach = 0,96 Confiabilidade composta (CR) = 0,87	Todas as variáveis tiveram valores superiores a 0,70 (Chin, 1998) ¹¹ , o que confirma a presença de confiabilidade altamente satisfatória. Dessa forma, os construtos da pesquisa usada neste estudo também têm boa confiabilidade.	Variância média extraída (AVE) = 0,59 Validade discriminante = 0,77 Análise fatorial confirmatória: Índices absolutos de ajuste $\chi^2/df = 2,249 \leq 3,00$ GFI = 0,950 \geq 0,90 AGFI 0,916 \geq 0,90 RMSEA 0,056 \leq 0,08 Medições de ajuste incrementais CFI 0,983 \geq 0,90 TLI 0,975 \geq 0,90 NFI 0,970 \geq 0,90	Valores superiores a 0,5 validam a convergência dos construtos. Todos os índices de ajuste absoluto e as medidas de ajuste incremental também atingiram seus níveis comumente aceitáveis, o que demonstra que o modelo de medição apresenta valores satisfatórios.

¹¹ Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern methods for business research*, (pp. 298–336). Mahwah, NJ: Erlbaum Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/232569511>.

Referência	Tamanho da amostra	Confiabilidade		Validade	
		Análises	Conclusões	Análises	Conclusões
(Guggemos <i>et al.</i> , 2023)	NI	Alfa de Cronbach = 0,8		Com base em uma análise de conteúdo, os autores selecionaram três itens para cada uma das cinco dimensões. Essa abordagem produziu um ajuste decente: YB- $\chi^2(80)=85$ ($p=0,341$), CFI=0,997, TLI=0,996, RMSEA=0,018 (90% CI [0,000, 0,047]), SRMR=0,040. $\lambda=(0,74, 0,75 \text{ e } 0,78)$ AVE=0,57 Correlações latentes abaixo da diagonal, raiz quadrada de AVE na diagonal, correlações manifestas acima da diagonal = (0,71 0,62 0,22 0,75 0,13)	As validades convergente e discriminante foram atendidas. A variância média extraída é maior que 0,543 para todos os cinco construtos. A relação heterotraço-monotraço é menor que 0,706 para todas as combinações de construtos.
(Kaur e Chahal, 2023)	NI	Alfa de Cronbach = 0,8	o coeficiente de consistência calculado para a escala desta pesquisa foi em um nível aceitável	$\chi^2/v=1,61$ RMSEA = 0,08 GFI = 0,82 CFI= 0,9 NFI= 0,76 IFI =0,9	χ^2/v é um ajuste excelente; outros valores são um ajuste aceitável. Os valores obtidos indicam um ajuste aceitável
(Lin e Chein, 2020)	NI	Alfa de Cronbach = 0,964	NI	NI	NI
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	2087	A confiabilidade em nível individual usando o Alfa de Cronbach foi de 0,60 e usando a confiabilidade marginal baseada na EAP foi de 0,64 sob a estrutura unidimensional da TRI.	NI	M2 = 347,79 (df = 277, $p < ,01$) RMSEA = ,01	NI
(Liu e Zhang, 2022)	NI	NI	NI	NI	NI
(Marques <i>et al.</i> , 2021)	NI	Alfa de Cronbach = 0,78	Superior a 0,7, reforça a confiabilidade dos itens	NI	NI
(Song <i>et al.</i> , 2021)	NI	NI	NI	NI	NI

Referência	Tamanho da amostra	Confiabilidade		Validade	
		Análises	Conclusões	Análises	Conclusões
(Toker e Batuary, 2022)	NI	alfa de Cronbach = 0,88 (versão adaptada para o turco Kökdemir (2003) alfa de Cronbach = 0,39 ~ 0,85 (versão reduzida para 51 itens e 6 sub-fatores).	NI	NI	NI
(Varela <i>et al.</i> , 2024)	NI	NI	NI	NI	NI
(Walden <i>et al.</i> , 2013)	NI	NI	NI	NI	NI

Apêndice F

String de busca por fonte de dados

Fonte de dados	No. de resultado de busca	No. de resultados analisados	No. de resultados potenciais	No. de resultados selecionados	String
IEEE Xplore	148	148	10	0	("Abstract":critical thinking) AND ("Abstract":assess* OR "Abstract":measur* OR "Abstract":evaluat* OR "Abstract":analy*) AND ("Abstract":k-14 OR "Abstract":higher education OR "Abstract":college OR "Abstract":university OR "Abstract":undergrad* OR "Abstract":course OR "Abstract":introductory OR "Abstract":CS1 OR "Abstract":CS2) AND ("Abstract":computing OR "Abstract":coding OR "Abstract":programming OR "Abstract":computational thinking OR "Abstract":computer science")
Scopus (Elsevier)	54	54	7	2	"critical thinking assess* OR measur* OR evaluat* OR analy* "k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2" computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science"
Wiley Only Library	30	30	0	0	"critical thinking" in Title and "assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*" in Abstract and "k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2" in Abstract and "computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "data science" in Abstract
Springer (artigo)	959	200	6	2	("critical thinking") AND (assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*) AND ("k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2") AND (computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science")
Springer (conference e paper)	1151	200	1	0	("critical thinking") AND (assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*) AND ("k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2") AND (computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science")
arXiv	13	13	2	1	Query: order: -announced_date_first; size: 50; classification: Computer Science (cs); include_cross_list: True; terms: AND abstract="critical thinking"; AND abstract=assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*; AND abstract="k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2"; AND abstract=computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science"
Eric (U.S. Dept. of Education)	259	200	4	0	abstract:(("critical thinking") AND (assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*) AND (k-14 OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2") AND (computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science"))
Science Direct (Elsevier)	209	200	1	1	"critical thinking" AND (assess OR measure OR evaluate OR analyse) AND ("undergraduate") AND (computing OR "computational thinking" OR "computer science")
Google	46500	200	2	2	"critical thinking" "learning" "evaluate" "assess" "undergraduate" "computational thinking" "computer science"
Google Scholar	406000	200	14	4	("critical thinking") AND (assess* OR measur* OR evaluat* OR analy*) AND ("k-14" OR "higher education" OR "college" OR "university" OR undergrad* OR "course" OR "introductory" OR "CS1" OR "CS2") AND (computing OR coding OR programming OR "computational thinking" OR "computer science")
ACM Digital Library†					†

† Sem acesso pelo Portal Capes.